



## TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

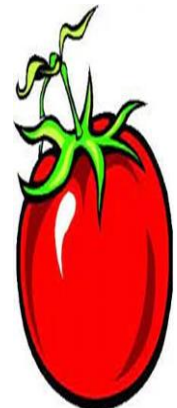
Título: Influencia de los Microorganismos eficientes en los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto en la finca "La Presa"

Autora: Annie Martínez Villalobos

Tutor: Ing. Raul Molina Amoroso

Consultante: Ing. Alicia Meneses Fernández

Curso: 2024



# AVALES

Cooperativa de Créditos y Servicios Abel Santamaría Cuadrado

"Año 66 de la Revolución"

Aval

Se avala la línea investigativa titulada Influencia de los Microorganismos eficientes en los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) variedad Lyto en la finca "La Presa" de la estudiante Annie Martínez Villalobos, efectuada en la campaña de frío 2023- 2024 , avalada y acompañada por la Cooperativa de Crédito y Servicio Abel Santamaría Cuadrado.

A partir de los resultados obtenidos en referido trabajo, certificamos que las propuestas al empleo de los Microorganismos eficientes para mejorar los rendimientos en el cultivo de tomate de industria mostraron resultados positivos al obtener rentabilidad general en el estudio y se efectuaron aportes por concepto de Impuesto por Ventas , contribución a la cuenta Socio Cultural y Retención al 2% respectivamente para Fondo de la CCS (por acuerdo) ,ratificar que se mejoraron los costos ambientales al reducir la carga contaminante de productos químicos.

Para avalar firman la presente a los 10 días de abril del 2024.



Eloy Calero Iturriaga  
Presidente CCS Abel Santamaría



Luz Nemesia Sánchez Sosa  
Económica CCS Abel Santamaría



Francisco Alfonso Espín  
Propietario de la finca "La Presa"



Delegación Municipal de la Agricultura Lajas

"Año 66 de la Revolución"

Se certifica que el Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo, titulado **Influencia de los Microorganismos eficientes en los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) variedad Lyto** en la finca "La Presa" de la estudiante Annie Martínez Villalobos, fue ejecutado en la unidad perteneciente al productor Francisco Alfonso Espín asociado a la Cooperativa de Créditos y Servicios Abel Santamaría Cuadrado, del municipio Santa Isabel de las Lajas, en el periodo correspondiente a la campaña de frío 2023-2024, es calificado de trascendente al contribuir a potencial la introducción de una nueva variedad de tomate de industria e incentivar el empleo de bioproductos estimuladores del crecimiento vegetal de producción nacional, sus resultados pueden ser extendidos al sector campesino del municipio lo que contribuirá a mejorar la producción de la hortaliza .

Se certifica a los 14 días del mes de abril del 2024 por los firmantes:



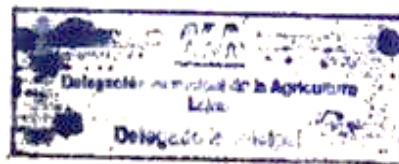
Osmel Portela Padrón

Delegado de la Agricultura en Lajas



Grisel Arocha Alonso

Subdelegada de la Agricultura en Lajas



## RESUMEN

Se realizó un estudio en la finca “La Presa” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios “Abel Santamaría Cuadrado” del municipio de Santa Isabel de las Lajas en la provincia de Cienfuegos con el objetivo de evaluar la influencia de los Microorganismos eficientes (ME) en los rendimientos del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto, en el periodo correspondiente a la campaña de frío del año 2023-2024, sobre un suelo Pardo con Carbonatos Típico. El diseño fue experimental, completamente al azar con cuatro tratamientos e igual número de réplicas, los tratamientos fueron tres dosis del bioestimulante y un control. Se efectuó la caracterización edafoclimática de la unidad, comparándose las variables agroproductivas de las plantas, el análisis de los datos se hizo a través del Programa Statgraphics Centurion XVI.II Versión 16.02.0004 en idioma español, las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). En base a los resultados investigativos se realizó el análisis económico. Concluyendo que el aporte de enmiendas orgánicas ha contribuido al mejoramiento de los procesos erosivos de la edafología de las áreas. Comprobándose la influencia ME sobre los parámetros en estudio resultó el T3 ( $10 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) el más destacado logrando un rendimiento de  $39,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , sus ingresos por las ventas fueron \$ 37 220,04, la ganancia \$ 24 352,19 y el costo por peso de \$ 0,20, se corroboró un niveles adecuados de utilidad en todos los tratamientos.

*Palabras claves:* bioestimulante, diseño, dosis, erosivos, estudio.

## ABSTRACT

She was carried out a study in the property "La Presa" farm belonging to the Cooperative of Credits and Services "Abel Santamaría Cuadrado" of the municipality of Santa Isabel de las Lajas in the county of Cienfuegos with the objective of evaluating the influence of the efficient Microorganisms (ME) in the yields of the tomato cultivation (*Solanum lycopersicum* L.) variety Lyto, in the period corresponding to the campaign of cold of the year 2023-2024, on a Brown floor with Typical Carbonates. The design was experimental, totally at random with four treatments and same number of replicas, the treatments were three dose of the bioestimulant and a control. The characterization edaphoclimatic of the unit was made, being compared the variable agroproductive of the plants, the analysis of the data was made through the Program Statgraphics Centurion XVI.II Version 16.02.0004 in Spanish language, the stockings were compared by the test of Tukey ( $P < 0,05$ ). Based on the investigative results he was carried out the economic analysis. Concluding that the contribution of organic amendments has contributed to the improvement of the erosive processes of the edifices of the areas. Being proven the influence ME on the parameters in study was the T3 ( $10 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) the most outstanding achieving a yield of  $39,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , their revenues for the sales were \$ 37 220,04, the gain \$ 24 352,19 and the cost for weight of \$ 0,20, it was corroborated an appropriate levels of utility in all the treatments.

*Key words:* bioestimulant, design, dose, erosive, study.

## **PENSAMIENTO**

Sin una agricultura fuerte y eficiente qué podamos desarrollar con los recursos de que disponemos, sin soñar con las grandes asignaciones de otros tiempos, no podemos aspirar a sostener y elevar la alimentación de la población, que tanto depende todavía de importar productos que pueden cultivarse en Cuba.

Raúl Castro Ruz, 4 de abril de 2010



## **DEDICATORIA**

A mi querida madre Antonia Villalobos Gil †, aunque ya no estés físicamente a mi lado, quiero agradecerte por ser mi mayor inspiración y apoyo durante toda mi vida, tu ejemplo de valentía y sacrificio continuo guiándome para superar cualquier obstáculo, sé que estas sonriendo desde el cielo, esta tesis es un tributo a tu legado y a todo lo que me enseñaste. Te extraño cada día mamá.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios que siempre está presente en cada paso de mi vida, a los docentes del Centro Universitario Municipal de Santa Isabel de las Lajas por transmitirme tantos conocimientos, al usufructuario de la finca Francisco Alfonso Espín por su apoyo incondicional, a los ingenieros y genetistas del Instituto de Investigación Hortícola” Liliana Dimitrova” Oscar Acosta Valdivia y Julio Cesar Hernández Salgado (obtentor de la variedad Lyto) por su invaluable colaboración en la elaboración del trabajo de tesis, facilitadores documentación y el descriptor de la variedad en estudio. Y en especial mi agradecimiento va para mi tutor Raul Molina Amoroso, mi consultante Alicia Meneses Fernández y para mi oponente Idalia Terry Cogles por ser tan dedicados y ayudarme tanto, no tengo palabras para agradecerles su ayuda a estos grandes profesionales que admiro mucho, tanto por sus conocimientos como por su sencillez y humildad mil veces ¡Gracias!

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Problema científico.....	3
Hipótesis.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
<b>CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
1.1. Generalidades del cultivo <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	5
1.1.1. Origen y distribución.....	5
1.1.2. Importancia, usos y características nutricionales del cultivo.....	5
1.2. Comportamiento del cultivo del <i>Solanum lycopersicum</i> L. en Cuba.....	6
1.2.1. Descripción de la variedad Lyto.....	7
1.3. Ubicación taxonómica <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	8
1.4. Características morfológicas del <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	9
1.5. Fenología del <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	11
1.6. Requerimientos edafoclimáticos.....	12
1.6.2. El suelo.....	12
1.6.3. Acides del suelo (pH).....	12
1.6.4. Altitud.....	12
1.6.5. Luminosidad o Radiación.....	12
1.6.6. Temperatura.....	13
1.6.7. Humedad Relativa.....	13
1.6.8. Viento.....	14
1.7. Requerimientos nutricionales y fertilización del <i>Solanum lycopersicum</i> L....	14
1.8. Generalidades Microorganismos eficientes.....	14
1.8.1. Funciones y composición de los Microorganismos eficientes.....	15
1.8.1.1. Bacterias fotosintéticas.....	15
1.8.1.2. Bacterias ácido-lácticas.....	15

1.8.1.3. Actinomicetos.....	16
1.8.1.4. Levaduras.....	16
1.8.1.5. Hongos de fermentación.....	16
1.8.2. Los Microorganismos eficientes en la Agricultura.....	17
1.9. Estudios precedentes sobre el empleo de los Microorganismo eficientes en el cultivo.....	17
<b>CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
2.1. Localización y descripción del área de estudio.....	19
2.1.2. Sujetos de investigación.....	19
2.1.3. Atenciones agrotécnicas del cultivo.....	20
2.1.4. Diseño y descripción de los tratamientos.....	20
2.1.5. Área del experimento.....	21
2.1.6. Análisis estadístico.....	22
2.2. Caracterización de las condiciones edafoclimáticas de la finca “La Presa”....	22
2.3. Evaluación de la influencia de los ME en las variables agroproductivas en el cultivo del tomate <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	23
2.4. Calculo de la factibilidad económica del empleo de los Microorganismos eficientes.....	23
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
3.1 Caracterización de las condiciones edafoclimáticas de la finca “La Presa”....	25
3.1.1. Condiciones edáficas de la finca “La Presa”.....	25
3.1.2. Condiciones climáticas de la finca “La Presa”.....	26
3.2. Influencia del ME en las variables agroproductivas en el cultivo del tomate <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	27
3.2.1. Efecto del ME sobre la altura de la planta.....	27
3.2.2. Efecto del ME sobre el diámetro del tallo de la planta.....	29
3.2.3. Efecto del ME sobre el número de frutos por planta.....	30
3.2.4. Efecto del ME sobre el diámetro ecuatorial.....	32
3.2.5. Efecto del ME sobre masa promedio de los frutos (g).....	34
3.2.6. Efecto del ME sobre el rendimiento del cultivo.....	35
3.3. Análisis de la factibilidad económica del empleo de los ME.....	37

**CONCLUSIONES..... 40**  
**RECOMENDACIONES..... 41**  
**REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS..... 42**  
**ANEXOS..... -**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1.	Valor nutricional del tomate (por 100 g).....	6
Tabla 2	Variedades y líneas empleadas en la producción de tomate en el municipio de Santa Isabel de las Lajas.....	8
Tabla 3	Temperaturas críticas para el desarrollo para el cultivo de tomate.	13
Tabla 4	Tratamientos y dosis de ME a utilizar (L.ha <sup>-1</sup> ).....	20
Tabla 5	Dosis de MELab empleada en la investigación.....	21
Tabla 6	Datos meteorológicos registrado.....	26
Tabla 7	Efecto del ME sobre la altura de la planta (cm).....	27
Tabla 8	Efecto del ME sobre el diámetro del tallo de la planta (cm).....	29
Tabla 9	Resultados del análisis económico de la investigación.....	38
Tabla F-10	Análisis económicos.....	-

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1	Morfología de la planta de tomate.....	9
Figura 2	Estructura de la flor y el fruto del tomate.....	10
Figura 3	Fase fenológica del cultivo de tomate.....	11
Figura 4	Imagen satelital de la finca “La Presa”.....	19
Figura C5	Croquis del área experimental.....	-
Figura D6	Diseño de parcela.....	-
Figura 7	Efecto del ME sobre el número de frutos por planta (u).....	31
Figura 8	Efecto del ME sobre los diámetros ecuatorial del fruto (cm).	33
Figura 9	Efecto del ME sobre masa promedio de los frutos (g).....	34
Figura 10	Efecto del ME sobre el rendimiento del cultivo.....	36
Figura 11	Resultados del análisis económico de la investigación.....	-
Figura F12	Relación de costos gastos y “Estado de resultado” por tratamientos.....	-
Figura G13	Aplicación de ME al semillero.....	-
Figura H14	Medición de las plantas de tomate.....	-
Figura I15	Medición de las plantas de tomate.....	-
Figura J16	Cultivo del tomate Lyto.....	-

## INTRODUCCIÓN

Estudios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) indican que el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más cultivada e importante en el mundo, siendo el consumo fresco e industria los dos principales destinos de producción. (Guzmán, et al. 2017, p. 12)

Pertenece a la familia *Solanaceae* es originaria, según explica Baudoin (2017), de América del Sur entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. Las formas silvestres de “tomate cereza”, (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*), (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*), originarias de Perú, migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fueron domesticadas por el hombre. En la lengua nahua de México era llamado tomatl, dando origen a su nombre actual. (p. 13)

Es uno de los productos hortícolas más importantes por su alto consumo, gran superficie en producción y por la tecnología e investigación desarrollada en torno a esta especie. La producción y el consumo están muy difundidos en todo el mundo, y por su alta calidad nutricional, constituye un gran aporte vitamínico para la población mundial. Además de su uso como hortaliza, se le atribuyen propiedades medicinales digestivas, desinfectantes y antiescorbúticas. Contiene vitamina C, potasio, fibra, y beta-caroteno, precursor de la vitamina A, y es una importante fuente de licopeno, que lo convierte en un alimento funcional para la prevención de enfermedades, como el cáncer de colon y las enfermedades cardiovasculares. (Del Pino, 2022, p. 1)

Los cinco principales países productores son China, Estados Unidos, Italia, España y Turquía. (Observatorio Tecnológico del Tomate para Industria, 2 de febrero 2023). Para el año 2022 se informa en la base de datos agrícolas de la FAO que la producción mundial del cultivo fue de 186 107 972 toneladas, logra China el 36,67 % de esta producción. (FAO, 2023)

Es el segundo cultivo hortícola más importante en el mundo después de la papa (*Solanum tuberosum* L.), tanto en el volumen producido como en superficie cosechada. El continente que mayor superficie destina para la producción de tomate es Asia, y Europa se destaca por la alta calidad del producto cosechado, y en algunos países, por los altos

rendimientos obtenidos y por el uso de alta tecnología. El mayor volumen de producción se evidencia en los países más cálidos como Italia y España. En este último país existe una gran producción de tomate en invernaderos (en Almería). En América, Estados Unidos es el país de mayor producción, y además es un gran consumidor de tomate, tanto fresco como industrializado. (Del Pino, 2022, p. 1)

En Cuba según informa la Oficina Nacional de la Estadística e Información se sembró una superficie de 28 785 ha de tomate en el año 2021 (ONEI, 2022a), cosechándose 317 232 toneladas para un rendimiento agrícola de 11,02 t.ha<sup>-1</sup>, en tanto la provincia de Cienfuegos sembró en igual período 3 247,7 ha, se cosechan 11 380,9 t para un rendimiento de 4,7 t.ha<sup>-1</sup> (ONEI, 2022c). No se logran satisfacer las demandas de la población, lo que conlleva a la erogación de divisas en la compra de productos industriales derivados del tomate como pastas y purés.

Si se comparan los resultados nacionales con la producción mundial se aprecia la marcada diferencia que está dada “por el alto grado de degradación de los suelos agrícolas y la contaminación ambiental derivada del uso excesivo de agroquímicos y métodos intensivos de producción “que” han generado un impacto negativo sobre los rendimientos agrícolas”. (Díaz, et al., 2017, p. 117)

Un ejemplo es el proceso productivo de la especie *Lycopersicum* que implica el empleo de fertilizantes y estimulantes químicos, que permitan en aumento de producciones y los rendimientos, el uso de estas sustancias en dosis inapropiadas o su uso indiscriminado implica según análisis de Baudoin (2017), una serie de riesgos de contaminación en los agricultores, en los recursos suelo, agua, microflora, flora y fauna y de los alimentos destinados al consumo de la población. Existen evidencias sustanciales que han demostrado efectos negativos en la salud humana e impactos nocivos en el medio ambiente. (p. 5)

Agrega además Baudoin (2017), que una fertilización eficiente es aquella con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y en épocas precisas para el cultivo. Una buena fertilización no solamente implica aplicar el elemento faltante, sino también

mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en las diferentes estructuras de la planta. (p. 61)

En tal sentido, una alternativa para mejorar la calidad de las plántulas y “las producciones” pueden ser los microorganismos eficientes y promotores del crecimiento vegetal, los mismos que están constituidos de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico; estos a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas. (Carriel, 2017, p. 1)

Santa Isabel de las Lajas es un municipio eminentemente agrícola con una superficie cultivable de 37 728,2 ha, de ellas dedicadas a hortalizas 1 517,00 ha. En el año 2022 para el cultivo del tomate se dedicaron 153 ha, el 90 % de ellas se asisten por productores de avanzada destacándose Francisco Alfonso Espín que plantó 2,00 ha en sus áreas asociadas a la CCS Abel Santamaría Cuadrado, refiere Subdelegada de la Agricultura Municipal de Lajas. (Arocha, G., comunicación personal, 19 de mayo 2023)

En la finca “La Presa” ubicada en el citado municipio se establece de forma tradicional el cultivo de tomate que garantiza insumos que se emplean en las producciones industriales que es parte del objeto social de la minindustria de la unidad, no se ha incursionado en el uso de los Microorganismos eficientes a pesar de ser una opción al alcance del productor y las limitantes que se han tenido que sortear en los últimos años en cuanto a fertilizante, estimulantes e insumos agrícolas y se logran rendimientos en el cultivo de 18 t.ha<sup>-1</sup> a consecuencias del estado de erosión que presenta los suelos.

### **Problema científico**

¿Cuál será la influencia de los Microorganismos eficientes en los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto en la finca “La Presa”?

### **Hipótesis**

Si se aplica Microorganismos eficientes tendrá influencias en los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto en la finca “La Presa”.

## Objetivo General

- ♣ Evaluar la influencia de los Microorganismos eficientes en los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto en la finca “La Presa”.

## Objetivos Específicos

- ♣ Caracterizar las condiciones edafoclimáticas de la finca “La Presa”.
- ♣ Evaluar la influencia de los Microorganismos eficientes en las variables agroproductivas en el cultivo del tomate.
- ♣ Calcular la factibilidad económica del empleo de los Microorganismos eficientes.

## Justificación

La investigación que se plantea servirá para introducir en la producción del tomate industrial el uso de la tecnología de los ME con bajos costos de inversión. Se logrará un mejor manejo del desarrollo y nutrición del cultivo, lo que permitirá incrementar la producción, servirá de apoyo a la seguridad alimentaria y su presencia en el mercado territorial.

Serán beneficiadas la población del territorio con el aumento de las ofertas del tomate y los productos industrializados más saludable, se podrá demostrar de forma práctica la validez de la aplicación del biofertilizante ME, con todas sus bondades para el cultivo, el suelo y el ambiente. Los resultados se pueden generalizar a los productores de las diferentes bases productivas del municipio.

## Novedad investigativa

Se logrará en el municipio realizar un estudio detallado de la influencia de Microorganismos eficiente sobre los componentes del rendimiento del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto, lo que permitirá hacer extensivo los resultados en el sector agrícola y de esta forma incrementar la producción de esta hortaliza.

## **CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Generalidades del cultivo *Solanum lycopersicum* L.**

#### **1.1.1. Origen y distribución**

El centro de origen de la especie relacionada al ancestro más probable del tomate (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*), es la región andina desde Colombia hasta el norte de Chile, incluidas las Islas Galápagos, este tomate ya no se encuentra en forma silvestre. Se han determinado dos centros hipotéticos de domesticación del tomate: México y Perú. En México se cree que fue domesticado por los aztecas entre campos de maíz, y llamado por ellos "tumatle ex Themistitan". La palabra "tomate" procede del término tomatl o tomohuac de la lengua nahuatl de México, que se aplica genéricamente a las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa. (Pino, 2022, p. 3)

Desde el Instituto Nacional Ciencias Agrícolas se explica que al descubrimiento de América ya se usaba el tomate en este continente, luego fue llevado a España, Portugal e Italia que fueron los primeros países que conocieron esta planta. En Europa, el tomate no tuvo importancia práctica, durante más de tres siglos se le utilizó como decoración y no como alimento, pues se creía que era una planta venenosa. (INCA, 2007, p. 4)

Al respecto explica Del Pino (2022) supuestamente por su estrecha relación con plantas tóxicas de la misma familia como la belladona (*Atropa belladonna* L.) y la madrágora (*Madrágora officinarum* L.). Pero en Italia y en España se comenzó a comer en fresco, en salsas y encurtidos. Se lo llamó "papa de oro", "manzana de oro", "pomi d'Oro" y también "pomi del Perú", entre otras denominaciones, ya que los primeros tomates utilizados como alimento fueron de color amarillo. (p. 3)

#### **1.1.2. Importancia, usos y características nutricionales del cultivo**

El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel mundial. Desde el punto de vista alimenticio, el tomate por su versatilidad de empleo es una de las más importantes por su valor nutricional, contiene vitamina y minerales que se demandan en la alimentación humana. (Baudoin, et al., 2017, p. 14)

Se produce para industria y el consumo en fresco. La transformación del tomate es mundialmente muy amplia y diversa, refiere además Del Pino (2022) que pocos productos hortícolas permiten la diversidad de usos que permite esta especie. Se puede servir crudo, cocido, estofado, encurtido, seco, en polvo, en jugo, en salsa, otras cocciones o como combinación de otros alimentos. (p. 8)

**Tabla 1.** Valor nutricional del tomate (por 100 g)

Elementos	Cantidad	Elementos	Cantidad
Agua	93,50 %	Vitaminas B2	0,02 mg
Calcio	7,0 mg	Vitamina C	20,0 mg
Hierro	0,7 mg	Proteína	0,9 g
Fósforo	19,0 mg	Grasa	0,1 g
Niacina	0,6 mg	Carbohidratos	3,3 g
Vitamina A	1,1 ul	Fibra	0,8 g
Vitamina B1	0,005 mg	Calorías	23 kcal

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de Baudoin, et al. (2017, p. 25).

También se le atribuye propiedades medicinales como digestivas, desinfectantes, antiescorbúticas, etc. Además, contiene potasio, fibra, y beta-caroteno, precursor de la vitamina A, y es una valiosa fuente de licopeno, que cumple un importante rol como alimento funcional en la prevención de enfermedades. (Del Pino, 2022, p. 1)

## 1.2. Comportamiento del cultivo del *Solanum lycopersicum* L. en Cuba

El cultivo de tomate en Cuba, en un sistema de producción de campo, requiere cultivares adaptados a las condiciones del clima tropical. La disponibilidad por los productores de cultivares cubanos con esas características constituye una ventaja sobre las variedades introducidas para ampliar las fechas de siembra y cosecha. (Álvarez, et al., 2018, p. 91)

Son diversos los factores climáticos que no favorecen el potencial productivo del tomate cultivado a campo abierto durante la época lluviosa y caliente lo que trae como consecuencia que el mercado se mantenga desabastecido en este período. Se puede

decir, por tanto, que la producción de la especie en el país es estacional (Moya, et al., 2007, p. 19). Es un cultivo extendido por todo el territorio nacional, en condiciones protegidas de temperatura, iluminación y riego el calendario de siembra se extiende de septiembre a febrero y de marzo a agosto. (Casanova et al., 2007)

En tanto para el año 2021, informa ONEI (2022a) se siembran en Cuba 28 785 ha de tomate, alcanzando una producción de 317 232 t y un rendimiento agrícola del 11,02 t.ha<sup>-1</sup>, la producción representa el 18,51 % de la producción de hortalizas contabilizadas en el periodo. Se reporta además una producción nacional de conservas de tomate de 22,5 Mt.

### 1.2.1. Descripción de la variedad Lyto

El tomate presenta una alta diversidad genética, en la que existen innumerables variedades con distintos aspectos, colores y sabores, que muestran respuestas diferentes cuando se cultivan en ambientes contrastantes. (Moya, et al., 2009). La descripción de la variedad Lyto la ofrece el Ministerio de la Agricultura (Minag, 2021):

La variedad es para procesamiento industria, es de ciclo corto y maduración muy agrupada, por encima de las que se encuentran cultivándose actualmente, su crecimiento es determinado compacto a intermedio, por lo que la distancia entre plantas debe estar alrededor de 25 – 30 cm. Los frutos son pequeños, en la maduración poseen un color externo rojo intenso en su interior, son muy firmes, alcanzan 4,5 grados brix en la concentración de sólidos solubles, al desprenderse de la planta lo hacen sin el pedúnculo, lo cual facilita la cosecha.

Es una planta con muy buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de Cuba, fructifica muy bien bajo diferentes ambientes. Posee un buen comportamiento ante las enfermedades más comunes del tomate (*Alternariosis*, *Phytophthora* y *Stemphylium*), siendo resistente al Virus del Encrespamiento Amarillo de la Hoja del Tomate (Tylcv).

Otras de las características de la variedad Lyto las ofrece su obtentor genetista Julio Cesar Hernández Salgado y son resumidas como:

- ♣ Tipo de cultivar: Variedad de polinización abierta
- ♣ Hábito decrecimiento: determinado

- ♣ Forma del fruto: Periforme
- ♣ Longitud del pedúnculo: medio (no tiene un punto de abscisión)
- ♣ Días de germinación-maduración: Media (entre los 90 y 110 días)
- ♣ Tipo de utilización: industrial (J.C. Hernández, comunicación personal, 9 de abril 2024)

### 1.3. Ubicación taxonómica *Solanum lycopersicum* L.

El nombre propuesto para la especie ha sido objeto de discusión; Carl Linneaus, en 1753, nombró al tomate como *Solanum lycopersicum* y 15 años después Philip Miller reemplazó este nombre por *Lycopersicum esculentum*. Esta denominación es ratificada en 1987 en el Congreso Internacional de Botánica celebrado en Berlín. Sin embargo, la polémica con respecto al nombre continúa debido a que existen diferencias entre estos dos géneros en cuanto a la dehiscencia del polen en la antera de la flor. (Carravedo, 2006, p. 238)

Refiere Baudoin, et al. (2017), que el tomate es miembro de la familia Solanaceae, anteriormente considerada como *Lycopersicum esculentum* Mill., pero recientes investigaciones generaron la modificación taxonómica para ser denominada en la actualidad como *Solanum lycopersicum* L., aunque ambas son consideradas válidas. (p. 15)

Su descripción taxonómica según Peralta, et al. (2005); Baudoin, et al. (2017, p. 14) es la siguiente:

<b>Categoría</b>	<b>Ubicación</b>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta- Dicotyledoneas
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum lycopersicum</i> L. sección <i>Lycopersicon</i>

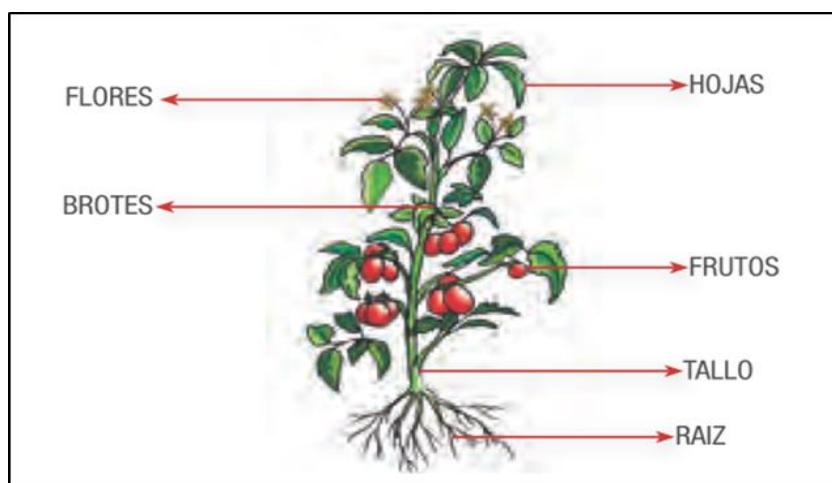
Este es un género pequeño constituido por el tomate y siete especies salvajes muy relacionadas. (Dogliotti, et al., 2011, p. 4)

#### 1.4. Características morfológicas del *Solanum lycopersicum* L.

Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, identificar plantas y conservar los recursos genéticos, en la descripción del cultivo de tomate se consultaron los autores INCA (2007, p. 4); Dogliotti, et al. (2011, p. 5); Baudoin, et al. (2017, p. 15); Del Pino (2022, pp. 3 a 6).

**Planta:** perenne, de porte arbustivo que se cultiva anualmente, puede desarrollarse de forma rastrera semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

**Raíz:** el sistema radicular principal es pivotante y profundo, puede llegar desde 1,20 a 2,00 m de profundidad y está provisto de un número elevado de raíces secundarias. También tiene la capacidad de formar raíces adventicias, que pueden surgir del tallo en contacto con el suelo, pero también de la parte aérea. Bajo ciertas condiciones de cultivo, al dañarse la raíz pivotante la planta resulta en un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil.



Fuente: Baudoin, et al. (2017, p. 15).

**Figura 1:** Morfología de la planta de tomate

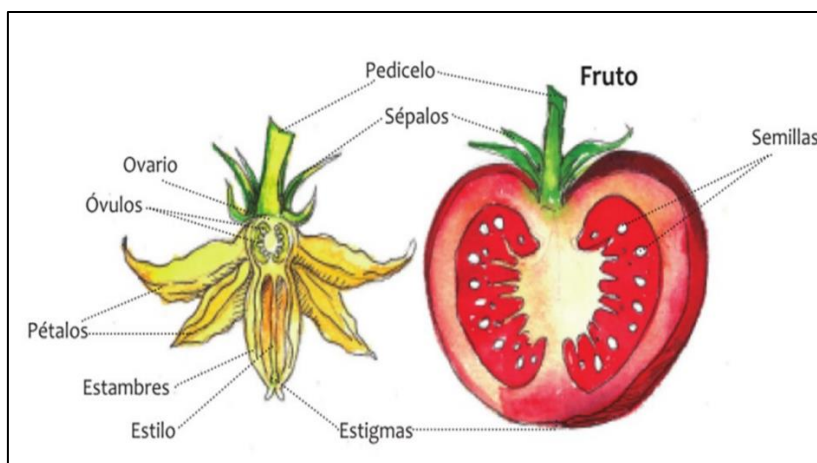
**Tallo:** es herbáceo, no se lignifica, por lo tanto, si no se utilizan estructuras de soporte y conducción (hilos, cañas, etc.) que sostengan a las plantas estas crecen de forma rastrera. Es un eje circular, a veces algo anguloso, de 1,5 a 3,0 cm de diámetro, sobre el cual se van insertando las hojas, los tallos secundarios o brotes, y las inflorescencias.

Toda la epidermis es pubescente, por la presencia de distintos tipos de tricomas de tipos glandulares y no glandulares.

**Hojas:** son compuestas, imparipinnadas, con 7 a 9 folíolos peciolados, con borde dentado, con o sin foliólulos. Generalmente son grandes, pueden alcanzar una longitud de 50 cm, recubiertas también de tricomas, se disponen de forma alternada sobre el tallo.

**Inflorescencia:** de tipo cimosa, denominados racimos, de diferentes formas, y con un número de flores variables: de 3 a 20, pero también hay variedades de mucha mayor cantidad de flores, llegando a más de 100, sobre todo en inflorescencias muy ramificadas. Los horticultores llaman “corona”. La flor se une al eje de la inflorescencia por medio de un pedicelo articulado que contiene una zona de abscisión, que se diferencia por un engrosamiento con un pequeño surco.

**Flores:** consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bilocular o plurilocular.



**Fuente:** Agüero & Borrero (2018, p. 15).

**Figura 2.** Estructura de la flor y el fruto del tomate

**Frutos:** es de tipo baya, bilocular o plurilocular, que puede tener diferentes colores, formas y tamaños. El peso puede ser de pocos gramos a 400 a 600 g inclusive más. El color más generalizado es el rojo y la forma globosa o redondeada en los tomates para consumo fresco, y alargada en los destinados a la industria. Está constituido por el

pericarpio, el tejido placentario y las semillas unidas a la placenta, contenidas en una masa gelatinosa, más o menos densa, que constituyen el contenido locular.

**Semillas:** son redondeadas, pequeñas, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, ligeramente reniformes generalmente abundantes de 50 a 200 por fruto pubescentes, de color ocráceo. Mantienen el poder germinativo durante 3 a 4 años. Un gramo de semilla puede contener entre 300 y 400 semillas, dependiendo de la variedad.

Está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal recubierta de pelos. Las semillas dentro del lóculo, en sus últimas etapas de desarrollo, aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa.

### 1.5. Fenología del *Solanum lycopersicum* L.

Durante el ciclo del cultivo se pueden identificar las siguientes etapas fenológicas:

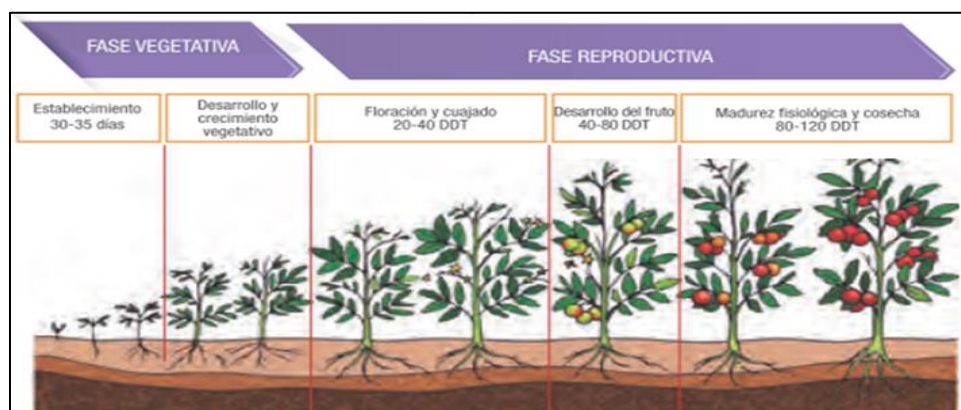
V1. Germinación-emergencia: el cotiledón se hace visible sobre la superficie del suelo.

V2. Crecimiento vegetativo: a) Cotiledones completamente desenvueltos. b) Dos primeras hojas desarrolladas. c) formación de hojas, ramas y aumento de volumen de la planta.

R1. Inicio de la floración: yema floral y primera inflorescencia visibles.

R2. Floración: apertura de las primeras flores.

R3. Fructificación – maduración: formación de frutos. El primer fruto ha alcanzado su forma y tamaño correspondiente a la variedad estudiada de tomate.



Fuente: Baudoin, et al. (2017, p. 24).

**Figura 3.** Fase fenológica del cultivo de tomate

La etapa vegetativa es corta en relación a las otras etapas fenológicas y cada una de ellas demanda diferentes condiciones térmicas. (Del Pino, 2022, p. 10)

## **1.6. Requerimientos edafoclimáticos**

### **1.6.2. El suelo**

La rusticidad de la planta de tomate permite que sea poco exigente a las condiciones de edáficas, asegura el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Sin embargo, debe tener un buen drenaje. De aquí la importancia de un terreno con alto contenido de materia orgánica. En suelos arcillosos y arenosos se desarrolla con un mínimo de 40 cm de profundidad. (INIA 2017, p. 16)

Corpeño (2004) considera que el ideal para el cultivo “debe de tener las siguientes condiciones: 45 % de minerales, 5 % de materia orgánica, 25 % de agua y 25 % de aire o espacio poroso. El tipo y la cantidad relativa de minerales, más los constituyentes orgánicos determinan las propiedades químicas del mismo”. (p. 2)

### **1.6.3. Acides del suelo (pH)**

El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5,9 - 6,5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen. (Chemonics International, 2008)

### **1.6.4. Altitud**

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido (Rodríguez, et al., 2012), en el mismo sentido Chemonics International (2008) señala que la especie es una planta de clima cálido, pero se adapta muy bien a climas templados; por lo que se puede en alturas entre los 100 y 1 500 m.s.n.m. (p. 2)

### **1.6.5. Luminosidad o Radiación**

La luz solar es un pre-requisito para el crecimiento de la planta, que es producido por el proceso de fotosíntesis, el cual se da sólo cuando la luz es absorbida por la clorofila en las partes verdes mayormente ubicadas en las hojas. (Corpeño, 2004, p. 1)

La luminosidad en el cultivo de tomate cumple un rol importante, más allá del crecimiento vegetativo de la planta, requiere de al menos 6 horas diarias de luz directa para florecer

(INIA, 2017, p. 17), no lo afecta el fotoperíodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. (Corpeño, 2004, p.1)

### 1.6.6. Temperatura

Los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30 °C durante el día y 15 - 18 °C durante la noche. Temperaturas de más de 35 °C y menos de 10 °C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, existen materiales genéticos que cuajan a altas temperaturas. (Chemonics International, 2008, p. 2)

**Tabla 3.** Temperaturas críticas para el desarrollo para el cultivo de tomate

Condición		Grados
Se huela la planta		-2 °C
Detiene su desarrollo		10-12 °C
Desarrollo normal de la planta		18-25 °C
Mayor desarrollo de la planta		21-24 °C
Germinación óptima		25-30 °C
Temperatura óptima		
Desarrollo	Diurna	23-26 °C
	Nocturna	13-16 °C
Floración	Diurna	23-26 °C
	Nocturna	15-18 °C
Maduración		15-22 °C

Fuente: INIA (2017, p. 17).

### 1.6.7. Humedad Relativa

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 % - 70 %; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; ya que por ejemplo, si tenemos condiciones de baja humedad relativa (- de 45 %) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando

directamente la polinización especialmente en la fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor. (Corpeño, 2004, p. 2)

### **1.6.8. Viento**

Cuando los vientos llegan a ser fuertes dañan considerablemente la planta reduciendo las producciones y si son secos y calientes, producen la abscisión de las flores (Fernández, 2020, p. 8)

### **1.7. Requerimientos nutricionales y fertilización del *Solanum lycopersicum* L.**

Las plantas, al igual que los restantes seres vivos, precisan una nutrición adecuada para poder asegurar un normal desarrollo. El follaje toma el carbono de la atmósfera y las raíces extraen el agua y los nutrientes del suelo; ambas partes de la planta interactúan para hacer posible su crecimiento. (Moya, et al., 2007, p. 7)

Agregan los propios autores: para que el funcionamiento metabólico de la planta sea adecuado y su desarrollo óptimo, es necesario que las sustancias nutritivas se encuentren en equilibrio interactuando en forma armónica; un exceso o déficit ocasiona plantas débiles susceptibles a plagas y enfermedades, baja calidad alimentaria y cosechas de poca durabilidad. El tomate es exigente en cuanto a niveles de nutrición mineral apropiados, debido principalmente al gran volumen de frutos producidos por unidad de superficie. (p. 7)

Las siembras no tienen siempre asegurado fertilizantes químicos en el plan de siembra y producción. En tal situación se aplicará materia orgánica y otros biopreparados o bioestimulantes orgánicos. El rendimiento que se puede lograr cuando es todo orgánico, es de 7- 9 t.ha<sup>-1</sup>. (Minag, 2012, p. 63)

### **1.8. Generalidades Microorganismos eficientes**

El profesor Higa de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, empezó el desarrollo de los Microorganismos eficientes (ME) en 1968 hasta obtener el primer producto conocido por este nombre en 1982, que posteriormente se convirtió en un compuesto más desarrollado y refinado. Al principio, los ME se desarrollaron principalmente como una alternativa al uso de productos químicos agrícolas. Actualmente su empleo se ha

extendido a aplicaciones en los campos de medio ambiente, industria y salud. (Blanco, 2018)

### **1.8.1. Funciones y composición de los Microorganismos eficientes**

Según Moreno & Velarde (2016) el uso de ME en agricultura tiene efectos positivos, como:

- ♣ Promueve la germinación, crecimiento, florecimiento, fructificación y maduración de las plantas cultivadas.
- ♣ Realza la capacidad fotosintética de las plantas.
- ♣ Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- ♣ Desarrolla resistencia de las plantas a plagas y enfermedades.
- ♣ Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- ♣ Suprime patógenos y plagas del suelo.

Los EM, están constituidos por un cultivo microbiano mixto que contiene varios tipos de microorganismos con diferentes funciones dentro de las que podemos mencionar: bacterias productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetes, hongos filamentosos y bacterias fotosintéticas que, a través de mecanismos especiales, coexisten dentro de un medio líquido. (Zambonino, 2013)

#### **1.8.1.1. Bacterias fotosintéticas**

Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomona* spp): Son un grupo de microorganismos que sintetizan sustancias útiles (aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares), a partir de las secreciones de las raíces y la materia orgánica, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Son consideradas el eje central de la actividad del EM, pues dan sostén a otros microorganismos. Por ejemplo, las poblaciones de micorrizas de la raíz se incrementan por la disponibilidad de aminoácidos que segregan las bacterias fotosintéticas. Las micorrizas, mejoran la solubilidad de los fosfatos, supliendo de esta forma el fósforo a las plantas; también coexisten con *Azotobacter* y *Rhizobium*, que fijan nitrógeno atmosférico. (Pino, 2015, p. 10)

#### **1.8.1.2. Bacterias ácido-lácticas**

Este grupo se caracterizan por alimentarse de azúcares y otros carbohidratos, producidos por grupos de bacterias fotosintéticas y levaduras, los lactobacillus ayudan a la fermentación de los bioinsumos por lo que permiten el desdoblamiento de lignina y celulosa, acelerando el proceso de descomposición de los residuos orgánicos. Además, poseen la característica de controlar microorganismos como el fusarium, el cual, reduce la resistencia de las raíces y puede ser causa de otras plagas y enfermedades. (Moreno & Velarde, 2016)

#### **1.8.1.3. Actinomicetos**

Los actinomicetos representan un grupo de microorganismos ampliamente distribuidos en ecosistemas naturales y tienen gran importancia en la participación de la degradación de materia orgánica, han sido descritos como colonizadores de la rizosfera, ayudan en el biocontrol de hongos fitopatógenos, producir sideróforos, promover la nodulación y ayudar a las bacterias de *Rhizobium* a la asimilación del hierro en la fijación de nitrógeno en leguminosas. (Franco, 2010, p. 240)

#### **1.8.1.4. Levaduras**

La levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos. Sintetizan tanto sustancias antimicrobiales, como compuestos útiles para el crecimiento de las plantas partiendo de aminoácidos y azúcares (secretados por las bacterias fotosintéticas), así como de materia orgánica. Los elementos producidos por las levaduras (hormonas y enzimas), promueven la división celular, siendo también, sustratos útiles para las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos. (Moreno & Velarde, 2016)

#### **1.8.1.5. Hongos de fermentación**

Toalombo (2012) indica, que son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes. (p. 47)

### **1.8.2. Los Microorganismos eficientes en la Agricultura**

Manifiesta el Instituto Dominicano de Investigación Agropecuarias y Forestales que el mejor uso de ME en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con su aplicación el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta ME al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua. (Idiaf, 2009)

### **1.9. Estudios precedentes sobre el empleo de los Microorganismo eficientes en el cultivo**

Se analizaron varias bibliografías tesis de grado de doctorado, artículos científicos relacionados con la línea investigativa que validan el empleo de los ME como bioestimulantes en una agricultura sostenible.

Acosta (2012), desde Costa Rica, evaluó los efectos de aplicaciones foliares de microorganismos eficientes (EM) y de microorganismos de montañas (MM) en el cultivo de tomate, variedad Montaña plus, bajo condiciones experimentales y comerciales, ambos en invernaderos. Los tratamientos con microorganismos, generaron valores significativamente superiores a los demás tratamientos para el número de flores- frutos por planta y el rendimiento.

Alarcon, et al. (2020) evaluaron la influencia de microorganismos eficientes autóctonos (EMA) en el cultivo del tomate variedad "Río Grande", en el Perú. Los resultados mostraron que la dosis de 25 cc de EMA aplicado cada 14 días, contribuyó a una mayor altura (39 cm), mayor número de flores (37 flores), mayor área foliar (24 cm<sup>2</sup>), el mayor número de tallos por planta (5 tallos), el mayor peso de la raíz a la cosecha (59,67 g) y el mayor rendimiento (1 713,69 gramos/planta).

Otros autores se han dedicado a realizar ensayos sobre los ME en la fase de viveros, empleando como muestras vegetales las plántulas es el caso de:

Olivera, et al. (2015) profesores e investigadores de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, realizaron una investigación que fue fundamentada y dirigida a demostrar la eficiencia que tienen los microorganismos nativos del suelo sobre el comportamiento agro-productivo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en áreas de producción, se analizaron diferentes dosis de Microorganismos nativos multipropósitos (MNM) a razón de 25, 50 y 100 ml por litro de agua respectivamente, la dosis de mejor comportamiento en todos los parámetros evaluados durante la fase de semillero fue la de 50 ml.L de MNM, lográndose mayor cantidad de posturas, incrementos de la altura de las plantas, grosor del tallo y disminución de la fase de semillero.

Calero, et al. (2019) evaluaron diferentes formas de aplicación de microorganismos en la producción de plántulas de tomate. Los resultados mostraron que, en las tres variedades de tomate, la combinación de la inoculación a las semillas con las aplicaciones foliares de ME incrementó el diámetro del tallo, la altura de la planta, el número de hojas y el rendimiento en las variedades Amalia y Rilia en 26,0 % y en la Seen-2 un 25,0 % con relación al tratamiento control y el ciclo de producción de plántulas fue reducido en las variedades Amalia y Seen-2 un 24,0 % y en la Rilia un 22,0 %. El trabajo se realizó en la Cooperativa de Créditos y Servicios “Humberto Castellano”, ubicada en Banao, Sancti Spíritus, Cuba.

## CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Localización y descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la finca “La Presa” del propietario Francisco Alfonso Espín, asociado a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Abel Santamaría Cuadrado” del municipio de Santa Isabel de las Lajas, Consejo Popular Urbano Norte en la provincia Cienfuegos, la unidad productiva limita al norte con el Camino Lajas - Pasalodo, por el sur con el arroyo El Canuto (Recursos hidráulicos), por el este Tito Dominiciano Vázquez Díaz (Poseedor) y por el oeste con el río Lajas (Recursos hidráulicos), se ubica geográfica en la porción norte y este de la provincia en los 22° 40' 92" Latitud norte y los 80° 28' 70" Longitud oeste.

Se estableció la investigación en el periodo del 28 de octubre del 2023 al 10 de marzo del 2024 correspondiente a la campaña de frío. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, sobre un suelo Pardo con Carbonatos Típicos.



**Figura 4.** Imagen satelital de la finca “La Presa”

#### 2.1.2. Sujetos de investigación

Universo: Especie de la familia Solanáceas

Población: Individuos de la especie *Solanum lycopersicum* L.

Muestra de estudio: Plantas y frutos de *Solanum lycopersicum* L.

Como material de propagación, se utilizó semilla registrada variedad Lyto, fue adquirida por compra en la tienda del agricultor perteneciente al Grupo de la Agricultura Urbana Suburbana y familiar del municipio.

### 2.1.3. Atenciones agrotécnicas del cultivo

La atención agrotécnicas del cultivo se efectuaron a partir de las recomendaciones del Instituto de Investigación Fundamental en Agricultura Tropical del “Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía Semiprotegida” (INIFAT, 2007), se empleó un marco de plantación (1,50 x 0,25 m), se colocó una planta por nido se lograr una población de 26 666 plantas/hectárea.

### 2.1.4. Diseño y descripción de los tratamientos

Las variables evaluadas fueron tres dosis de Microorganismo eficientes (ME) ver tabla 4.

**Tabla 4.** Tratamientos y dosis de ME a utilizar

No	Clave	Dosis de ME (L.ha <sup>-1</sup> )
1	T 1 Control	0
2	T 2	8
3	T 3	10
4	T 4	12

**Fuente:** Elaboración propia.

La fuente de ME a emplear fue el biofertilizante para uso agrícola (MELab) se obtuvo por la compra en el punto de ventas del Grupo Empresarial de Producciones Biofarmacéuticas y Químicas (Labiofam) del municipio.

El MELab está compuesto por una combinación de microorganismos eficientes de los géneros *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus bulgaricum* y *Saccharomyces cerevisiae*, cuenta con un título de 10<sup>6</sup> ufc mL<sup>-1</sup>. La variedad de los microorganismos que los constituyen provocan una acción sinérgica benéfica. (Fernández, et al., 2022, p. 61- 62)

La primera aplicación de MELab se realizó en la etapa de semillero, para contribuir al mejor desarrollo de las plántulas, a dosis estándar de 10 L.ha<sup>-1</sup> en 200 L de agua se ajusta a las recomendaciones del fabricante y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2013).

El resto de las aplicaciones se realizaron 15, 30, 45 días posterior al trasplante (Dpt) para un total de tres según las dosis seleccionadas para cada tratamiento, a partir de ellas se calculará los litros del producto (MELab) a emplear (Tabla 5). Se utilizó un aspersor manual de 18 litros de capacidad, con boquilla de cono hueco a presión constante, se tendrá en cuenta la lluvia y el riego para evitar el arrastre por escorrentía.

**Tabla 5.** Dosis de MELab empleada en la investigación

Tratamientos	Microorganismos eficientes (L)	Agua (L)
T1 (Control)	0	0
T2 (8 L.ha <sup>-1</sup> )	0,30	6
T3 (10 L.ha <sup>-1</sup> )	0,36	6
T4 (12 L.ha <sup>-1</sup> )	0,42	6

**Nota:** Las dosis de MELab para aplicar a cada tratamiento y sus cuatro réplicas.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.5. Área del experimento

Para montar el experimento se utilizó un diseño experimental “Completamente al azar” con cuatro tratamientos y cuatro replicas (Figura C5).

Las características estructurales del área experimental y parcelas se establecen como se muestra:

♠ <b>Área Experimental Total</b>	1 530,00 m <sup>2</sup>
Largo del área	45,00 m
Ancho del área	34,00 m
♠ <b>Parcelas</b>	
Número total de parcelas	16 u
Ancho de parcela	7,50 m

Largo de parcela	10,00 m
Área total de parcela	75,00 m <sup>2</sup>
Área de parcela neta	40,50 m <sup>2</sup>
Separación entre parcelas (pasillos)	1,00 m

#### ♠ **Surcos**

Número de surcos	5 u
Número de surcos total	80 u
Número de surcos netos	48 u
Largo de surcos	10,00 m
Largo de surcos neto	9,00 m
Distancia entre surcos	1,50 m
Distancia entre plantas	0,25 m

La observación gráfica del diseño experimental de una de las 16 parcelas se presenta en la figura D6.

#### **2.1.6. Análisis estadístico**

Cada una de las variables evaluadas se sometieron a análisis de varianza y separación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa, el análisis de los datos se hizo a través del Programa Statgraphics Centurion XVI.II Versión 16.02.0004 en idioma español, las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### **2.2. Caracterización de las condiciones edafoclimáticos de la finca “La Presa”**

La caracterización edáfica de la finca se obtuvo de la información del Estudio de suelos de la provincia de Cienfuegos realizado por el Departamento de Suelos del Ministerio de la Agricultura provincial, 1:25 000 de la provincia, II Clasificación genética. (Instituto de suelos, 1986). Departamento de Suelo de la Delegación de la Agricultura municipal de Santa Isabel de las Lajas.

Las variables climáticas como condiciones de temperatura, humedad relativa y otros parámetros se obtuvieron de la Estación Meteorológica de Santo Domingo previa

coordinación con el Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos (Insmet). Se seleccionó el pluviómetro de la Estación Territorial de Protección de Plantas de Lajas (ETPP) donde se indagó sobre la información correspondiente al régimen de lluvia de los meses de la conducción de la investigación.

### **2.3. Evaluación de la influencia de los ME en las variables agroproductivas en el cultivo del tomate *Solanum lycopersicum* L.**

Las evaluaciones se realizaron en cada una de las 16 parcelas, se basó en la toma de valores de las variables en diferentes momentos fue recopilados los datos para ser posteriormente ingresados en una base digital. Todas las mediciones relacionadas con el crecimiento agronómico se efectuaron en 10 plantas seleccionadas al azar de cada una de las parcelas netas.

- ♣ Altura de la planta (cm): se realizó a los 30, 45 y 60 (Dpt) con ayuda de una cinta métrica, se midió desde la base hasta el ápice terminal de la planta.
- ♣ Diámetro del tallo (cm): se midió a una altura de 10 cm del cuello de la planta, a los, 30,45 y 60 (Dpt). Se utilizó un Pie de rey.
- ♣ Número de frutos por planta (u): se realizó el conteo de frutos por planta cuando los frutos tuvieron un color rojo pintón al dar inicio a la primera cosecha.
- ♣ Diámetro ecuatorial del fruto (cm): se realizó la medida del diámetro de los frutos con la herramienta (pie de rey) cuando finalizó el ciclo del cultivo cuando los frutos alcanzaron la madurez botánica, cuando se realizó la primera cosecha.
- ♣ Masa promedio de los frutos (g): Los frutos cosechados en las 10 plantas seleccionadas, fueron pesado en una balanza de precisión.
- ♣ Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ): El rendimiento se obtuvo evaluando el total de los kilogramos cosechados por planta, de las 10 plantas seleccionadas al azar y luego se multiplicó por la densidad de siembra se calculó el rendimiento.

### **2.4. Cálculo de la factibilidad económica del empleo de los Microorganismos eficientes**

Para realizar el cálculo de la factibilidad económica se tuvo en cuenta los principales elementos de gastos directos e indirectos incurridos en el proceso productivo, se utilizó la información contenida en la Carta tecnológica para la producción del tomate, contemplada en la Actualización de las Fichas de Costo emitida por el Minag en el año 2016, avalada por la Dirección de Contabilidad y Finanzas. Se determinó el costo de producción e ingresos dados por el valor de la producción en cada tratamiento del experimento y se elaboró un Estado de resultado, por la metodología propuesta por Ballesteros (2008).

En el caso de los valores del indicador número de frutos se transformaron los datos antes de ser analizados estadísticamente, para que siguieran una distribución normal; se utilizó la expresión:  $\sqrt{x}$ , donde x fue el valor obtenido de la transformación.

## **CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Caracterización de las condiciones edafoclimáticas de la finca “La Presa”**

Las condiciones edafoclimáticas son factores de importancia en la planificación de las actividades humanas, sobre todo en aquellas que requieren de condiciones ambientales específicas y previstas, como en la agricultura.

#### **3.1.1. Condiciones edáficas de la finca “La Presa”**

De acuerdo al Certificado de aptitud del suelo (Anexo A) la edafología de la finca está clasificado como Pardo con carbonatos típicos, con pendiente, categoría II productivo y un rendimiento 50 % a 70 %.

Según lo analizado por Corella, et al. (2002) son suelos de perfil ABC bien diferenciado, con el horizonte A de color pardo a pardo-oscuro, y buena estructura y un horizonte B pardo-amarillento. Alcanzan entre 40-60 cm de profundidad y en ocasiones presentan muchas gravas ígneas y algunas concreciones calcáreas a través de casi todo el perfil. (p. 113)

Agrega el autor, que la presencia de carbonatos y su lavado influyen en la formación y distribución del humus, alcanzando generalmente la materia orgánica valores entre 3 % - 6 % (en suelos erosionados suele ser menor que 3 %), su distribución es uniforme, pues llega a alcanzar de 2 % a 2,5 % a profundidades de 35 - 40 cm. Son suelos débilmente desaturados, con pH entre 6-8, el cual aumenta con la profundidad. (p. 113)

Por estar próximo a las márgenes del río Lajas ha provocado el deterioro de la textura y estructura del suelo ocasionando poca formación de humus y bajo contenido de materia orgánica explica el propietario, informa además, que durante diez años consecutivos ha realizado aportes de cuatro toneladas anuales de cachaza descompuesta a razón de 10 t.ha<sup>-1</sup> en todas las áreas de la unidad con la asesoría del Departamento de suelos de la Delegación de la Agricultura municipal (F. Alfonso, comunicación personal, 15 de

diciembre del 2023). A criterio de la autora de la investigación, estas acciones logran minimizar las limitaciones de los factores edáficos.

Concuerda las operaciones realizadas con lo recomendado por Hernández, et al (2008) quienes plantearon que es necesario establecer un manejo agroecológico en la finca, con aplicación de materia orgánica en las áreas bajo cultivo, que mantenga la bondad de las propiedades iniciales de los suelos, que se degradan por el cultivo intensivo en combinación con los agentes climáticos. (p. 31)

### 3.1.2. Condiciones climáticas de la finca “La Presa”

En el informe sobre el clima del municipio de Santa Isabel de las Lajas, del Insmet (2023-2024) el clima en el área de estudio es tropical, se refiere, además que la intensidad media de lluvia varía entre 18 y 25 milímetros/día, el promedio anual de precipitación es mayor igual a 1 500 mm. La humedad relativa media anual es 80,7 %, comportándose alta de junio a enero (81 % - 86 %) y baja de febrero a mayo (73 % - 79 %) al igual que la temperatura cuya diferencia media es de 6,7°C, la temperatura media anual es de 23,7°C, la máxima media anual es de 29,5°C, con su máxima en los meses de julio.

Los valores de las variables climáticas para los meses de la conducción de la investigación (Tabla 6) fueron obtenidas Estación Meteorológica de Santo Domingo de la provincia Villa Clara gestionadas por el Insmet y las precipitaciones en ETPP de Lajas.

**Tabla 6.** Datos meteorológicos registrados

Años	Meses	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
2023	Octubre	28,0	70,2	200
	Noviembre	24,0	70,3	153
	Diciembre	26,1	72,3	26
2024	Enero	26,5	70,0	10
	Febrero	23,0	75,0	38
	Marzo	25,0	80,0	25

**Fuente:** Elaboración propia en base de datos del ETPP de Lajas, Insmet

y Estación Meteorológica de Santo Domingo.

Al analizar las variables se observa que las temperaturas medias no sobrepasan los 28,0°C que se corresponde con las necesidades del cultivo para su óptimo desarrollo, que oscila según refiere López (2015) entre 20 y 30°C durante el día y entre 10 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan el fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula. (p. 20)

En tanto el mismo investigador sitúa los valores necesarios para la humedad relativa óptima entre un 60 % y un 80 % que coinciden con las presentes en el periodo experimental y se ratifica que el establecimiento del cultivo en la fecha recomendada para la siembra es garantía de buenas cosechas, al reunir las condiciones idóneas para su desarrollo fisiológico. (p. 21)

### 3.2. Influencia del ME en las variables agroproductivas en el cultivo del tomate *Solanum lycopersicum* L.

#### 3.2.1. Efecto del ME sobre la altura de la planta

Al evaluar los resultados del efecto del ME sobre la altura de la planta (Tabla 7), en la primera toma muestra (30 Dpt) no existen diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos, en los restantes períodos (45 y 60 Dpt) se puede observar diferencia significativa, resultando el T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) el que logra mayor longitud y conforma un grupo homogéneo con T4 (12 L.ha<sup>-1</sup>), ambos superan a los restantes tratamientos. Es evidente la respuesta positiva al empleo del biofertilizante en el cultivo.

**Tabla 7.** Efecto del ME sobre la altura de la planta (cm)

Tratamientos	Evaluaciones		
	30 Dpt	45 Dpt	60 Dpt
T1 (Control)	19,90 a	40,57 c	67,45 c
T2 (8 L.ha <sup>-1</sup> )	20,22 a	42,45 b	72,60 b
T3 (10 L.ha <sup>-1</sup> )	21,17 a	44,15 a	80,45 a
T4 (12 L. ha <sup>-1</sup> )	21,27 a	43,85 a	79,67 a
Es ±	0,4503	0,0910	0,2574

Cv.	4,94 %	2,78 %	6,51 %
-----	--------	--------	--------

**Nota.** Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) según dócima de *Tukey*.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Las diferencias encontradas nos permiten deducir que las plantas de tomate alcanzaron alturas diferentes debido a las dosis de microorganismos eficientes con las cuales fueron tratadas, además se aceptan la aseveración de Olivera, et al. (2015) al expresar que “una baja dosis al ser aplicada a la planta y al suelo, su composición nutricional queda atrapada por los microorganismos del suelo y la planta no puede tomarla para sus funciones vitales”, se confirman en los resultados de T2 (8 L.ha<sup>-1</sup>).

A pesar de ello, Castillo, et al. (2022) analizan que, “al abonar las plantas de tomate con fertilizante orgánico elaborado con microorganismos eficientes, se incrementa la altura de la planta”, lo cual guarda similitud con lo observado en la presente investigación que todos los tratamientos dosificados lograr superar al T1 (Control).

Por otra parte, refiere Pino (2015), desde su observación que es más “fiable inocular los microorganismos beneficiosos dentro del suelo como parte de un cultivo mixto, y a una suficientemente alta densidad de inóculo para maximizar la probabilidad de su adaptación a condiciones ecológicas y medioambientales, explicándonos de esta manera porque a mayores dosis le (Ferti EM), las plantas del cultivo de tomate tuvieron mayor promedio de altura de planta. (p. 43)

Los resultados alcanzados en este indicador del crecimiento evaluado nos permiten corroborar los resultados alcanzados por otros autores como:

Recharte (2015) realizó una investigación experimental en el sector Pisonaypata, provincia de Abancay en Perú, evaluó la efectividad de aplicar ME autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate de la variedad Rio grande obtiene resultados positivos en el crecimiento de las plantas al muestrearlas a los 60 días con valores entre 30,33 y 35,67 cm y argumenta que se debe a la condición necesaria para que los microorganismos hagan efecto y no se vea reducida su población en el medio del cultivo sumado a los factores medioambientales.

Resultado similar fue obtenido también por Fernández, et al. (2022) quien logró incrementos en la altura de la planta en las especies de tomate variedad “Daniel” cuando

aplicó MElab en un estudio investigativo en áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” fue el tratamiento T2 (MElab 10 mL.L<sup>-1</sup>) quien alcanzó los mayores valores (44,3 y 66,6 cm) respectivamente, en ambos momentos estudiados, considera el investigador que existió una respuesta positiva del cultivo ante las aplicaciones del bioproducto.

### 3.2.2. Efecto del ME sobre el diámetro del tallo de la planta

En cuanto al diámetro del tallo de la planta que se muestran en la tabla 8, se pueden observar a los 30 Dpt no existen diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), en cambio para los 45 y 60 Dpt si es evidente las divergencias estadísticas entre los tratamientos, conforman un grupo homogéneo T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) y T4 (12 L. ha<sup>-1</sup>) sin significación entre ellos en las dos últimas evaluaciones y superan estadísticamente a los restantes tratamientos, lo que permite corroborar el efecto bioestimulante de estos microorganismos a esta dosis.

**Tabla 8.** Efecto del ME sobre el diámetro del tallo de la planta (cm)

Tratamientos	Evaluaciones		
	30 Dpt	45 Dpt	60 Dpt
T1 (Control)	0,41 a	0,55 c	0,78 c
T2 (8 L.ha <sup>-1</sup> )	0,42 a	0,74 b	1,06 b
T3 (10 L.ha <sup>-1</sup> )	0,42 a	0,80 a	1,13 a
T4 (12 L. ha <sup>-1</sup> )	0,42 a	0,79 a	1,14 a
Es ±	0,3315	0,1730	0,1570
Cv.	6,10 %	5,29 %	8,12 %

**Nota.** Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) según dócima de *Tukey*.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

A criterio de autor de la investigación el engrosamiento de tallos, es un proceso cardinal en el desarrollo de las plantas. Desde un punto de vista biológico, es de gran importancia porque proporciona el soporte mecánico y la estabilidad que las plantas necesitan para mantener el peso de la parte aérea.

Sobre la respuesta de esta variable a la dosificación de bioestimulante refiere Díaz, et al. (2016), que “al manipular y combinar microorganismos de origen natural, aplicados en

cultivos intensivos; se puede apreciar un mayor grosor de tallos, ya que ayudan a solubilizar el calcio y los fosfatos, para una mejor asimilación de las plantas”. Similar ocurre con plantaciones a campo como es el caso.

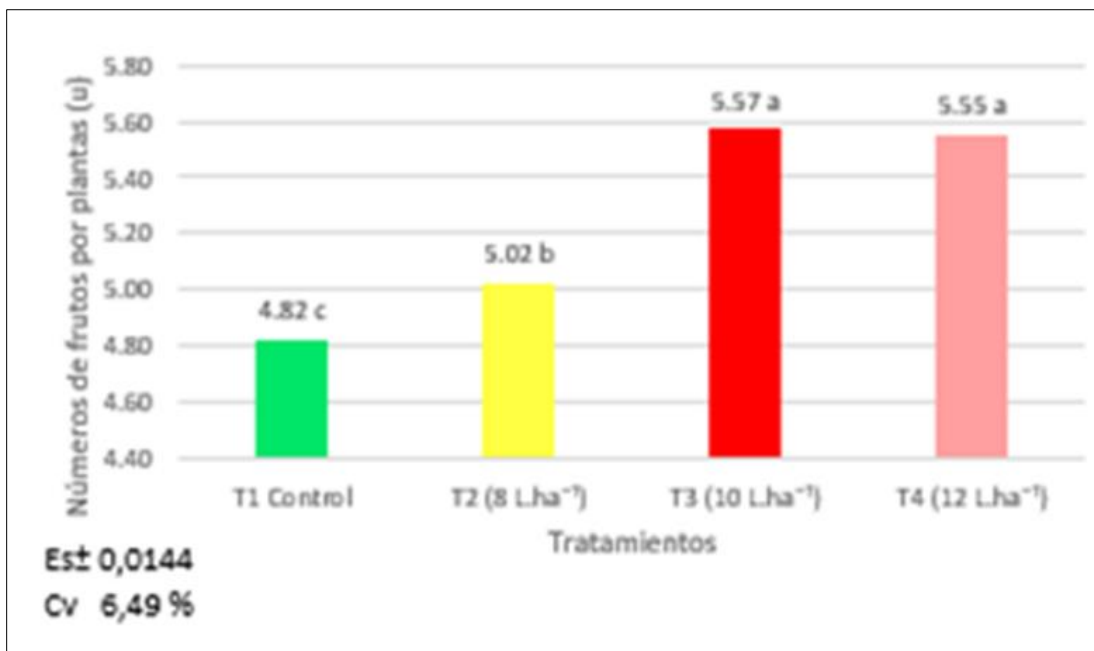
Esta mejor asimilación es consecuencia de “los efectos que generan los microorganismos una vez incorporados al suelos en el mejoramiento de las características químicas, físicas y biológicas, puesto que optimizan la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical y utilizados por las plantas durante su desarrollo vegetativo o reproductivo. (Olivera, et al. 2015, p. 40)

Los resultados obtenidos, tienen similitud con los registrados por Darwin (2022) en una investigación que se desarrolló en la granja experimental “La Pradera” en la provincia de Imbabura, con la finalidad de evaluar el efecto de los microorganismos de montaña de suelos de páramo, en la producción de tomate riñón, refiere haber alcanzado mejores porcentajes de eficiencia en los tratamientos al 5 % logra valores próximos a los 9,00 mm (0,90 cm) a los 60 días posterior al trasplante.

Y con lo observado por Molinet & Lescay (2020) quienes realizan una evaluación morfoagronómica de seis cultivares cubanos de tomate en la provincia de Granma y logran desde la Estación Experimental Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrova", rangos de valores para el diámetro del tallo entre 0,95 y 1,19 cm, lo que se corresponde con los resultados observados en la presente investigación donde se emplea la variedad Lyto obtenida en el país.

### **3.2.3. Efecto del MELab sobre el número de frutos por planta**

Las medias del número de frutos por plantas (Figura 7), presentó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en todas las concentraciones probadas, se obtienen los mayores valores en el T3 ( $10 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), seguido por el T4 ( $12 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) que comprenden un grupo homogéneo entre ellos y superan al tratamiento T2 ( $8 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y al T1 (Control) en este orden.



**Nota.** Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) según d $\acute{o}$ cima de Tukey.

**Fuente:** Elaboraci3n propia a partir de los resultados de la investigaci3n.

### Figura 7. Efecto del ME sobre el n $\acute{u}$ mero de frutos por planta (u)

Los resultados indican que los ME tuvieron efectividad en la etapa de fructificaci3n ya que todos los tratamientos dosificados tienen una respuesta positiva. En este sentido refiere Alsamir, et al. (2017), que “esta variable constituye uno de los principales componentes del rendimiento y se encuentra correlacionado con el mismo y con la capacidad de cuajado”.

A criterio del autor de la investigaci3n la cantidad de tomates por planta puede variar significativamente debido a una serie de factores que influyen en el rendimiento como son: las condiciones climáticas, t $\acute{e}$ cnicas del cultivo, el suelo, nutrici3n y las características genéticas de la variedad.

Sobre la influencia una de las condiciones climáticas explica Proain (2020), que “una buena obtenci3n de frutos dependerá de la humedad relativa 3ptima del 70 %, al no cumplir con este requerimiento el polen se queda en la antera o no puede ingresar al estigma. Llegando a tener consecuencias muy altas en los rendimientos del cultivo” (p. s/n), las mismas quedaron garantizada en el estudio al mostrar valores entre 70 % al 75 % en todo el perıodo reproductivo de las plantas.

En este sentido, otro factor citado son las técnicas de cultivo, que desde la visión de Urrieta, et al. (2012) “el total de frutos por planta lo determinan los productores despuntando al racimo ocho o más”, lo que no es determinante en el presente estudio al ser la variedad Lyto de crecimiento determinado y no requerir de poda.

Varios autores han logrado resultados cualitativamente similares a los de la presente investigación, es importante tener en cuenta que la cantidad de frutos por planta está marcada por las características de la variedad del tomate estudiado y los componentes de los bioestimulante aplicados, pudiéndose citar:

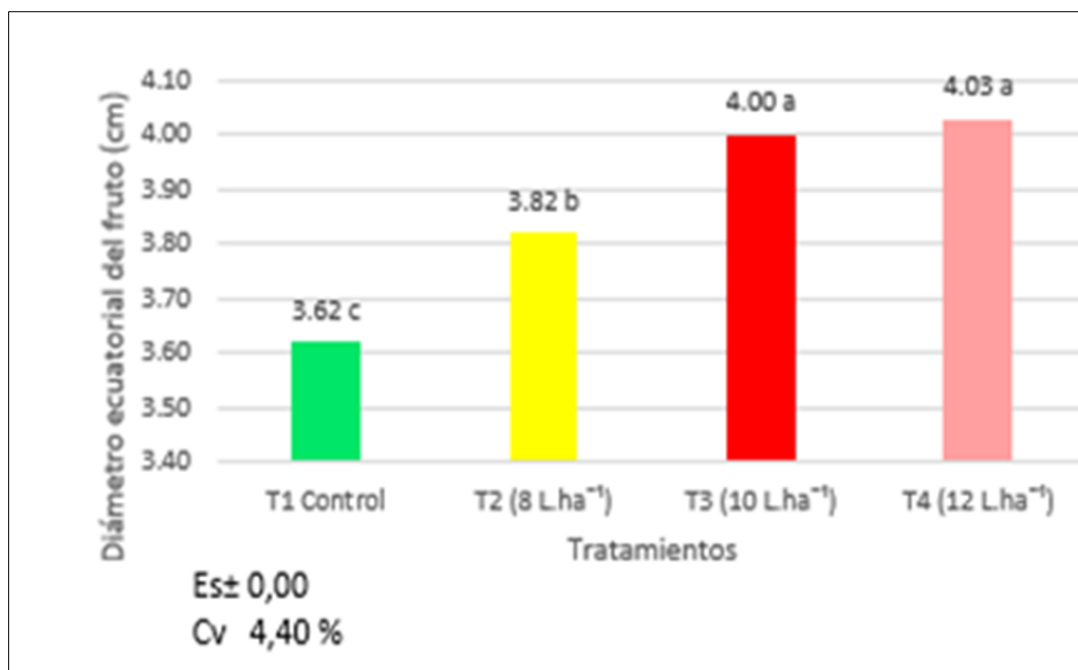
Quispe (2023) quien investiga desde la Estación Experimental Patacamaya, departamento de La Paz (Altiplano Central de Bolivia), el efecto de aplicación de Tricobal y Energy top en tres variedades del cultivo de tomate variedad Pierre, Roma y Super Rio en ambientes atemperados (una carpa solar) observo que la aplicación de los diferentes bioinsumos tuvo un efecto de significancia en el número de frutos por variedad y expresa que los resultados indican que la interacción de los microorganismos proporciona mejores desarrollos en el cultivo de tomate.

Resultados similares fueron obtenidos además por Ruisánchez, et al. (2016), quienes al evaluar la influencia de diferentes frecuencias de aplicación de FitoMas-E en el cultivo del tomate obtuvieron efectos significativos en la estimulación del desarrollo de los frutos en los tratamientos que recibieron el bioestimulante.

Difieren del resultado el trabajo investigativo desarrollado por Cabrera, et al. (2016) que tuvo como objetivo evaluar la efectividad de diferentes dosis y momento de aplicación del biofertilizante micorrizógeno EcoMic® en la producción de tomate "Mamonal 21", no encontraron diferencias significativas en la cantidad de frutos a los 46 Dpt.

#### **3.2.4. Efecto del MELab sobre el diámetro ecuatorial**

Los resultados del efecto de las diferentes dosis de MELab sobre el diámetro ecuatorial de los frutos (Figura 8) demostraron que el tratamiento T4 (12 L.ha<sup>-1</sup>) alcanzo el mayor valor y conforma un grupo homogéneo con el T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) ambos mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) con respecto a los tratamientos T2 (8 L.ha<sup>-1</sup>) y el T1 (Control) respectivamente.



**Nota.** Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) según dócima de *Tukey*.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

### **Figura 8. Efecto del ME sobre los diámetros ecuatorial del fruto (cm)**

Esta variable al igual que la cantidad frutos por plantas están influenciada por las características genética de la variedad, que en el caso que nos ocupa el híbrido Lyto presenta “forma periforme y su diámetro es clasificado de pequeño menor de 4,2 cm” (Minag, 2021), rasgos corroborado con los resultados investigativos obtenidos.

Estos resultados pueden ser atribuidos “a la inherencia de los efectos de los microorganismos que proporcionaron una rápida descomposición de macromoléculas, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles por la rápida descomposición, la cual es causa directa de la hidrolización que realizan los microorganismos como funcionamiento normal de su metabolismo para la obtención de nutrientes” (Higa, 2013, p. 13), lo que garantiza las condiciones para un favorable desarrollo de los cultivos, que se traduce en mayores diámetros en los frutos.

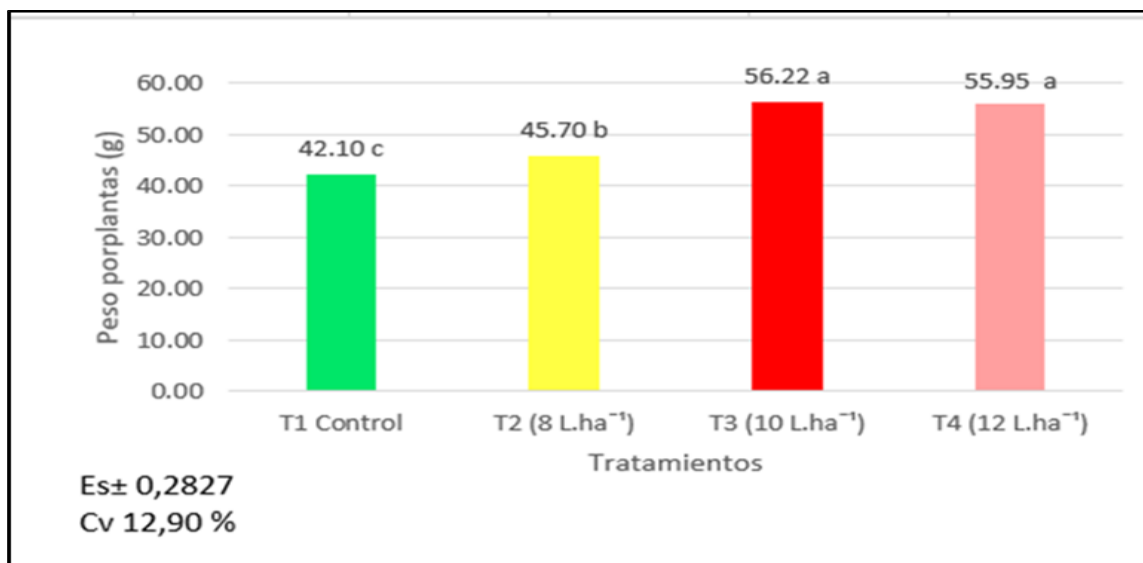
Los resultados coincide con los observados por Bellido (2010) al desarrolla un trabajo de investigación bajo invernadero, ubicado en Ayacucho, Perú con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de incubación de Guano de Isla, en una solución de Microorganismos efectivos naturales (MEN) en el rendimiento de tomate, logra diferencias estadísticas

significativas para la variable, el máximo valor T2 con 4,27 cm y el mínimo en T1 control con 3,52 cm, afirmó el investigador que hubo un efecto positivo de la solución de MEN en la solubilidad de guano, lo que incremento los diámetros de los frutos.

Concuerda además con lo comprobado por Cabrera, et al. (2016), quienes logran diámetros del fruto de la variedad Mamonal 21 en los rangos de 5,99 a 6,26 cm. En este sentido también Quispe (2023) obtiene resultados positivos en su ensayo, al superar todos los bioinsumos empleados al control, alcanzan las siguientes medias para la variable: el Energy Top (3,737 cm), Tricobal (3,481 cm), el tratamiento con la mezcla de ambos productos (3,717 cm) y el control sin aplicación (2,216 cm).

### 3.2.5. Efecto del ME sobre la masa promedio de los frutos (g)

Al analizar la valoración estadística del efecto del microorganismo sobre el peso del fruto por plantas se observa que generó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos en estudio (Figura 9). El T3 ( $10 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y T4 ( $12 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) conforman grupos homogéneos logran los mayores promedios y superan en valores a T2 ( $8 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y T1 (Control).



**Nota.** Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) según dócima de Tukey.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

**Figura 9. Efecto del ME sobre la masa promedio de los frutos (g)**

Otros de los componentes importantes del rendimiento del tomate es el peso de frutos por planta, aunque está fuertemente determinado por el tamaño de los frutos esta variable es predictora de los resultados. El comportamiento que presentaron en la investigación está asociada a la actividad de los bioestimulantes dosificados.

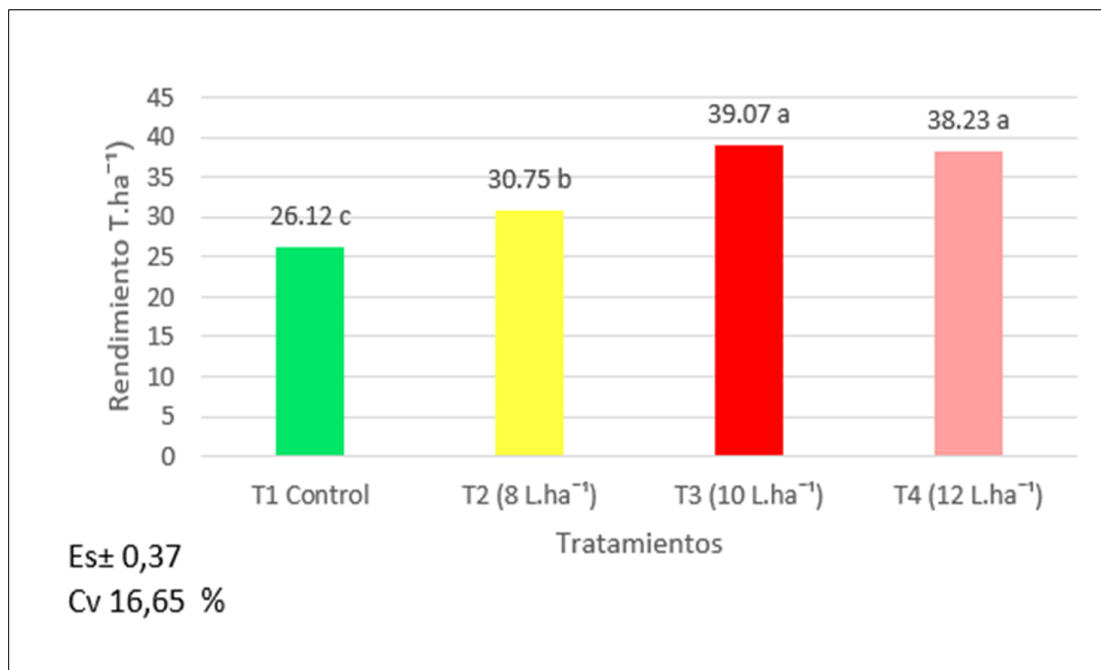
En este sentido expone Leitón (2020), que “al utilizar ME ayudan a mejorar la asimilación de los nutrientes provenientes de fuentes inorgánicas, mediante la retención de la humedad y la estructura del suelo facilitando la actividad osmótica de las raíces y así incrementando la producción”.

Darwin (2022) en su ensayo observa que el rendimiento por planta de tomate riñón variedad Pietro con respecto a las diferentes dosis de microorganismos de montaña, mantuvieron un promedio de 5,20 kg, con diferencias estadísticas entre los tratamientos, asevera que las aplicaciones de dosis altas de microorganismos interfieren en la absorción de nutrientes. Similar a lo visualizado en la presente investigación tanto en el peso de los frutos por planta y parcela.

También coinciden los resultados, con los logrados por Pino (2015) donde observó diferencias significativas entre todos los promedios de los tratamientos, siendo el tratamiento T4 (1000 kg.h<sup>-1</sup>) el de mayor dosificación de Ferti EM el que obtuvo la supremacía en el promedio con 1,8 g de peso del fruto, superando estadísticamente a los demás tratamientos en estudio.

### **3.2.6. Efecto del ME sobre el rendimiento del cultivo**

Resultó significativo la respuesta del rendimiento de tomate Lyto en los tratamientos dosificados con MELab en comparación con el T1 (Control) sin aplicación (Figura 10), los mayores valores fueron logrados en T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) y T4 (12 L.ha<sup>-1</sup>) ( $P \leq 0,05$ ) en este orden, aunque ambos conformando un grupo homogéneo que alcanzan la supremacía estadísticamente en la producción, seguidos por T2 (8 L.ha<sup>-1</sup>) que ocupa el tercer lugar.



**Nota.** Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según d $\acute{o}$ cima de *Tukey*.

**Fuente:** Elaboraci3n propia a partir de los resultados de la investigaci3n.

### Figura 10. Efecto del ME sobre el rendimiento del cultivo

Evidentemente las dosis empleadas de ME en los tratamientos T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) y T4 (12 L.ha<sup>-1</sup>) ejercieron mayor influencia sobre los componentes del rendimiento (el n $\acute{u}$ mero de frutos por planta, el diámetro ecuatorial, los peso por planta y tratamiento), lo que valida el resultado final para este indicador que se establece para la variedad Lyto en 40 t.ha<sup>-1</sup> (Minag, 2021), se corroboran el efecto bioestimulantes de estos microorganismos.

En este sentido, argumenta Ortiz (2010), que “el efecto multilateral que ejercen los fertilizantes orgánicos (y bioestimulante) sobre las propiedades agronómicas de los suelos, si son utilizadas correctamente, incrementan la cosecha de los cultivos agrícolas”. Por su parte Guti3rrez & Ortíz (2015) explican, el manejo nutrimental debe de realizarse de forma eficiente y pr3ctica para activar la disponibilidad y accesibilidad de fuentes de nutrientes para la planta, con el fin de optimizar la productividad de los cultivos disminuir de manera dr3stica el uso de fertilizantes inorgánicos y, por lo tanto, la contaminaci3n de los suelos y el deterioro agroecol3gico (p. 204), sin dudas el ME cumplen con esta funci3n.

Resultados cualitativos similares fueron obtenidos Castillo (2022) cuando comprueba que al emplear fertilizantes fóliales, donde incluye el T2 (ME), en el cultivo del tomate variedad “Celeste”, en Songo La Maya, Santiago de Cuba, tienen una buena incidencia como fuente de nutricional, el rendimiento se incrementa por encima del potencial reportado por el Ministerio de la Agricultura para la variedad que es de  $80 \text{ t.ha}^{-1}$ . Acredita que las composiciones químicas de estos biofertilizantes fueron puestos a disposición de las plantas e influyeron positivamente en el rendimiento, demostrando su eficacia como corrector de las deficiencias nutricionales del cultivo.

Similar además con Fernández, et al. (2022) al analizar el efecto de los tratamientos de MELab sobre el rendimiento del tomate variedad Daniel en los dos períodos estudiados, refiere que alcanzaron los mejores resultados en el tratamiento T2 ( $10 \text{ mL.L}^{-1}$ ) en ambos ensayos con  $20,0$  y  $17,9 \text{ t.ha}^{-1}$  respectivamente, indican que este indicador mantuvo un comportamiento similar al descrito en el análisis del crecimiento de las plantas, se observó que las aplicaciones al cultivo incidieron sobre el rendimiento, lo cual permite reafirmar el potencial que ofrece este bioproducto en la fertilización complementaria.

Por su importancia económica, el rendimiento constituye la variable más importante de todas las evaluadas en el experimento. La inserción de nuevos cultivares con sistema evaluativo sencillo, que permitan medir sus potencialidades productivas en diferentes ambientes, así como su desarrollo agronómico y calidad de la producción, la escasa diversidad de cultivares con buenas características morfoagronómicas, que presenten una alta adaptabilidad a las condiciones que nos impone el evidente cambio climático, resulta un inconveniente a resolver. (Castillo, et al., 2022, p. 6)

### **3.3. Análisis de la factibilidad económica del empleo de los MELab**

Los resultados obtenidos en la valoración económica confirman el efecto del ME sobre los parámetros en estudio en el cultivo de *Solanum lycopersicum*, L variedad Lyto (Tabla 9). De forma general cada uno de los tratamientos inoculados reportaron un incremento de la producción y por consiguiente un beneficio económico o ganancia, esto ratifica los efectos favorables del biofertilizante en especial en el T3 ( $10 \text{ t.ha}^{-1}$ ) que logran los valores más sobresalientes con ingresos \$ 37 220,04 y utilidad neta de \$ 24 352,19.

Hay que destacar que la dosificación en el T4 (12 t.ha<sup>-1</sup>), durante todo el experimento mostró uno de los dos mejores comportamientos, pero por considerar que los valores alcanzados en los costos y gastos de \$ 7 691,36 resultan ser los mayores inclusive supera al T1 (Control), se deduce que el cultivo a dosis superiores a 10 L.ha<sup>-1</sup> ocasionaría un elevado costo de producción por concepto de insumos (Tabla E10).

En este sentido reflexiona Molina (2017) que “el análisis de costos permite planificar, controlar y precisamente tomar las decisiones correspondientes para mantener o mejorar la rentabilidad”.

En el caso que nos ocupa, el costo por peso que se alcanza para todos los tratamientos dosificados valida no solo la factibilidad del empleo del MELab, sino permite apreciar las potencialidades del tomate Lyto de reciente introducción en la producción nacional, ejemplo palpable el \$ 0,30 logrado en el T1 (Control), a pesar de presentarse en todos los análisis anteriores los menores valores.

**Tabla 9.** Resultados del análisis económico de la investigación

Indicador	UM	T1	T2	T3	T4
		(Control)	(8 t.ha <sup>-1</sup> )	(10 t.ha <sup>-1</sup> )	(12 t.ha <sup>-1</sup> )
Rendimiento	t.ha <sup>-1</sup>	26,12	30,7	39,07	38,23
Producción total	t	0,7836	0,9225	1,1721	1,1469
Ingresos por ventas	\$	24 883,22	29 293,99	37 220,04	36 419,81
Costos y Gastos	\$	7 655,38	7 679,38	7 685,37	7 691,36
Utilidad Neta	\$	12 569,82	16 756,16	24 352,19	23572,98
Costo por peso	\$	0,30	0,26	0,20	0,21
Costo Unitario	\$	9 769,50	8 324,53	6 556,92	6 706,22
Rentabilidad de los Ingresos	%	51	91	65	65

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Coinciden estas precisiones con lo reportado por Quispe (2023) quien logra en su investigación valores entre los 11,16 a 15,91 para los costos variables y menciona que el empleo y dosificación de los bioinsumos (Tricobal y Energy top) son el punto de balanza para este indicador que aumenta con el empleo de los bioproducto y disminuye en el sentido contrario.

Para Pino (2015) el no empleo en el tratamiento control de los microorganismos benéficos (FERTI EM) unido a otras causales, propiciaron la pérdida de (-972,10) alcanzadas, destacándose los máximos valores de utilidad neta en los tratamiento con mayor dosificación el T4 (1000 kg.ha<sup>-1</sup>) y el T3 (800 kg.ha<sup>-1</sup>), lo que ratifica que una porción adecuada de biofertilizante disminuye los costos de producción.

Cabrera (2016) refiere, que en los resultados de la valoración económico de su investigación observó que todos los tratamientos inoculados fueron superiores al testigo absoluto, lo cual, enuncia un acrecentamiento en la producción y los ingresos en el tomate Mamonal 21, los mejores valores de venta se obtuvieron en la mayor dosis aplicada tanto en semillero como en plantación.

La producción hortícola se caracteriza por poseer ciclos cortos e intensivos, con alta demanda nutricional, es este sentido el empleo de bioestimulantes, como el MELab que logra estimular el crecimiento, el rendimiento de los cultivos y la reducción del empleo irracional de los fertilizantes inorgánicos es prioritario, bajo esta premisa se estableció el trabajo investigativo con el tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) variedad Lyto por su alto valor económico como especie industrial en la finca “La Presa”.

Los resultados para todas las variables agroproductivas evaluadas mostraron diferencias significativas al empleo del bioproducto, en correspondencia con sus características genéticas de la variedad, comprobándose que es viable la implementación de la propuesta y se recomienda la dosis de 10 L.ha<sup>-1</sup>, que fue la más eficiente sobre la base de la presente investigación. Se logra contribuir además con una producción más estable y sostenida a largo plazo en equilibrio con el entorno.

## CONCLUSIONES

Los objetivos planteados para la investigación llegan a las siguientes conclusiones según los resultados obtenidos.

1. El aporte de enmiendas orgánicas ha contribuido al mejoramiento de los procesos erosivos de la edafología de la finca “La Presa”.
2. Se comprobó la influencia ME sobre las variables agroproductivas resultando el T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) el más destacado logrando un rendimiento de 39,07 t.ha<sup>-1</sup>.
3. Logran niveles adecuados de utilidad todos los tratamientos, se destaca el T3 (10 L.ha<sup>-1</sup>) sus ingresos por las ventas fueron \$ 37 220,04; la ganancia \$ 24 352,19 y el costo por peso de \$ 0,20.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar las siembras en sentido contrario a la mayor pendiente y establecer sistema de barreras anti-erosivas.
2. Ampliar el marco de plantación 0,30 cm entre plantas.
3. Generalizar los resultados de la investigación y productivos de la variedad Lyto con productores de tomate industrial y de semilla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, H. A. (2012). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica*. [Tesis posgrado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.] <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3123>
- Agüero, E. & Borrero, G. (2018). Guía participativa para la producción orgánica de semilla de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad índica. Cartago, Costa Rica. <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2020/08/tomate-peque%C3%B1o.pdf>
- Alarcon, J. Recharte, D.C., Yanqui, F., Moreno, S. M. & Buendía, M. A. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria* 11(1), 67-73. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S207799172020000100067](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207799172020000100067)
- Alsamir, M., Ahmad, N. M., Keitel, C., Mahmood, T. & Trethowan, R. (2017). Identification of high-temperature tolerant and agronomically viable tomato (*S. lycopersicum*) Genotypes from a Diverse Germplasm Collection. Plant Breeding Institute, University of Sydney, Australia. *Adv. Crop Sci. Tech.*, 5 (0), 299. [https://www.researchgate.net/publication/319894024\\_](https://www.researchgate.net/publication/319894024_)
- Álvarez, M., Martínez, Y., José, A. C., Florido, M. & Dueñas, F. (2018). Elbita: variedad de tomate resistente a *Begomovirus* para condiciones tropicales. *Cultivos Tropicales*. 39(3), 91–91. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362018000300013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000300013)
- Ballesteros, D. A. (2008). *Efecto de la suplementación de EM. (Microorganismos Eficientes) en la alimentación de conejos Nueva Zelanda en la fase de ceba en la finca El Pedregal del municipio de Simijaca*. [Tesis de grado Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. Colombia]. <http://www.terra.lasalle.edu.co>
- Baudoin, A., Carvajal, M. A., Achu, O. & Vilela, M. (2017). Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas. Unidad de Comunicación,

GIZ/Proagro. La Paz- Bolivia. <https://www.bivica.org/files/tomate-manual-tecnico.pdf>

Bellido, C. E. (2010). *Efecto de la aplicación del guano de isla incubado en la solución de microorganismos efectivos naturales y distintos niveles de aplicación en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Ayacucho, a 2750 m.s.n.m.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3213>

Blanco, M. W. (2018). Producción orgánica de cultivos. [https://drive.google.com/file/u/0/d/1jtRhIMZcEfqxyTEf3BCHmFZ743Ao-vWI/view?usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/u/0/d/1jtRhIMZcEfqxyTEf3BCHmFZ743Ao-vWI/view?usp=embed_facebook)

Cabrera, Y. L., Miranda, E. & Santana, Y. (2016). Efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMic® en la producción de *Solanum Lycopersicum* L. var. Mamonal 21. *Avances*, 18(1), 77-85. <https://www.redalyc.org/pdf/6378/637867036004.pdf>

Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., Olivera, D., Peña, K., Castro, I. & Jiménez, J. (2019). Evaluación de microorganismos eficiente en la producción de plántulas de tomate de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Artículo de investigación: Biotecnología agrícola y de alimentos. *Revistas de Ciencias Agrícolas* 36(1), 67-78. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.193601.99>

Carravedo, F. M. (2006). Variedades Autóctonas de Tomates Aragón. Zaragoza, España: Centro de Investigación de Tecnología Alimentaria de Aragón, 238. [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/2951/1/R\\_6\\_337\\_2.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/2951/1/R_6_337_2.pdf)

Carriel, E. F. (2017). *Aplicación de microorganismo eficientes y promotores del crecimiento vegetal en los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) en etapa de semillero en la zona de Vinces-Ecuador.* [Tesis en opción al título de ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23384>

- Casanova, S. A., Gómez, O., Pupo, F. R., Hernández, M., Chailloux, M. Depestre, T., Hernández, J. C., Moreno, V., León, M., Igarza, A., Duarte, C., Jiménez, I., Santos, R., Navarros, A., Marrero, A., Cardoza, H., Piñeiro, F., Arozarena, N... Osuna, A. (2007). Manual para la Producción Protegida de Hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, 138. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-08/PNUD-Cuba-manual-hortalizas-protegida.pdf>
- Castillo, J., Fornaris, A. & Echavarría, J. (2022). Efecto de cuatro fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Ciencia en su PC*, 1(2), 1-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181373019009>
- Corella, T. R., Andérez, M. Taboada, M. M. & Taboada, M. T. (2002). Principales aspectos edafológicos de la provincia de Holguín (Cuba). Uso y manejo de los suelos. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Lax, Coruña*, 27(0), 103-115. <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/6541/CA-27-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corpeño, B. (2004). Manual del cultivo de tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. <https://baixardoc.com/preview/manual-cultivo-tomate-5cdc7728df133>
- Cuba. Instituto de Investigación Fundamental en Agricultura Tropical (2007). Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía Semiprotegida. <https://docplayer.es/21896653-Manual-tecnico-para-organoponicos-huertos-intensivos-y-organoponia-semiprotegida.html>
- Cuba. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (2013). Tecnología de bajo costo: Guía de manejo de Microorganismos eficientes (ME). <http://www.iica.int>
- Cuba. Instituto Nacional Ciencias agrícolas. (2007). El tomate *Solanum lycopersicon* L. sección Lycopersicon. Tecnología para la producción de tomate. Manual para productores. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3143?locale-attribute=es>

- Cuba. Ministerio de la Agricultura (2021). Formulario descriptivo de las variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Lyto. Dirección de Semilla y Recursos Fitogenéticos, 2p. (inédito).
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2012). Indicaciones generales para el desarrollo de los cultivos varios en sus diferentes tecnologías. Área funcional de cultivos varios.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2022 a). Anuario Estadístico de Cuba 2021. <http://onei.gob.cu/sites/default/files/agropecuario2022pdf.ONEI.C>
- Cuba. Oficina Nacional de la Estadística e Información. (2022 b) Anuario Estadístico Provincia Cienfuegos 2021. [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario\\_est\\_provincial/00\\_anuario\\_estadistico\\_de\\_cienfuegos\\_2022\\_.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_provincial/00_anuario_estadistico_de_cienfuegos_2022_.pdf)
- Chemonics International. (2008). Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* ó *Solanum lycopersicum*). Programa de diversificación hortícola. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de valores y Conglomerados Agrícolas. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-ciencias-comerciales/administracion-agropecuaria/manual-de-cultivo-de-tomate/40263412>
- Darwin, T. C. (2022). *Efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (Solanum lycopersicum), en Chaltura*. [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12043>
- Del Pino, M. (2022). Guía didáctica: Cultivo y manejo del cultivo del tomate fresco. Curso de horticultura y floricultura. Universidad Nacional de la Plata. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101136/mod\\_folder/content/0/Gu%C3%ADa%20de%20Tomate%202022.pdf?forcedownload=1](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101136/mod_folder/content/0/Gu%C3%ADa%20de%20Tomate%202022.pdf?forcedownload=1)
- Díaz, I., Castellanos, L., Sarduy, M., Toledo, L., Silva, C., Prado, R., & Rossato, L. (2016). Fuentes de fósforo, cachaza y microorganismos sobre las variables morfométricas en plántulas de tomate. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025357852016000300003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852016000300003)
- Díaz, L. A., Vázquez, D., Jarquín, A., Velázquez, A. & Lara, D. A. (2017). Especies tropicales (Fabaceae): Inversión asociada al aporte rizosférico de nitrógeno y

- fósforo al suelo. *Agroproductividad*, 10(12), 116-120.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193017780>
- Dogliotti, S., Colnago, P., Galván, G. & Aldabe, L. (2011). Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas. Tomate (*Lycopersicon esculentum*), papa (*Solanum tuberosum*) y cebolla (*Allium cepa*). Curso de fisiología de los cultivos- Módulo Horticultura. [https://olericultura.files.wordpress.com/2014/12/fisio-y-crec-papa\\_toma\\_ceb.pdf](https://olericultura.files.wordpress.com/2014/12/fisio-y-crec-papa_toma_ceb.pdf)
- Fernández, D. R. (2020). *Estudio comparativo de dos variedades de tomate Solanum lycopersicum L.) bajo condiciones de cultivo protegido*. [Tesis de grado, Universidad de Holguín.] <https://repositorio.uho.edu.cu/bitstream/handle/uho/8387/tesdianarosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, J., Díaz, T. & Salgado, J. M. (2022). Efecto de microorganismos eficientes en la producción de tomate en dos períodos de siembra (Original). *Revista Granmense de Desarrollo Local (Redel)*, 6(4), 56-68. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/3578/8276>
- Franco, M. (2010). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peru. biol*, 16(2), 239 - 242. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v16n2/a19v16n2.pdf>
- Gutiérrez, M. C. & Ortiz, C. A. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 201-15. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000100017](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100017)
- Guzmán, A., Corradini, F., Martínez, J. P., Allende, M., Abarca, P., Fermer, Antúnez., Riquelme, J., Salinas, L. Olivares, N. & Sepúlveda, P. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre. Instituto de desarrollo Agropecuario- Instituto de Investigación Agropecuaria. *Boletín INIA/No* 376. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6707/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20376?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernández, A. Marentes, F. L., Vargas, D. & Padrón, F. (2008). Características de los suelos y sus reservas de carbono en la finca la colmena de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 29 (2), 27-34. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v29n2/ctr050208.pdf>
- Higa, T. (2013). Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA) : Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. [https://cdn.goconqr.com/uploads/media/pdf\\_media/42178589/ef577365-1bb5-4922-a61b-1e268f8784d6.pdf](https://cdn.goconqr.com/uploads/media/pdf_media/42178589/ef577365-1bb5-4922-a61b-1e268f8784d6.pdf)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre. *Boletín INIA*, (376). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29488>
- Leitón, Y. (2020). Evaluación bajo invernadero de fuentes de fertilización orgánica y química en tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*) en Pichincha. UCE, 65. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/2e13cf32-f7e4-4b0d-87cd-abdfc27390be>
- López, L. M. (2015). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Programa regional de investigación por cadenas de valor agrícola (UE/IICA)*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>
- Molina, O. R. (2017). Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela. *Visión gerencial*. 16(2), 217-232. <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/oai:doaj.org-article:e33a7400ed7d402eba7eb3a73d18a691>
- Molinet, D. & Lescay, E. (2020). Evaluación morfoagronómica de cultivares cubanos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la provincia de Granma. *Cultivo tropical*, 41(3). <http://ediciones.inca.edu.cu/>

- Moreno, J. A., & Velarde, K. E. (2016). Aislamiento, caracterización y usos potenciales de microorganismos de tierra de montaña y subtrópico. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6276>
- Moya, C., Arzuaga, J., Amat, I., Santiesteban, L., Álvarez, D., Dueñas, F. Florido, M., Hernández, J. & Fonseca, E. (2009). Evaluación y selección participativa de nuevas líneas y variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la región oriental de Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2): 66-72. <https://repositorio.uho.edu.cu/bitstream/handle/uho/8387/tes-dianarosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las%20variedades%20cubana s%20Amalia%2C%20Vyta,et%20al.%2C%202009>
- Moya, C., Domini, M. E, Gómez, O., Terry, E. & Plana, R. (2007). *Solanum lycopersicum* L. sección Lycopersicon. Tecnología para la producción de tomate. INCA. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/download/305/pdf/844>
- Observatorio Tecnológico del Tomate para Industria. (2023). Producción mundial de tomate. Mesa del Tomate y Consejería de Medio Ambiente, Rural Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura. <https://observatoriotomate.com/produccion/#:~:text=Mundial,%2C%20Italia%2C %20Espa%C3%B1a%20y%20Turqu%C3%ADa>
- Olivera, D., Leiva, L. Calero, A. & Meléndrez, J. F. (2015). Empleo de microorganismos nativos multipropósitos (MNM) en el comportamiento agro-productivo de cultivos hortícolas. *Agrotecnia de Cuba* 39 (7). 34-42. <https://www.researchgate.net/profile/Dilier-Viciedo/publication/301700917>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2023). Base de datos agrícolas. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortiz, A. (2010). Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Cerinza, en condiciones de agricultura urbana. [Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8493>

- Pino, J. N. (2015) Dosis de fertilizante con Microorganismos Benéficos (Feti EM) en el cultivo de ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), en el distrito de Lamas- Región San Martín. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto]. [https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/671/1/TFCA\\_25.pdf](https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/671/1/TFCA_25.pdf)
- Proain, T. A. (2020, octubre 26). Efecto de la temperatura y la humedad relativa para la polinización en el cultivo de tomate. Proain Shop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/efecto-de-la-temperatura-y-la-humedad-relativa-para-la-polinizacion-en-el-cultivo-de-tomate>
- Quispe, A. R. (2023). *Efecto de la aplicación de bioinsumos en base a Microorganismos eficientes en tres variedades del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en la Estación Experimental Patacamaya.* [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32083>
- Recharte, D. C. (2015). *Evaluación de microrganismos eficientes autónomos en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum, Mill) en San Gabriel-Abancay.* [Tesis para optar al título de ingeniero Agrónomo, Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/30>
- República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. (2009). *Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura.* <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>
- Rodríguez, A., Companioni, N., Estrada, J., Cañet, F. & Rey, R. (2012). *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida.* ACTAF-INIFAT. <https://es.scribd.com/doc/84987671/Manual-Tecnico-paraOrganoponicos-Huertos-Intensivos-y-Organoponia-Semiprotegida>
- Rodríguez, G. C., Paredes, P., Goncalves, J. M. P., Alves, I. & Pereira, L. S. (2013). Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria analysis and simulation modelling: ranking for water saving vs. farm economic returns. *Agric. Water Managem.* 126(1), 85-96. <https://www.researchgate.net/publication/257199838>

- Ruisánchez, Y., Camejo, M. & Villar, J. (2016). Influencia de diferentes frecuencias de aplicación de Fitomas E en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Icidca. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 50(1), 39-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420007>
- Toalombo, R. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>
- Urrieta, J. A., Rodríguez, M. de las N., Ramírez, P., Baca, G. A., Ruiz, L. del M. & Cueto, J. A. (2012). Variables de producción y calidad de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* L.) Revista Chapingo Serie Horticultura 18(3), 371-381. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2012000300010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000300010)
- Zambonino, M. (2013). *Compostaje de tres tipos de materia orgánica con la aplicación de microorganismos (Ácido láctico, levaduras y actinomicetos)*. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=6800086&pid=S1666-7719202000010000200042&lng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=6800086&pid=S1666-7719202000010000200042&lng=es)

**ANEXO A**

**CERTIFICADO DE APTITUD DEL SUELO.**
**Expediente: 1238**

El presente documento ampara la Evaluación Agroproductiva y la Aptitud de los suelos, según estudios realizados, se expide para el proceso agrario: **Otros Usufructos**, a favor del solicitante que obra en el **CERTIFICADO DE CATASTRO**, emitido por la Empresa Geocuba.

Datos del Solicitante		Datos Generales Ubicación del área		
Nombre	Francisco Alfonso Espín	Dirección	La Lima	
C. Ident.	64030906387	Municipio	Lajas	
Direcc.	Carretera Lajas - Cruces # 12	# de Catastro	11157	
Mcpio	Lajas	# Tenente	2209	
Prov.	Cienfuegos	Coordenadas	X: 570 817 Y: 288 568	
DATOS DE USO Y SUPERFICIE				
Zona Catastral	No. De Parcela	Superficie Ha	Fecha de Emisión	Ejecutor
05	1702	2.42	21/6/2002	Amaury Rodríguez

Tipo de suelo	<b>Pardo con Carbonatos; Típico</b>
Factores Limitantes	<b>Pendiente</b>
Categoría Agroproductiva	<b>II Productivo (50 - 70 % Rendimiento Mínimo Potencial)</b>
Aptitud	<b>Cultivos Varios</b>

**Regulaciones a cumplimentar en el uso agrícola del suelo**

1. Aplicación de Materia Orgánica, Humus de Lombriz, Compost, Incorporación de Restos de Cosecha.
2. Fertilización según el agroquímico.
3. Laboreo mínimo.
4. Realizar labores en sentido transversal a la mayor pendiente o curvas de nivel.

Dado en Cienfuegos a los 3 días del mes de Septiembre del 2012.  
"Año 54 de la Revolución"

Ing. Yodani López Fonseca,  
Dtor. Prov. Suelos.

Ing. Yamilla Vigo Cuza,  
J. OCET, Provincial.

\_\_\_\_\_  
Especialista Municipal  
Suelos

No: 689 A/12  
C.c. Archivo de Suelos

# MELab

20 L CONTENIDO NETO

SUSPENSIÓN ACUOSA

BIOFERTILIZANTE PARA USO AGRÍCOLA

### LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO

#### PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO

Mantenga fuera del alcance de los niños. Utilizar los medios de protección en la manipulación y aplicación del producto. No comer, fumar o beber durante el manejo y aplicación del producto.

#### SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN

Este producto no afecta a las personas o animales. En caso de presentar molestias por el contacto con el producto, acuda al médico y muestre esta etiqueta.

#### PRIMEROS AUXILIOS

En caso de ingestión excesiva, efectúe lavado gástrico.  
En caso de contacto con la piel, lavar ésta con agua y jabón.  
En caso de contacto con los ojos, lavar éstos con agua limpia.

**NUNCA DE A BEBER NI INDUZCA EL VÓMITO A PERSONAS EN ESTADO DE INCONSCIENCIA**

#### COMPOSICIÓN

Ingrediente Activo: Cultivo mixto de los microorganismos beneficiosos: *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nalo, *Lactobacillus bulgaricus* B/103-4-1, *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12. 5 %  
Ingredientes inertes 95 %

REG. No.:

LOTE:

F. DE FORMULACIÓN:

F. DE VENCIMIENTO:

LABIOFAM

Empresa Laboratorio de Productos Hemoderivados, Sueros, Esteriles y Producción Agropecuaria, UP-3  
Calle 19 No. 1166 al 16 y 18, Vedado, Plaza, La Habana, Cuba

#### INSTRUCCIONES DE USO

##### MODO DE ACCIÓN Y USO

Actúa solubilizando nutrientes en el suelo, estimulando el crecimiento de las plantas e inhibiendo o controlando enfermedades y plagas por los diversos metabolitos presentes tanto en plantas como animales. La carga microbiana que contiene acelera la descomposición de la materia orgánica en medios sólidos y líquidos.

##### DOSIS Y MODO DE APLICACIÓN

Se puede mezclar al momento de su uso con bioplaguicidas, no así con plaguicidas químicos. Para uso en suelo, semilleros y viveros, sustratos de organopónicos y casas de cultivo, tratamientos de semillas e inmersión de posturas; preferentemente junto a Tricosave 34 G a 100 mL por litro de agua y a una solución final de 200 a 400 litros por ha.

Para aplicaciones foliares en semilleros, viveros, y plantaciones de hortalizas, papa, granos: 50 ml/litro de agua (10 L/ha en 200 L de volumen de aplicación), en la plantación o trasplante y repetir cada 15 días. Para tratamientos de residuales sólidos, estiércoles y otros materiales orgánicos a compostar: asperjar a 100 - 250 ml por litro dos veces por semana, usar la dosis máxima en gallineros, cochiqueras.

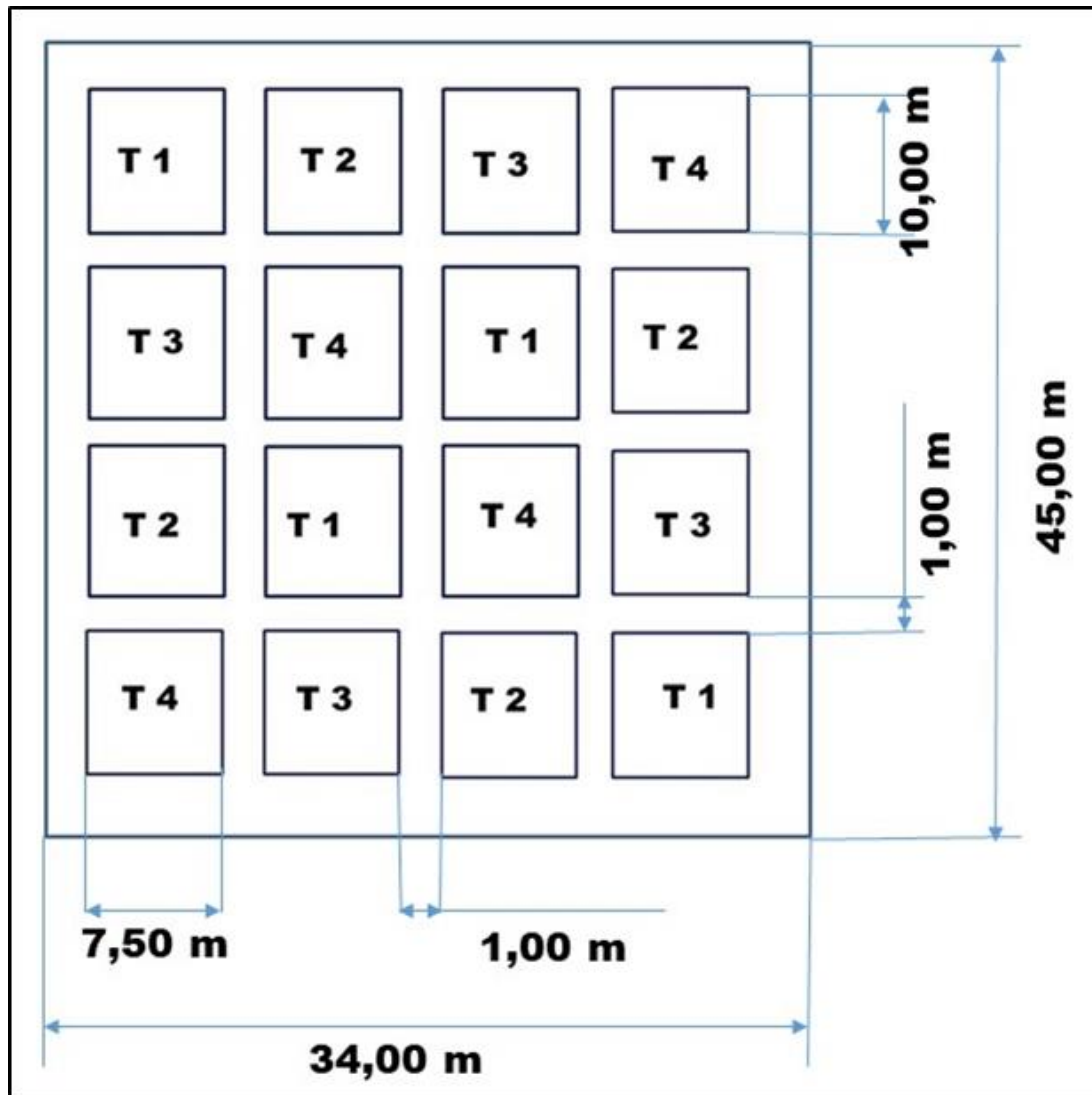
##### CONSERVACIÓN

Consérvese en lugares secos, frescos y sombreados. Estable bajo estas condiciones por 6 meses.



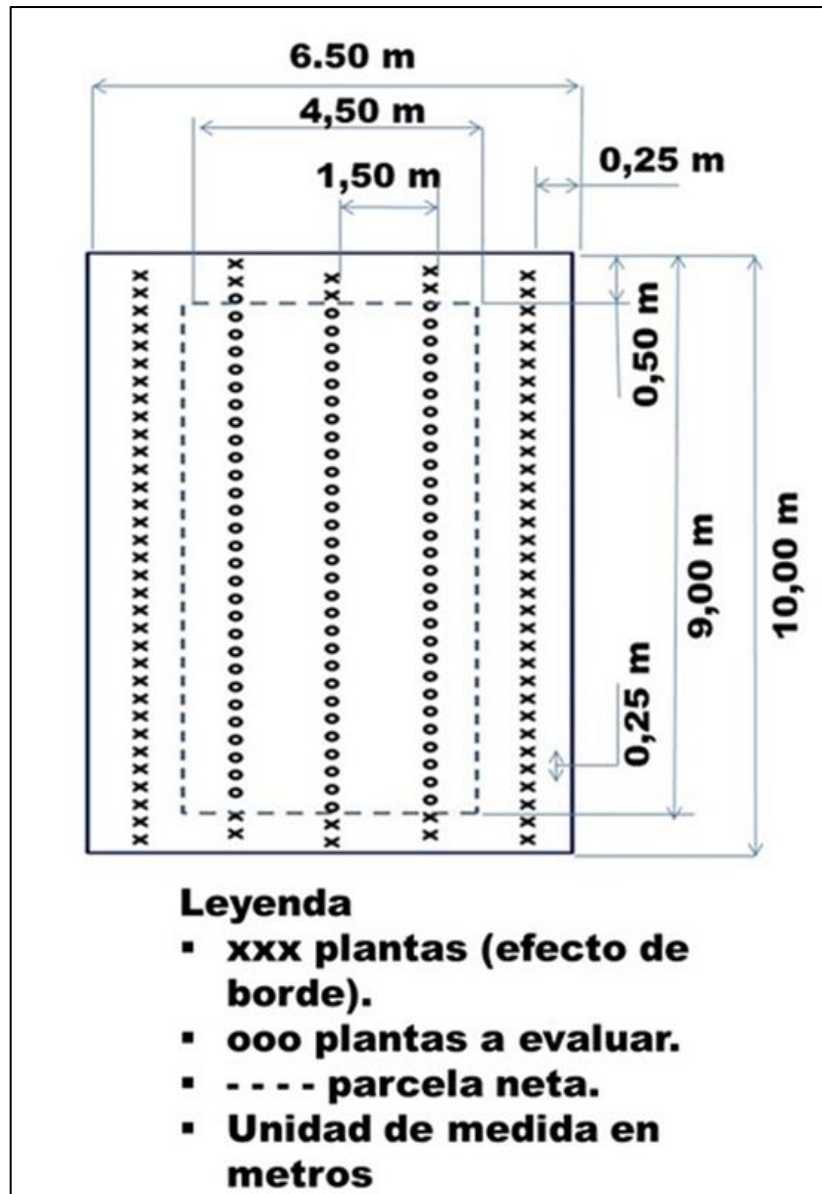
CUIDADO





Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Croquis del área experimental



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Diseño de parcela

*Dirección Agrícola Hortalizas*

La Habana, 5 de enero de 2021

"Año 63 de la Revolución"

De: Departamento de Hortalizas y Cultivos Protegidos.

A: Dirección de Semillas y Recursos Fitogenéticos.

Por medio de la presente expresamos nuestra conformidad, de que la variedad de tomate LYTO obtenida por el IIHLD, sea explotada comercialmente, ya que mejora la estructura varietal de la especie, para el cultivo de tomate de industria, presentando buen rendimiento y resistencia a la virosis TYLCV, contando con la demanda de productores especializados en producir tomate con este destino.

Sin otro asunto,



Juan Carlos Anzardo Ávila  
Jefe Departamento Hortalizas.

## Anexo F

**Tabla 10.** Relación de costos gastos y “Estado de resultado” por tratamientos

<b>Elemento del gasto</b>	<b>T1 (Control)</b>	<b>T 2 (8 t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>T 3 (10 t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>T4 (12 t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Suma de control</b>
<b>Gastos directos de producción</b>	<b>\$ 7 505,023</b>	<b>\$ 7 529,02</b>	<b>\$ 7 535,01</b>	<b>\$ 7 541,00</b>	<b>\$ 30 110,05</b>
<b>Materiales</b>	<b>\$ 3 662,69</b>	<b>\$ 3 686,69</b>	<b>\$ 3 692,68</b>	<b>\$ 3 698,68</b>	<b>\$ 5 635,49</b>
Mancozeb (fungicida)	1 408,87	1 408,87	1 408,87	1 408,87	5 635,49
Semillas Certificadas	2 251,94	2 251,94	2 251,94	2 251,94	9 007,76
Apli. ME en semillero (1)	1,88	1,88	1,87	1,87	7,50
Aplicación de Microorganismo eficiente 4 aplicaciones (8- 10 y 12 L.ha <sup>-1</sup> )	0,00	24,00	30,00	36,00	90,00
<b>Combustible (Diésel)</b>	<b>\$ 242,35</b>	<b>\$ 242,35</b>	<b>\$ 242,35</b>	<b>\$ 242,35</b>	<b>\$ 969,40</b>
Diésel para preparación de suelo	242,35	242,35	242,35	242,35	969,40
<b>Energía eléctrica</b>	<b>\$ 15,62</b>	<b>\$ 15,62</b>	<b>\$ 15,62</b>	<b>\$ 15,61</b>	<b>\$ 62,47</b>
Energía eléctrica para el riego (6)	13,56	13,56	13,56	13,56	54,24
Energía eléctrica para seguridad	2,06	2,06	2,06	2,06	8,24
<b>Salario o jornal pagado</b>	<b>\$ 3 400,00</b>	<b>\$ 3 400,00</b>	<b>\$ 3 400,00</b>	<b>\$ 3 400,00</b>	<b>\$ 13 600,00</b>
Preparación cantero	50,00	50,00	50,00	50,00	200,00
Siembra	50,00	50,00	50,00	50,00	200,00

Limpia y escardes	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
1ra Grada	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
Cruce	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
2da Grada	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
Surque	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
Trasplante	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
Riegos (6 riegos x 4 horas)	600,00	600,00	600,00	600,00	2 400,00
Aporque	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
Limpías manual (2 limpias x 4 horas)	200,00	200,00	200,00	200,00	800,00
Asperjar ME (5 aplica. X 4 horas)	500,00	500,00	500,00	500,00	2 000,00
Asperjar plaguicidas	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00
Cosecha (6 cosechas x 4 horas)	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	4 800,00
<b>Servicios recibidos</b>	<b>\$ 184,36</b>	<b>\$ 184,36</b>	<b>\$ 184,36</b>	<b>\$ 184,36</b>	<b>\$ 737,44</b>
Servicio de mecanización	184,36	184,36	184,36	184,36	737,44
<b>Gastos indirectos</b>	<b>\$ 0,36</b>	<b>\$ 0,36</b>	<b>\$ 0,36</b>	<b>\$ 0,36</b>	<b>\$ 1,45</b>
Depreciación de los medios básicos	0,36	0,36	0,36	0,36	1,45
<b>Costo total de producción</b>	<b>\$ 7 505,38</b>	<b>\$ 7 529,38</b>	<b>\$ 7 535,37</b>	<b>\$ 7 541,36</b>	<b>\$ 30 111,5</b>
Otros gastos	<b>\$ 150,00</b>	<b>\$ 150,00</b>	<b>\$ 150,00</b>	<b>\$ 150,00</b>	<b>\$ 600,00</b>
Gastos de comercialización	150,00	150,00	150,00	150,00	600,00
<b>Impuestos contribuciones y otras retenciones</b>	<b>\$ 4 658,02</b>	<b>\$ 4 858,45</b>	<b>\$ 5 181,48</b>	<b>\$ 5 155,47</b>	<b>\$ 19 853,42</b>

Impuesto por Ventas Pequeño Agricultor 2 %	497,66	585,88	744,40	728,40	2 556,34
Contribución a la cuenta socio Cultural 2 %	497,66	585,88	744,40	728,40	2 556,34
Retención 2% para Fondo de la CCS Abel Santamaría Cuadrado(por acuerdo)	497,66	585,88	744,40	728,40	2 556,34
Contribución Especial de los Trabajadores a la Seguridad Social	<b>\$ 0.00</b>	<b>\$ 0.00</b>	<b>\$ 0.00</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>\$ 0.00</b>
<b>Cálculo de la Utilidad Bruta</b>					
Ingresos Totales	\$ 24 883,22	\$ 29 293,99	37 220,04	36 419,81	127 817,06
Menos: Costos Totales	7505,38	7 529,38	7 535,37	7 541,36	30 111,50
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 17 377,84</b>	<b>\$ 21 764,61</b>	<b>\$ 29 684,67</b>	<b>\$ 28 878,45</b>	<b>\$ 97 705,56</b>
Menos: Otros Gastos	150,00	150,00	150,00	150,00	600,00
Impuestos, Contribuciones y Otros	4 658,02	4 858,45	5 181,48	5 155,47	19 853,42
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 12 569,82</b>	<b>\$ 16 756,16</b>	<b>\$ 24 353,19</b>	<b>\$ 23 572,98</b>	<b>\$ 77 252,14</b>
<b>Relación Costo Beneficio Egresos/Ingresos (Costo x peso)</b>	<b>\$ 0.30</b>	<b>\$ 0,26</b>	<b>\$ 0,20</b>	<b>\$ 0,21</b>	<b>\$ 0,24</b>
<b>Rentabilidad Ingresos Neto/Ingreso Bruto*100</b>	<b>72</b>	<b>77</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>79</b>

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados investigativos.

**Anexo G**



**Figura 13.** Aplicación de MELab al semillero

Anexo H



Figura 14. Medición de las plantas de tomate

**Anexo I**



**Figura 15.** Medición de las plantas de tomate

**Anexo J**



**Figura 16.** Cultivo del tomate Lyto