



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE. INGENIERIA AGRONOMICA**

**EFFECTO DEL INJERTO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE**

**RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN**

**CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

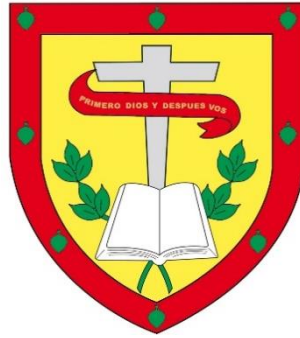
**AUTOR: MENDEZ ROJAS RENE OCTAVIO**

**DIRECTOR: ING. VÁZQUEZ VÁZQUEZ JACINTO ENRIQUE**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EFFECTO DEL INJERTO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE**

**RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN**

**CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR: MENDEZ ROJAS RENE OCTAVIO**

**DIRECTOR: ING. VÁZQUEZ VÁZQUEZ JACINTO ENRIQUE**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



### Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**Rene Octavio Mendez Rojas** portador de la cédula de ciudadanía N° **0106147903**. Declaro ser el autor de la obra: “**Efecto del injerto en la producción de tomate riñón (solanum lycopersicum)**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **10 de mayo de 2022**

F: .....

**Rene Octavio Mendez Rojas**

**C.I. 0106147903**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Méndez Rojas Rene Octavio bajo mi supervisión.



---

Ing. Jacinto Enrique Vázquez Vázquez

**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

MI trabajo de titulación va dedicado a mi familia en especial a mis Padres, Octavio Méndez e Inés Rojas ya que ellos fueron los principales cimientos para mi formación profesional, quienes me supieron formar con sus buenos sentimientos, hábitos y valores, mi padre con sus palabras duras y a la vez de cariño y mi madre con sus palabras tiernas dándome aliento cada vez que quería darme por vencido.

A mis hermanos (as) Olga, Carmen, Sergio, María, Marco, ellos que siempre me apoyaron con sus palabras de aliento, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar y llegar a ser como ellos o quizá mejor.

A mi esposa Andrea y a mi hijo Sergio que fue mi inspiración para salir adelante con su motivación y cariño para llegar a ser alguien en la vida junto a ellos.

Mis sobrinos, Joshua, Emily y Julián quienes me llenan de alegría y cariño día tras día con sus ocurrencias les dedico a todos ellos un sueño más cumplido.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a la Virgen por haberme cuidado y darme salud todo el transcurso de mi vida Universitaria.

Al Ingeniero Jacinto Enrique Vázquez, tutor de mi trabajo de investigación, por su apoyo y confianza en mi trabajo, por la ayuda brindada de sus conocimientos ya que ha sido un aporte fundamental para llegar a mí meta.

Al ingeniero Patricio Oñate, por haberme permitido realizar mi trabajo de investigación junto a él y mostrar iniciativa e interés hacia el tema de investigación.

Al centro de Educación y Capacitación del Campesino del Azuay (CECCA) Por abrirme las puertas y poner a mi disposición su invernadero y producción de tomate para llevar a cabo la investigación, gracias infinitas para cada uno que conforma La Granja Red de Mujeres del Cantón Paute.

Muchas gracias a la UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA por abrirme sus puertas el primer día que llegue y formarme en sus aulas durante los 5 años de la carrera.

Al igual agradezco de corazón a cada uno de mis Maestros por haberme transmitido sus conocimientos, experiencias vividas en su vida profesional y por cada consejo brindado.

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como propósito evaluar el efecto de injertar plantas de la variedad Toivo en un porta injerto de tipo monarca F1 para el cultivo de tomates bajo invernadero en el Centro de Educación y Capacitación del Campesino del Azuay (CECCA) ubicado en el cantón Guachapala, en un invernadero de tomate, en el cual, se colocó 3 tratamientos: el primero, T1 con la variedad Toivo con un espacio entre plantas de 20 cm, el segundo tratamiento T2, con un espaciado de 40 cm y el tercero T3, con la variedad Toivo sobre un porta injerto Monarca F1 con espaciado de 40 cm. Para realizar lo anterior mencionado, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones en la cual, se midieron las características agronómicas de las plantas como: la altura, numero de racimos, tamaño de los frutos y producción de las plantas injertadas a comparación de plantas sin injertar, bajo las mismas condiciones de abono, riego y fertilización. Además, se evaluó la incidencia de nematodos mediante un análisis de laboratorio para comprobar la resistencia de las raíces de cada tratamiento. Entre los principales resultados obtenidos, se pudo comprobar que la variedad Toivo injertada, obtuvo las mejores características agronómicas a comparación de las variedades sin injertar, sin embargo, se pudo evidenciar que la especie injertada era más propensa a tener poblaciones elevadas de nematodos.

**Palabras clave:** Injerto, tomate, nematodo, cultivo, invernadero.

## **Abstract**

The aim of this research is to evaluate the effect of grafting plants of the Toivo variety on a Monarca F1 rootstock for the cultivation of tomatoes under greenhouses at the Education and training of peasant Center of Azuay (CECCA by its Spanish acronym) located in the Guachapala canton, in a tomato greenhouse, in which three treatments were used: the first, T1 with the Toivo variety with a spacing between plants of 20 cm, the second treatment T2, with a spacing of 40 cm, and the third T3, with the Toivo variety on a Monarca F1 rootstock with spacing of 40 cm. A randomized complete block design with three treatments and four replications was used in which the agronomic characteristics of the plants were measured, such as height, the number of clusters, fruit size, and production of the grafted plants compared to ungrafted plants, under the same conditions of fertilizer, irrigation, and fertilization. In addition, the incidence of nematodes was evaluated by laboratory analysis to check the resistance of the roots of each treatment. Among the main results obtained, it was found that the grafted Toivo variety obtained the best agronomic characteristics compared to the ungrafted varieties. However, it was evident that the grafted species was more prone to high nematode populations.

**Keywords:** Grafting, tomato, nematode, crop, greenhouse.

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTOS .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
INDICE DE TABLAS .....	13
INDICE DE FIGURAS .....	14
Índice de anexos .....	15
1. INTRODUCCIÓN .....	16
1.2. Objetivos .....	18
1.2.1. Objetivo General .....	18
1.2.2. Objetivo Específicos .....	18
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	18
2.1. Generalidades del tomate .....	18
2.2. Descripción taxonómica del tomate .....	19
2.3. Características morfológicas del tomate .....	19
2.3.1. Raíz .....	19
2.3.2. Tallo .....	20
2.3.3. Hojas .....	21
2.3.4. Flor .....	21
2.3.5. Fruto .....	22

2.4.	Requerimientos climáticos .....	23
2.4.1.	Temperatura .....	23
2.4.2.	Humedad .....	23
2.4.3.	Luminosidad.....	23
2.4.4.	Suelo.....	23
2.4.5.	Fertilización carbónica.....	24
2.5.	Fenología del cultivo .....	24
2.5.1.	Plántula .....	24
2.5.2.	Crecimiento vegetativo.....	25
2.5.3.	Floración .....	25
2.5.4.	Fructificación .....	25
2.6.	Manejo del cultivo .....	26
2.6.1.	Preparación del terreno .....	26
2.6.2.	Trasplante .....	27
2.6.3.	Fertiirrigación en el cultivo bajo invernadero .....	27
2.6.4.	Podas.....	27
2.6.5.	Tutorado.....	28
2.7.	Principales enfermedades que afectan el cultivo de tomate bajo invernadero .....	28
2.7.1.	Pudrición gris .....	28
2.7.2.	Tizón temprano, mancha negra de la hoja .....	29
2.7.3.	Peste cenicilla (moho polvoriento).....	30

2.8.	Principales plagas que afectan el cultivo de tomate bajo invernadero .....	31
2.8.1.	Mosquita blanca de los invernaderos .....	31
2.8.2.	Polilla del tomate .....	32
2.9.	Injerto del tomate riñón ( <i>Solanum Lycopersicum</i> ) .....	33
2.9.1.	Técnica recomendada .....	34
2.9.2.	Ventajas del injerto .....	34
2.9.3.	Desventajas del injerto .....	35
2.10.	Nematodos .....	35
2.10.1.	Sintomatología de la planta .....	35
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	36
3.1.	Localización del área de estudio .....	36
3.2.	Diseño de la investigación .....	37
3.2.1.	Variables de estudio .....	37
3.2.2.	Tratamientos .....	37
3.2.4.	Análisis estadístico .....	38
3.2.3.	Materiales y equipos .....	39
3.3.	Manejo del experimento .....	39
3.3.1.	Preparación del abono .....	39
3.3.2.	Desinfección del terreno .....	39
3.3.3.	Preparación de enraizantes .....	40
3.3.4.	Disposición de las camas .....	40
3.3.5.	Siembra .....	40

3.3.6. Riego .....	40
3.3.7. Fertilización en etapa de desarrollo y producción .....	40
3.4. Medición de variables (toma de datos) .....	41
3.3.1. Altura de las plantas .....	41
3.3.2. Número de racimos .....	42
3.3.3. Diámetro del fruto.....	42
3.3.4. Población de nematodos .....	42
3.3.5. Producción de tomate .....	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. Altura de las plantas .....	42
4.2. Número de racimos .....	43
4.3. Diámetro del fruto .....	44
4.4. Población de nematodos .....	45
4.5. Producción del tomate .....	47
4.5. Costos de producción .....	49
4.5.1. Resumen de costos de producción .....	50
5. Conclusiones .....	52
6. Recomendaciones .....	53
7. Referencias bibliográficas .....	53
ANEXOS.....	58

## INDICE DE TABLAS

<b>Cuadro 1.</b> Ventajas del injerto de tomates.....	34
<b>Cuadro 2.</b> Variables e indicadores del estudio.....	37
<b>Cuadro 3.</b> Tratamientos y repeticiones de la investigación.....	38
<b>Cuadro 4.</b> Materiales y equipos.....	39
<b>Cuadro 5.</b> Fertilizantes en etapa de producción.....	41
<b>Cuadro 6.</b> Altura de las plantas de tomate en cm a los 60 días.....	42
<b>Cuadro 7.</b> Número de racimos de plantas de tomate a los 60 días.....	43
<b>Cuadro 8.</b> Diámetro de los frutos del tomate en cm a los 60 días.....	44
<b>Cuadro 9.</b> Informe nematológico para suelo y raíz.....	45
<b>Cuadro 10.</b> Informe nematológico por tratamiento.....	46
<b>Cuadro 11.</b> Incidencia de nemátodos.....	46
<b>Cuadro 12.</b> Producción de tomate en libras por tratamiento.....	47
<b>Cuadro 13.</b> Producción de tomate en libras por m <sup>2</sup> .....	47
<b>Cuadro 14.</b> Producción de tomate en libras por m <sup>2</sup> .....	48
<b>Cuadro 15.</b> Producción de tomate por hectárea.....	48
<b>Cuadro 16.</b> Costos fijos del cultivo de tomate para un área de 55,5 m <sup>2</sup> .....	49
<b>Cuadro 17.</b> Costos fijos de productos químicos para un área de 55,5 m <sup>2</sup> .....	49
<b>Cuadro 18.</b> Costos variables del cultivo de tomate para un área de 55,5 m <sup>2</sup> .....	50
<b>Cuadro 19.</b> Resumen de costos variables.....	50
<b>Cuadro 20.</b> Resumen de costos de producción en el cultivo de Tomate.....	50
<b>Cuadro 21.</b> Costos de producción por metro cuadrado.....	51
<b>Cuadro 22.</b> Beneficio producción de tratamientos.....	51

<b>Cuadro 23.</b> Beneficio producción de tratamientos .....	51
--	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Raíces de una planta de tomate .....	20
<b>Figura 2.</b> Tallo de una planta de tomate .....	20
<b>Figura 3.</b> Hojas de una planta de tomate .....	21
<b>Figura 4.</b> Flor de una planta de tomate.....	22
<b>Figura 5.</b> Fruto de una planta de tomate.....	22
<b>Figura 6.</b> Planta de tomate enferma con pudrición gris.....	29
<b>Figura 7.</b> Hojas de la planta de tomate enferma con tizón temprano .....	30
<b>Figura 8.</b> Hojas de la planta de tomate enferma con peste cenicilla. ....	31
<b>Figura 9.</b> Mosca blanca de invernadero.....	32
<b>Figura 10.</b> Estado larvario de la polilla del tomate. ....	33
<b>Figura 11.</b> Nódulos en las raíces de una planta de tomate .....	36
<b>Figura 12.</b> Localización del CECCA Azuay.....	36
<b>Figura 13.</b> Distribución de camas para el experimento en el invernadero.....	40
<b>Figura 14.</b> Altura de la planta de tomate a los 60 días en cm .....	43
<b>Figura 15.</b> Número de racimos florales por planta de tomate .....	44
<b>Figura 16.</b> Diámetro de los frutos del tomate en cm a los 60 días .....	45
<b>Figura 17.</b> Producción de tomate en libras por m2 .....	48

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Preparación del terreno para la siembra.....	58
<b>Anexo 2.</b> Plantas de tomate listas para trasplantar.....	58
<b>Anexo 3.</b> Plantas de tomate a los 3 meses de la siembra .....	59
<b>Anexo 4.</b> Materiales para medir las variables .....	59
<b>Anexo 5.</b> Bitácora de registro de las variables medidas .....	59
<b>Anexo 6.</b> Plantas en etapa de producción .....	60
<b>Anexo 7.</b> Medición de altura de las plantas .....	60
<b>Anexo 8.</b> Pesaje de la producción de tomate.....	61
<b>Anexo 9.</b> Medición de diámetro de los frutos .....	61
<b>Anexo 10.</b> Estado de producción a 4 de febrero de 2021 .....	61
<b>Anexo 11.</b> Plantas secas del tratamiento 1 a 21 de abril de 2021 .....	61
<b>Anexo 12.</b> Toma de muestras para el laboratorio .....	62
<b>Anexo 13.</b> Invernadero del CECCA .....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los productos agrícolas de consumo masivo más apetecidos a nivel mundial es el tomate, en sus distintas variedades, puesto que la extensa gama de productos que se derivan a partir de este cultivo, lo colocó en el primer lugar de producción mundial de hortalizas en el año 2014 (FAOSTAT, 2021). Este producto, al ser tan apreciado, creó un mercado muy diversificado que atrae a muchos inversores y agricultores cada año. Según estadísticas del INEC (2021) tan solo en Ecuador se produjo 31591 toneladas de tomates frescos en el 2019, en un área total de 1401 hectáreas de terreno, que coloca a este tipo de cultivo, en el tercer lugar en el rango de importancia dentro del cultivo de hortalizas en el país.

No obstante, la producción del tomate en el Ecuador se ha visto afectada por diversos factores socioeconómicos, políticos y biológicos que redujo la producción de esta hortaliza de 68355 toneladas en el 2015 hasta 31591 toneladas en 2019 (FAOSTAT, 2021). Uno de los factores que promovieron esta caída importante en la producción del tomate en el país, es la ineficiencia de los productores para controlar las plagas y enfermedades adyacentes al cultivo de tomate bajo invernadero, especialmente de nematodos (*Maloidogyne sp*), responsables de provocar nódulos radiculares en las plantas que causan una baja producción y la reducción de la calidad de los tomates (Villasana, 2010).

Los nematodos, son patógenos microscópicos que habitan en el suelo de los huertos, que se alimentan de las raíces de las plantas. Estos microorganismos, se presentan con regularidad en producciones bajo invernadero, especialmente en monocultivos o con rotaciones muy esporádicas y pueden causar verdaderas pérdidas económicas a los agricultores, relacionado con la baja producción ocasionada por la sanidad de las plantas y la contaminación del suelo (Guerrero & Romo, 2013). Al respecto, Durán & Guzmán (2016) comentan que los monocultivos de tomate de baja rotación son propensos a contraer varios tipos de enfermedades producidos por nematodos y dependiendo de su nivel de infestación, pueden limitar el desarrollo de las plantarlas al punto de matar todas las especies de un huerto, por el contrario, cuando la presencia de nematodos es baja, son capaces de desarrollarse junto con el cultivo sin matarlo, pero afectará la calidad y cantidad de las hortalizas obtenidas.

Por otro lado, la forma de ataque de los nematodos deja heridas abiertas en las raíces que facilitan la entrada de otros organismos perjudiciales como hongos y bacterias que pueden representar un peligro mucho mayor para la planta. Además, ya que los nematodos tienen un tamaño microscópico, las actividades antropocéntricas en la agricultura como el arado, el riego o trasplante pueden dispersar con mayor facilidad estos organismos (Nydia, 2017).

Una forma de potenciar la resistencia a los nematodos de las plantas de tomate, es con el injerto de la variedad comercial con sus parientes silvestres, ya que se pueden obtener los beneficios de la resistencia natural a enfermedades de una planta

no modificada por la agricultura moderna, y el rendimiento de una planta comercial. En adición, el autor Álvarez (2012) menciona que los injertos de tomate en porta injertos silvestres ha demostrado una gran efectividad contra los nematodos pues, plantas que han sido injertadas no mostraron indicios de la presencia de nematodos mientras que otras especies no injertadas obtuvieron tasas de infestación elevadas en un mismo cultivo. Sin embargo, no se han encontrado estudios sobre la efectividad de este tipo de cultivos en el contexto ecuatoriano.

Ante los problemas anteriormente detectados en los monocultivos de tomate bajo invernadero, resulta de especial interés, conocer cuál es el efecto del injerto en la producción y resistencia a nematodos del tomate riñón de la variedad Toivo para compararlo con un cultivo tradicional bajo las mismas condiciones y a partir de ahí, determinar conclusiones y recomendaciones para los agricultores de la zona.

Este documento, pretende proporcionar información relevante sobre los efectos de utilizar plantas injertadas de tomate en monocultivos bajo invernadero en el cantón Guachapala que será útil a toda esta comunidad, puesto que permitirá evaluar de manera objetiva cuales son los beneficios de utilizar este tipo de cultivos frente a los cultivos tradicionales en cuanto a: altura de las plantas, producción, calidad del producto y protección contra enfermedades producidas por nematodos.

Del mismo modo, existen varios estudios relacionados con el análisis de los beneficios asociados al cultivo de plantas de tomate injertadas, puesto que hoy en día, el uso de estos cultivos para potenciar el rendimiento, resistencia a plagas o atribuir una característica beneficiosa a las plantas de tomate, es cada vez más común en el medio, es por esta razón, que a continuación se presentan las investigaciones más representativas encontrados en repositorios digitales de índole científico:

La investigación de Madrigal (2010) realiza una evaluación de la resistencia de la planta del tomate injertado en parientes silvestres contra plagas propias de este cultivo. Para realizar lo mencionado, inició ejecutando ensayos de laboratorio y de campo injertando la especie *Solanum Lycopersicum L.* en la especie *S. lycopesicum var.* y comparó los resultados con las plantas sin injertar bajo las mismas condiciones controladas. Entre los principales resultados encontrados se menciona que las plagas prefirieron asentarse en las plantas sin injertar con una mayor concentración en la especie *Solanum Lycopersicum L.*

Por su parte, la investigación realizada por Álvarez (2012) demuestra que el comportamiento agronómico e incidencias de enfermedades de plantas de tomate injertadas ofrecen mejores características que las plantas sin injertar. El autor llegó a esta conclusión luego de realizar un diseño experimental de bloques completos al azar para disponer de trece tratamientos que involucran plantas injertadas, sin injertar y el cultivo de la planta silvestre. Para el diseño del experimento se midieron alturas de las plantas, dimensiones de tallos, raíces y frutos, además, se registró la presencia de enfermedades. Entre los principales resultados obtenidos se menciona que las características agronómicas de las plantas injertadas fueron ampliamente superiores

que los otros tratamientos, mientras que el análisis del nivel de afección de las plantas por presencia de plagas se mantuvo al mínimo.

Por otra parte, la investigación de Santamaría (2018) sobre la producción del tomate riñón utilizando plántulas injertadas en el palo bobo como inductor de resistencia a nematodos, reporta que utilizaron una metodología de tipo experimental y de corte cualitativo, en la cual, analizaron las raíces obtenidas de los injertos para compararlas visualmente con una escala de índice de afectación por presencia de nódulos, la cual, va del 0 – 9, donde el número cero, representa el índice más bajo y el número nueve el índice más alto de la escala. Entre los principales resultados obtenidos, se demostró que las plantas injertadas mostraron un índice de afectación cercano a cero, lo que significa, una ausencia de nematodos en la raíz, mientras que, en el cultivo de plantas no injertadas, se presentan en valores de 8 y 9 la cual demuestra que si existe infestación de nematodos fito parásitos.

Tomando en consideración todo lo anteriormente mencionado, esta investigación presenta una base teórica en la cual, se describe los aspectos taxonómicos y fenológicos de la planta del tomate, el tipo de manejo durante el cultivo y las principales enfermedades que se pueden presentar en la siembra de esta especie bajo invernadero. Seguidamente, se presenta un cuadro metodológico donde se explica a detalle el diseño de la investigación y el manejo del experimento para recabar los datos. Finalmente, se analizan los datos recabados desde un punto de vista estadístico y comparativo con diferentes investigaciones.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de injertar la variedad Toivo sobre porta injerto Monarca en la producción de tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*).

### **1.2.2. Objetivo Específicos**

- Determinar características agronómicas como altura de plantas, número de racimos florales y tamaño de frutos de las plantas de tomate riñón de la variedad Toivo injertadas y sin injertar.
- Establecer incidencia de nematodos en raíces de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) de los diferentes tratamientos.
- Determinar la producción de las plantas de tomate riñón de la variedad Toivo injertadas y sin injertar.

## **2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

### **2.1. Generalidades del tomate**

La variedad de tomate *Lycopersicum esculentum* más conocido de forma coloquial en algunas regiones de Latinoamérica como “tomate riñón” o “jitomate” es

originaria de América central y existe evidencia que fue cultivada desde épocas prehispánicas cuando este alimento era de color verdoso con un sabor ácido que aún hoy se consumen en lagunas regiones de México, sin embargo, la variedad que hoy conocemos apenas llegó a cultivarse hace un poco más de dos siglos, pero, pese a que este cultivo tiene un periodo de vida relativamente corto, ha llegado a expandirse de forma extraordinaria por todo el mundo por su sabor, cualidades alimenticias, rendimiento y la cantidad extensa de productos que se pueden elaborar a partir de él (Monge & Loría, 2019).

Por otro lado, la planta de tomate es considerado como un cultivo de verano ya que necesita de climas cálidos para desarrollarse de manera eficaz, sin embargo, la implementación de climas controlados como los invernaderos permite obtener cosechas de tomate durante todo el año ya que amplía las zonas climatológicas en las cuales se puede cultivar (Torres, 2020).

## **2.2. Descripción taxonómica del tomate**

Según el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria de Panamá, la taxonomía de la variedad de tomate *Solanum Lycopersicum* es la que se muestra a continuación (López, 2016):

- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Subclase: *Asteridae*
- Orden: *Solanales*
- Familia: *Solanaceae*
- Especie: *Lycompersicum*

## **2.3. Características morfológicas del tomate**

La planta de tomate al pertenecer a la familia de las Solanaceae posee características específicas en cuanto a su tallo, flor, hojas, fruto y sistema radicular que las caracteriza de otras especies y que se presentan a continuación:

### **2.3.1. Raíz**

Espinoza (2019) menciona que la raíz del tomate está conformada por dos partes, la primera es una raíz principal que es corta y muy delicada de las cuales brotan numerosas raíces secundarias fornidas y adventicias, que ayudan a la planta a anclarse al suelo o al sustrato a una profundidad no mayor a 30 cm. Si se seccionara estas raíces de forma trasversal, se podrían observar la epidermis de la planta que contiene los conductos absorbentes que captan el agua y los nutrientes del medio donde está plantada, en adición, se observaría el córtex y el cilindro central que tiene el sistema vascular de la especie. Una ilustración las raíces de la planta de tomate se puede observar figura 1.



**Figura 1.** Raíces de una planta de tomate

**Fuente:** (Cultivator, 2014)

### 2.3.2. Tallo

López (2016) menciona que el tallo de la planta del tomate es considerado pubescente, anguloso, de color verde y posee un grosor característico que, dependiendo de las condiciones climatológicas y la especie puede llegar a medir entre dos a cuatro centímetros de diámetro en su base. Sobre este tallo se desarrollan ramificaciones, tallos secundarios y racimos florales. Por otro lado, en la porción distal del tallo se encuentra ubicado el meristemo apical, del cual brotan nuevos primordios foliares y florales. En la figura 2 se muestra una representación del tallo.



**Figura 2.** Tallo de una planta de tomate

**Fuente:** (PortalFrutícola, 2017)

### 2.3.3. Hojas

Las hojas de la especie *Solanum lycopersicum* o compuesta, presentan nueve foliolos peciolados que miden entre cuatro a sesenta milímetros de longitud que presentan bordes dentados característicos. Estos distintivos se consideran variables puesto que se pueden modificar de acuerdo a las condiciones ambientales (Martínez et al., 2010). Al respecto el autor Espinoza (2019) menciona:

En general, su lámina foliar está integrada por varios foliolos, cuyo número puede ir desde 7 hasta 12, cada uno de ellos es peciolado. Los foliolos de las hojas del tomate poseen un tamaño de 0,4 y 6 cm por 0,3 y 4 cm generalmente. La forma del borde puede ser dentada, rizada o lisa. El peciolo mide desde 2,5 hasta un poco más de 6 cm. (p.7)

Una ilustración de las hojas de la planta de tomate se observa en la figura 3.



**Figura 3.** Hojas de una planta de tomate

**Fuente:** (Infoagro, 2021)

### 2.3.4. Flor

El autor López (2016) menciona en su investigación que la flor del tomate: “Es perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal” (p.15). En adición, los tamaños de las flores pueden variar desde los 2 cm a los 12 cm o incluso llegar a tener más de 30 cm. Una ilustración de la flor se muestra a continuación en la figura 4.



**Figura 4.** Flor de una planta de tomate

**Fuente:** (Agroorganics, 2021)

### **2.3.5. Fruto**

El fruto de la planta del tomate es la parte más representativa y mundialmente conocida de esta especie y tiene características únicas que Espinoza (2019) describe a continuación:

El fruto de la planta *Solanum lycopersicum* es carnoso, de tipo baya, color rojo brillante y en cuyo interior se encuentra dividido en dos o más lóculos, siendo la máxima división 18. Los tamaños son heterogéneos entre los distintos cultivares, por lo general, oscilan entre un poco más de 1 cm hasta aproximadamente 15 cm de diámetro. La forma del fruto del tomate también carece de uniformidad en las variedades, así podemos encontrar tomates globosos, alargados, achatados, forma parecida a la pera, oblada, con un epicarpio liso. El mesocarpio es grueso. En el endocarpio se encuentra embebidas las semillas, las cuales son numerosas. (pág. 2)

Una ilustración del fruto se muestra en la figura 5.



**Figura 5.** Fruto de una planta de tomate

Fuente: (Galiciavilane, 2019)

## **2.4. Requerimientos climáticos**

### **2.4.1. Temperatura**

Como ya se mencionó con anterioridad, la planta del tomate es considerada como una fruta de verano, pues necesita de un clima cálido para desarrollarse completamente. Al respecto, Florido & Álvarez (2015) mencionan que la temperatura óptima para su desarrollo oscila entre los 20 y 30°C en el día y temperaturas entre 1 y 17°C en la noche. Por otro lado, si las condiciones climáticas del huerto superan los treinta grados centígrados las condiciones generales de las plantas en cuanto a crecimiento, volumen radicular y desarrollo de los frutos se verán afectados causando una caída en el rendimiento de la planta. A su vez, si las temperaturas caen a menos de 12°C los efectos son parecidos, pero tiene una particular incidencia en la fecundación defectuosa o nula de las plantas.

### **2.4.2. Humedad**

La Humedad Relativa (HR) es otro factor importante para un desarrollo óptimo de la planta de tomate, puesto que la HR optima se encuentra entre 60% y 80% pues auspicia un desarrollo adecuado en la planta en cuanto a factores de polinización y producción, además, un exceso o déficit de HR en la planta puede producir desordenes fisiológicos que aumenta la susceptibilidad de la planta a contraer enfermedades ya que, si la zona de plantación supera el 80% de HR provoca un agrietamiento en las frutas que facilita a hongos y bacterias acelerar su estado de descomposición, del mismo modo, si el HR disminuye a menos del 60% dificultara la polinización (INFOAGRO, 2021).

### **2.4.3. Luminosidad**

El tomate requiere de un rango de luminosidad favorable para desarrollar todas las características de color uniforme. Al respecto Arana (2016) menciona:

Cuando la luminosidad es escasa dentro del invernadero, las plantas tienden a un aislamiento buscando la luz, los tallos se vuelven débiles disminuyendo el potencial del cultivar reflejándose en la producción. La baja luminosidad también incide en los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta ya que reduce la viabilidad del polen, limita la evapotranspiración y disminuye la absorción de agua y nutrientes llevando la planta a una posible deficiencia de calcio, lo que se conoce comúnmente como podredumbre apical del fruto. (p.8)

### **2.4.4. Suelo**

Según información presentada por Solórzano & Zambrano (2010), las plantas de tomate se adaptan muy bien a diversos tipos de suelos aun que se obtienen

mejores resultados en suelos silíceos y arcillosos que posean una cantidad adecuada de material orgánico. Por otro lado, esta especie de planta es considerado como la hortaliza que mejor tolera las condiciones de salinidad y alcalinidad tanto a nivel de suelos como de riego, lo que convierte a esta variedad en una de las mejores hortalizas para su cultivo bajo invernadero, del mismo modo, pese a la adaptabilidad mencionada, la planta de tomate necesita un sistema de drenaje que libere el exceso de agua, de lo contrario, la planta sufrirá un desequilibrio en su sistema radicular.

#### **2.4.5. Fertilización carbónica**

La fertilización carbónica también conocida como la técnica de enriquecimiento carbónico consiste en la aportación de CO<sub>2</sub> en un ambiente controlado hasta doblar las cantidades normales de la atmósfera de un huerto con la finalidad de estimular la fotosíntesis de las plantas y acelerar su crecimiento, del mismo modo, con la aportación extra de CO<sub>2</sub> se puede conseguir metabolitos secundarios en las plantas que tienen efectos farmacológicos (INFOAGRO, 2021). Por otro lado, si se tiene en cuenta que cerca del cincuenta por ciento del peso total de las plantas es carbono es acertado afirmar que esta técnica puede llegar a convertir a la agricultura en una estrategia para disminuir el incremento de las emisiones de efecto invernadero en la atmósfera del planeta y conseguir productos de mayor calidad en el proceso (Urrutia, 2016).

Una forma para valorar las necesidades de carbono en la atmósfera de los cultivos es realizar balances periódicos de las pérdidas ocasionadas por la absorción de CO<sub>2</sub> en las plantas, la frecuencia de renovación de aire y las aportaciones de carbono que realiza el suelo a la atmósfera del cultivo, además, estos balances son necesarios para asegurar la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos puesto que un déficit o exceso de este gas podría producir daños en el proceso de fotosíntesis que pueden ocasionar quemaduras en las plantas (Rovira, 2015).

Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO<sub>2</sub>, en el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO<sub>2</sub> son de 700-800 ppm, en cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, entre otros (INFOAGRO, 2021).

### **2.5. Fenología del cultivo**

El ciclo de vida del tomate comprende cuatro etapas: plántula, vegetativa, floración y fructificación que se detallan a continuación:

#### **2.5.1. Plántula**

Según información presentada por Juárez et al., (2015), es la etapa inicial de la planta del tomate y comienza con la germinación de la semilla hasta 30 días después de sus primeros brotes y se caracteriza por el aumento acelerado de nuevos tejidos. Se puede favorecer la germinación dando a la semilla condiciones adecuadas como;

un ambiente oscuro con temperaturas no mayores a veinte y cinco grados centígrados y nico-temperaturas no mayores a veinte grados centígrados, puesto que una carencia o sobre exposición de estos factores pueden afectar el desarrollo normal de la plántula causando un crecimiento muy lento.

### **2.5.2. Crecimiento vegetativo**

También llamada etapa vegetativa, esta fase inicia luego de los primeros 30 días después de su siembra y entre 25 a 40 días antes de la floración y se caracteriza por el crecimiento acelerado de ramas y hojas, en esta etapa, la planta requiere de una cantidad mucho más amplia de nutrientes para satisfacer las necesidades de su desarrollo, del mismo modo, la aparición de las hojas sucede en periodos de 3 días, aunque, dependiendo de las condiciones medioambientales como temperatura, humedad y calidad del suelo puede reducirse a dos días, por otra parte, la temperatura juega un factor muy importante (entre 12 y 30 grados) ya que la planta es muy susceptible a cambios bruscos pudiendo morir si la temperatura baja a valores cercanos a los cero grados (INTA, 2021).

### **2.5.3. Floración**

Cuando culmina la etapa vegetativa, la planta está lista para empezar su proceso de fructificación y una señal de esto, es el desarrollo de flores que constituyen una fase previa. Al respecto la organización Infoagro Systems S.L (2021) menciona que:

La floración depende de varios factores como la variedad, la temperatura, la iluminación, y la competencia con otros cultivos, la nutrición y los reguladores de crecimiento. La iluminación solar puede afectar el tiempo de la floración y por el contrario el fotoperiodo tiene un efecto relativamente débil. Las temperaturas elevadas aceleran generalmente el desarrollo floral, también favorecen el aborto de las yemas en condiciones de baja irradiación. El aborto de flores también se produce por la falta de nitrógeno, fósforo y potasio. (p.9)

### **2.5.4. Fructificación**

También llamado cuaje de la fruta, esta etapa inicia cuando la flor es fecundada en un proceso llamado polinización en la que, por acciones de agentes biológicos como las abejas, agentes climáticos como el viento o acciones antropocéntricas, la flor es polinizada, luego de esta polinización, la flor inicia su etapa de transformación en fruta, durante este proceso, el crecimiento vegetativo se detiene por completo ya que el desarrollo del fruto se lleva gran parte de los nutrientes que absorbe la planta (Haifa Chemicals, 2021).

A su vez, existen algunos factores de HR y temperatura que son necesarios para que este proceso se cumpla de manera adecuada, por ejemplo, una humedad relativa inferior a 70% puede ocasionar que el grano de polen no se adhiera eficientemente a la flor o las temperaturas inferiores a 17°C puede provocar su

contracción impidiendo que el ingreso del polen a los estigmas (Cordoba, Gómez, & Núñez, 2018). Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina INTA (2021) el desarrollo del fruto presenta seis estadios:

- Ovario fecundado
- Mitad del crecimiento
- Verde inmaduro
- Verde maduro (momento en que se adquirió el crecimiento máximo)
- Pintón
- Rojo maduro

Por otro lado, según Molina (2010) el ovario de la flor se convierte en fruta madura en un periodo entre 7 a 9 semanas dependiendo de las condiciones del cultivo como, HR, temperatura, posición del racimo entre otros y presenta un patrón de crecimiento sigmoideo de 3 periodos que son:

- Primer periodo; existe un crecimiento lento en la cual, la fruta tiene una forma mucho más alargada con un peso aproximado al 10% de su peso y forma final.
- Segundo periodo; corresponde a un crecimiento rápido, en este periodo la fruta empieza a crecer hasta una forma y peso parecidos a su fase madura
- Tercer periodo; en esta etapa el fruto ya tiene todas las características morfológicas, pero empieza desarrollar sus características metabólicas como el color, PH, semillas, sabor.

## **2.6. Manejo del cultivo**

En la actualidad se ha normalizado el uso de plantas germinadas en semilleros para el cultivo de tomate por todas las ventajas en ahorro de tiempo y obtención de plántulas listas para trasplantar ya que en un periodo de tiempo entre los 30 a 35 días de la siembra las plántulas alcanzan tamaños entre 10 a 15 centímetros con 6 u 8 hojas verdaderas formadas (Augusto, 2017).

### **2.6.1. Preparación del terreno**

Según Vallejo (2013), la preparación del terreno tiene una vital importancia para el correcto desarrollo fenológico de la planta, pues en esta área donde va a germinar la planta y establecer sus raíces para absorber todos los nutrientes necesarios, es por esta razón que el terreno debe asegurar una buena distribución del agua, drenaje y nutrientes. Para cumplir con esto, se debe realizar un arado con profundidades no mayores a 40 cm. De igual forma, se debe rastrar toda la superficie del terreno para romper las acumulaciones de tierra formados por la humedad, de esta manera, se asegura la formación de camas para el trasplante y se facilita los trabajos de formación de surcos.

## **2.6.2. Trasplante**

Respecto al trasplante de plántulas de tomate, Burgos (2014) menciona que las condiciones óptimas para realizar esta actividad, son las siguientes:

- Condición de las hojas; El número mínimo de hojas bien formadas que debe tener las plantas antes del trasplante de 3 a 4, además, las hojas de las plántulas deben estar bien desarrolladas, de color verde y erecto.
- Altura; cuando su altura esté entre los 10 a 15 cm.
- Condición de plántulas; para asegurar un correcto trasplante de las plántulas, estas deben poseer uniformidad en las bandejas de propagación y presentar un color ligeramente purpura.
- Nutrición de las plantas; las plantas necesitan de una buena dotación de fósforo para que puedan desarrollarse de manera adecuada, cuando esta necesidad está correctamente cubierta se puede apreciar por el color purpura intenso en las hojas.
- Condición de las raíces; se debe prestar especial atención a la coloración de las raíces ya que estas muestran indicios que la plántula está lista para el trasplante, se debe revisar aspectos como: coloración blanca de las raíces y que estas llenen en su totalidad la cavidad.

## **2.6.3. Fertiirrigación en el cultivo bajo invernadero**

Según información consultada de López (2016), la fertiirrigación es una técnica muy utilizada en la actualidad, que permite a los agricultores aplicar de forma simultánea: agua, micronutrientes o fertilizantes mediante los diferentes sistemas y mecanismos de riego en un cultivo bajo invernadero. Este método se utiliza en el cultivo de tomates principalmente para incorporar nitrógeno (cantidad recomendada: 300kg/ha), fósforo (cantidad recomendada: 400 kg/ha) y potasio (cantidad recomendada: 600 kg/ha) para mantener una tendencia de crecimiento ascendente de las plantas hasta el momento de la cosecha. Al respecto, Acosta (2016) menciona:

Para obtener una producción eficiente dentro del cultivo de tomate requiere que siempre haya una disponibilidad de agua durante el transcurso de su desarrollo y producción, para ayudar a la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones, se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario durante la etapa de producción. el consumo de agua aproximado por planta es de 1,5 a 2 litros/día, variando independientemente de la zona, condiciones y sistemas de producción donde se desarrolla el cultivo. (p.8)

## **2.6.4. Podas**

Arévalo (2018) menciona que la poda es una práctica enfocada en controlar el desarrollo desmedido de una planta, en el caso del cultivo del tomate se utiliza para delimitar el número de tallos productivos, es decir, se controla la cantidad de frutos que puede producir cada planta. Al aplicar este tipo de prácticas al cultivo del tomate,

aumentan el suministro de nutrientes a tallos seleccionados para que produzcan frutos más grandes, esta práctica, se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas. Así mismo, se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por cada planta, del mismo modo, también son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse tres y hasta cuatro tallos a comparación de las otras variedades que se suele dejar 1 o 2 tallos.

#### **2.6.5. Tutorado**

Según Acosta (2016), el tutorado, es una práctica enfocada al mejoramiento de la aireación de los cultivos, se trata de agregar un material de apoyo para las plantas que les permite mantenerse erguidas y su crecimiento se mantenga hacia arriba, de esta manera, las plantas reciben mayor cantidad de luz solar y consecuentemente se obtienen cosechas de mejor calidad, frutos más limpios ya que no tocan el suelo y frutos de mayor tamaño. Para realiza el tutorado, generalmente se utilizan pajas plásticas que se fijan a las plántulas con la ayuda de alambres, cintas o incluso hilos cuando esta alcanzó una altura entre los 25 a 30 cm.

### **2.7. Principales enfermedades que afectan el cultivo de tomate bajo invernadero**

#### **2.7.1. Pudrición gris**

Se puede mencionar que este tipo de pudrición es una de las enfermedades más dañinas que pueden adquirir las plantas de tomate bajo invernadero, esta enfermedad, es producida por un hongo denominado *Botryotinia fuckeliana* el cual, infecta el cultivo, independiente mente del estado de desarrollo en que se encuentra y a cualquier parte de la planta, especialmente en peciolo, flores, tallos, hojas y frutos, la sintomatología de esta enfermedad, es muy característica ya que las partes afectadas presentan evidencia visual de pudrición de color grisáceo y con textura acuosa, además, este tipo de enfermedad es fomentada por los cultivos que tienen una alta incidencia de humedad con temperaturas que oscilan entre los 20°C (Allente *et al.*, 2017). En la figura 6 se muestra una planta infectada



**Figura 6.** Planta de tomate enferma con pudrición gris.

**Fuente:** (Allente, y otros, 2017)

Por lado, algunos tipos de control de esta plaga que se mencionan a continuación (Martínez & Ángeles, 2019):

- Control permanente del cultivo, que asegura la determinación de niveles de presencia de una plaga que permita tomar acciones oportunas
- Asegurar una correcta ventilación en los cultivos, de esta manera, se reduce la concentración de humedad
- Realizar controles periódicos de plantas enfermas o que muestren indicios de enfermedad para desecharlas y evitar la propagación a otras plantas.
- Mejorar el control de la fertilización nitrogenada.

### **2.7.2. Tizón temprano, mancha negra de la hoja**

Esta enfermedad afecta la parte aérea de las plantas de tomate, más específicamente a las hojas y es causado por el hongo denominado *Alternaria solani* y su sintomatología incluyen lesiones circulares o anilladas de un color oscuro con diámetros entre los 8 a 10 mm, aunque pueden extenderse por toda la hoja dependiendo de las condiciones climáticas, estas lesiones, pueden expandirse por toda la planta hasta afectar a las flores y consecuentemente a un déficit de producción de frutos o la caída temprana de estos (Cervantes, Olalde, Martínez, & Notario, 2020). En la figura 7 se muestra los síntomas de esta enfermedad en hojas maduras de la planta de tomate.



**Figura 7.** Hojas de la planta de tomate enferma con tizón temprano

**Fuente:** (Cervantes et al., 2020)

Por lado, algunos tipos de control de esta plaga que se mencionan a continuación (J. Martínez & Ángeles, 2019):

- Asegurar un monitoreo constante del cultivo, para identificar posibles enfermedades y mermar los efectos su propagación mediante acciones oportunas
- Implementar y fomentar los controles culturales en los cultivos, es decir, acciones que involucran; rotación de cultivos (siembra de distintos cultivos en una misma tierra), eliminación total de contenido orgánico de cultivos anteriores o enfermos, uso de plántulas y semillas certificadas, implementación de un adecuado plan de desinfección de suelo y plantas.

### **2.7.3. Peste cenicilla (moho polvoriento)**

Este tipo de enfermedad es muy común en los cultivos bajo invernadero puesto que las condiciones controladas de humedad y temperatura favorecen el desarrollo de varios agentes nocivos que son capaces de afectar el proceso de la fotosíntesis de las plantas de tomate, entre los principales agentes nocivos identificados de estos síntomas se encuentran las cepas de: *Leveillula taurica* (anamorfo: *Oidiopsis taurica*) y el *Oidiumneo lycopersici* (Gastélum, Malodnado, Beltrán, & Apodaca, 2017). En la figura 8 se muestran algunas hojas de la planta del tomate infectadas.



**Figura 8.** Hojas de la planta de tomate enferma con peste cenicilla.

**Fuente:** (Cervantes et al., 2020)

Por lado, algunos tipos de control de esta plaga que se mencionan a continuación (J. Martínez & Ángeles, 2019):

- Implementación de controles culturales en los cultivos, es decir, fomentar el monitoreo continuo de las plantas para identificar posibles enfermedades y tomar acciones oportunas, implantar planes de desinfección de suelo, eliminación de restos orgánicos de cultivos anteriores o enfermos, asegurar una correcta ventilación.
- Uso de controles químicos, es decir, crear e implementar un plan de acciones preventivas en los cultivos como el uso de fungicidas autorizados.

## **2.8. Principales plagas que afectan el cultivo de tomate bajo invernadero**

### **2.8.1. Mosquita blanca de los invernaderos**

Según informes de Koppert (2021), la mosca blanca de los invernaderos más conocida en el ámbito científico como *Trialeurodes vaporariorum* es una plaga común en los cultivos hortícolas en todo el mundo. El ciclo de vida de esta plaga, consta de cuatro estadios: huevo, ninfa, pseudopupa y adulto, del mismo modo, el desarrollo de cada uno de estas fases depende directamente de las condiciones medioambientales que ofrece el invernadero, además, cuando esta especie llega a su estado adulto desarrollan un aparato bucal perforador excelentemente desarrollador capaz de perforar la corteza de la planta para alimentarse mediante succión de la savia producida por la planta del tomate.

Si la población de moscas blancas de invernadero crece demasiado, la succión combinada de todos los especímenes reducirá el flujo de nutrientes de la planta causando un desmejoramiento generalizado y puede derivar en el marchitamiento de las hojas y caída temprana de frutos, lo que disminuye significativamente la

producción de tomates causando pérdidas de producción (Allente, y otros, 2017). En la figura 9 se muestra la plaga mencionada.



**Figura 9.** Mosca blanca de invernadero.

**Fuente:** (Pizarro, 2015)

Por lado, algunos tipos de control de esta plaga que se mencionan a continuación (J. Martínez & Ángeles, 2019):

- Implementación de controles culturales que aseguren la eliminación de restos orgánicos de los cultivos anteriores (huevos) y la ejecución de un plan de desinfección de suelo. También, se puede incorporar inspecciones de las plántulas antes del trasplante.
- Uso de controles biológicos como la inserción de depredadores naturales para eliminar la plaga desde los primeros indicios, o con el uso de parasitoides de los huevos como el *Encarsia formosa*.
- Establecimiento de controles químicos con sustancias certificadas.

### **2.8.2. Polilla del tomate**

La polilla del tomate, también conocida en el ámbito científico como: *Meyrick*, es un insecto lepidóptero de la familia de los *Gelechiidae* con alto potencial reproductivo ya que puede engendrar hasta 12 generaciones por año dependiendo de las condiciones climatológicas, su modo de reproducción empieza cuando la hembra de esta especie, en su etapa reproductiva, deposita los huevos en las partes aéreas de la planta, especialmente en las hojas, en las cuales deposita un promedio de 45 huevos durante toda su vida, seguidamente, los mayores daños que puede producir esta especie, es durante su etapa larvarias, pues, luego de su eclosión, las larvas penetran por igual; frutos tallo u hojas en búsqueda de comida y llegan a crear largas galerías por su paso que pueden marchitar a la planta o pudrir los frutos (Salazar & Araya, 2011). En la figura 10 se muestra la plaga mencionada.



**Figura 10.** Estado larvario de la polilla del tomate.

**Fuente:** (EcuRed, 2021)

Por lado, algunos tipos de control de esta plaga que se mencionan a continuación (J. Martínez & Ángeles, 2019):

- Implementación de controles físicos, es decir, con la instalación de mallas anti áfidos que disminuyan la tasa de ingreso de las polillas adultas al invernadero, de esta manera, se reduce la proliferación de la especie.
- La incorporación de controles biológicos; se pueden usar algunos géneros de *Trichogramma* que parasitan a los huevos de la polilla del tomate y se puede utilizar desde los primeros avistamientos de esta especie.
- Uso de controles químicos como las trampas de feromonas

## **2.9. Injerto del tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*)**

Según Peil & Gálvez (2016), el uso de portainjertos en la producción de tomates se realiza con distintos fines, ya que, por la gran popularidad que goza este producto en todo el mundo, agricultores de varias zonas climáticas se animaron a cultivar esta especie dentro de invernaderos, sin embargo, los huertos no siempre están preparados para adaptarse a las condiciones de suelo de cada región lo que vuelve a los cultivos propensos a adquirir enfermedades. Por lo anterior mencionado, los agricultores optan por injertar las plantas de tomates en especies silvestres con mejor adaptabilidad al medio ambiente para potenciar el vigor y la resistencia de las plantas frente a enfermedades y nematodos de suelos.

La labor de injertar una planta de tomate es relativamente simple, consiste en tomar la parte superior de una plántula saludable y unirla a otra planta denominada patrón o porta injerto que puede ser de origen silvestre o criada específicamente por sus características de resistencia a enfermedades, de esta manera, la raíz del patrón, que ya está adaptada al suelo de la región, subministra los nutrientes necesarios a la plántula para que se desarrolle de forma adecuada mientras la protege de enfermedades y plagas propias de las raíces (Berger, 2021).

### 2.9.1. Técnica recomendada

La técnica de injerto del tomate no se diferencia de otras variedades pues se toma las mismas consideraciones como: elegir plántulas con un espesor similar a la sección en la cual se va a injertar, realizar cortes biselados con el mismo grado de inclinación en ambas secciones, asegurar la unión con una lámina de plástico para evitar infiltraciones de patógenos. Al respecto Berger (2021) menciona:

El corte debe ser idéntico tanto en el patrón como en la variedad y a un ángulo de 45 grados, especialmente si no se cuenta con experiencia. Al portainjertos se le debe dar un corte a un mínimo de 2.5 cm por encima del cepellón y asegurarse de que este corte no quede muy bajo, ya que al plantarse podría quedar pegado al suelo de la variedad y crear raíces. Los cortes se deben de realizar con precisión y poco a poco y posteriormente deben de ser insertados inmediatamente a fin de prevenir la deshidratación. Es muy importante que los ángulos de los tallos coincidan lo mejor posible y que el clip sujete la unión de manera precisa. Una vez hecho esto es conveniente humedecer las charolas al terminar de injertar para así dar pasó al proceso de fusión. (p.1)

### 2.9.2. Ventajas del injerto

Según la agrupación SACSA (2021) las ventajas de realizar injertos de tomate radican en la potenciación de la resistencia a enfermedades propias del suelo, mejoramiento genético, ahorro de espacio e incremento de la productividad y se definen a continuación en la tabla 1.

**Cuadro 1.** Ventajas del injerto de tomates.

Ventaja	Descripción
Resistencia a plagas y enfermedades	Otorga resistencia frente a bacterias, virus y nematodos del suelo, siendo una alternativa limpia en el control de enfermedades como marchitez por hongos y bacterias, virus del mosaico del tabaco, nódulos de la raíz producidos por nematodos, y raíz acorchada o raíz roja, entre otras
Mejoramiento genético	El injerto crea una nueva planta siendo una tecnología de mejoramiento más rápida que los métodos convencionales. Mejoramiento fisiológico, mediante el vigor radicular otorgado por el portainjerto, así como incremento en calidad, número y tamaño de frutos
Ahorro de espacio	, la densidad por hectárea puede reducirse hasta la mitad, porque el vigor de una planta injertada permite manejarla a dos tallos y reemplaza a cultivos a un tallo, siendo óptimo sobre todo para invernadero
Incremento de productividad	mejora la tolerancia a factores adversos (salinidad, falta o exceso de humedad), propiciando el uso eficiente del agua y nutrientes, así como retraso del envejecimiento celular por el vigor radicular, aceleración de la madurez reproductiva de plántulas, y resistencia a la sequía

**Fuente:** Modificado de (Grupo SACSA, 2021)

### **2.9.3. Desventajas del injerto**

Por otro lado, pese a las evidentes ventajas del uso de portainjertos en la producción de tomates, existen algunas consideraciones que los agricultores deben tomar antes proceder con esta técnica, pues, como menciona SACSA (2021), existen algunas como el aumento del costo de inversión inicial puesto que se utilizan doble semilla. También, cuando el agricultor no tiene experiencia realizando este tipo de procedimiento es muy común que un porcentaje importante de los injertos se pudran.

### **2.10. Nematodos**

Los nematodos son una especie de gusanos de orden microscópico que habitan en el suelo de los cultivos que se alimentan de otros microorganismos como hongos y bacterias, por lo cual, la gran mayoría no representa un peligro para la agricultura o los cultivos de tomates, sin embargo, existe un grupo de estos organismos que sí representan un peligro potencial para la horticultura denominado nematodos fitógenos que se alimentan de las raíces de las hortalizas como la especie *Meloidogyne incognita* (Cardona, Castaño, & Ceballos, 2016). Al respecto, la organización gremial internacional CropLife (2021) menciona:

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne* — como en la mayoría de los nematodos Fito parásitos consiste de 6 estadios: huevo, cuatro estadios juveniles (J1, J2, J3 y J4) y adulto. La infección se inicia por la larva juvenil 2, la cual está en el suelo y ataca la punta de raicillas finas, penetra al interior e inicia la migración hacia porciones radiculares de arriba. Mediante el uso de su estilete, perfora las paredes celulares e inyecta secreciones que dan lugar a la formación de células deformes o bien producir muchas células alrededor de la cabeza del nematodo. (p.1)

#### **2.10.1. Sintomatología de la planta**

Ya que los nematodos son del orden microscópico y tienen características filiformes resulta difícil identificar la presencia de esta plaga, sin embargo, se pueden identificar algunos síntomas como la presencia de agallas o tumores en las raíces, un crecimiento anormal y lento de las plántulas, desmejoramiento en la pigmentación de las hojas y retraso en la floración, frutos pequeños y de color amarillento entre otros (Medeiros et al., 2017). Uno de los síntomas mencionados se muestra en la figura 11.



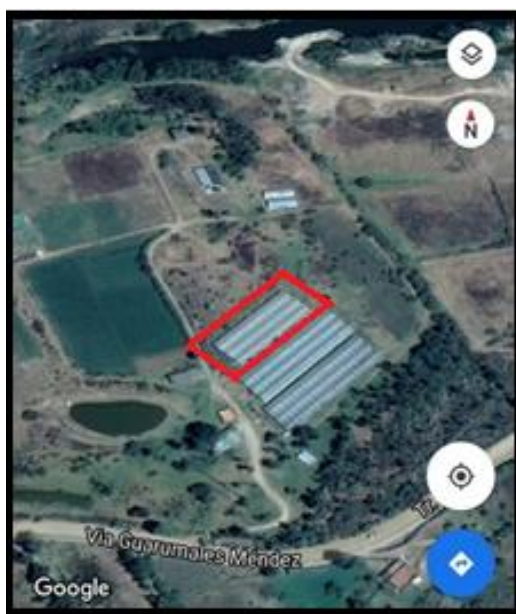
**Figura 11.** Nódulos en las raíces de una planta de tomate

**Fuente:** (Rizo, 2013)

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Localización del área de estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero perteneciente al Centro de Educación y Capacitación del Campesino del Azuay (CECCA) en convenio con la Cooperativa de Ahorro y Crédito Jardín Azuayo en el cantón Guachapala granja de la Red de Mujeres del Cantón Paute. Según el directorio de WISER (2021) Al CECCA lo constituyen diversos organismos de carácter autónomo sin ánimo de lucro que recibe financiación externa para desarrollar investigaciones y ofrecer servicios agrícolas a bajo costo a la población rural del Azuay, especialmente a la población de bajos recursos. En la figura 12 se muestra la localización del invernadero en Google maps.



**Figura 12.** Localización del CECCA Azuay

Fuente: Google maps.

### 3.2. Diseño de la investigación

La metodología utilizada en el presente documento corresponde a una adaptación del diseño metodológico de tipo hipotético experimental utilizado por Santamaría (2018) en el cual, se realiza una experimentación para comprobar o refutar una hipótesis. Para realizar lo anteriormente mencionado, se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de estudio, los tratamientos y los materiales utilizados se describen a continuación:

#### 3.2.1. Variables de estudio

Antes de iniciar con la fase experimental, se determinaron las variables de estudio que posteriormente fueron observadas, medidas y comparadas para determinar el efecto del injerto en la producción de tomate riñón en sus distintos tratamientos. Estas variables, se consideraron a partir de los factores más importantes para la producción de tomate riñón que son: las características agronómicas de las plantas, el porcentaje de infestación o incidencia de nematodos y la producción de las plantas. Para realizar lo antes mencionado, se establecen algunos indicadores para medir las diferentes variables que se presentan a continuación en la tabla 2.

**Cuadro 2.** Variables e indicadores del estudio.

Variable	Indicadores	Unidad
Características agronómicas	Altura de las plantas	Cm
	Número de racimos	Unidad
	Diámetro de frutos	Cm
Incidencia de nematodos	Población de nematodos	Población en 100 gramos de raíces
Producción	Producción de tomate por hectárea	lb/ha

#### 3.2.2. Tratamientos

Como ya se mencionó con anterioridad, se procedió a realizar un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones (3x4). Los primeros 2 tratamientos se aplicaron en la variedad Toivo en distintos espacios entre plantas, mientras que el tratamiento 3 se aplicó en la variedad Toivo sobre una porta injerto de la variedad Monarca. La distribución de los tratamientos, repeticiones, variedades y espacios entre plantas se presentan a continuación en la tabla 3.

**Cuadro 3.** Tratamientos y repeticiones de la investigación.

Tratamiento	Repetición	No. Plantas	Variedad	Espacio entre plantas (cm)
T1	R1	40	Toivo	20
	R2	40		
	R3	40		
	R4	40		
T2	R1	20	Toivo	40
	R2	20		
	R3	20		
	R4	20		
T3	R1	20	Toivo sobre porta injerto Monarca	40
	R2	20		
	R3	20		
	R4	20		

#### 3.2.4. Análisis estadístico

Para determinar el grado de influencia que tuvieron los tratamientos en las variables de estudio, se utilizó el programa estadístico Infostat, con el cual se realizaron análisis de varianza para comprobar o refutar la siguiente hipótesis:

- Al injertar la variedad Toivo sobre porta injerto Monarca hay un efecto positivo en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*).

Una vez que se realizó el análisis de varianza, el programa ofrece un cuadro con datos estadísticos que permitieron establecer si los términos colocados en el modelo están asociados con las respuestas (variables) los cuales se mencionan a continuación:

- Valor F calculado: Es un dato estadístico que calcula el programa Infostat que sirve para determinar si cualquier término en el modelo está asociado con la respuesta, incluidos covariables, bloques, términos de factores y curvatura
- Valor p: Es una probabilidad se compara con un nivel de significancia (0.05) para comprobar o refutar una hipótesis, es decir, si el valor p es menor a 0.05, se acepta la hipótesis, mientras que si el valor p es mayor a 0.05 significa que no se puede concluir que el modelo puede explicar las variaciones

Por otro lado, también se aplicó una prueba de tukey al 5% para determinar, cómo afectó en las variables los distintos tipos de cultivos

### 3.2.3. Materiales y equipos

Todos los materiales, insumos y equipos necesarios para desarrollar esta investigación, se presentan a continuación en la tabla 4.

**Cuadro 4.** Materiales y equipos.

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Material de invernadero	Letrero de señalización Bomba para fumigar Lampas Regadera
Insumos	Agua de riego Nitrato de calcio Nitrato de magnesio Boro-zinc Fosfato mono potásico Halkaphost Humus líquido.
Equipos tecnológicos	Balanza Computadora Impresora Calculadora Cámara fotográfica Bomba de agua
Material biológico	Plantas de tomate riñón variedad Toivo Plantas variedad Toivo injertadas en Monarca

### 3.3. Manejo del experimento

#### 3.3.1. Preparación del abono

El único abono utilizado para la siembra, fue el “humus de lombriz californiana” que es un abono orgánico y ecológico que se prepara dentro de las instalaciones del CECCA y se obtiene a partir de un proceso denominado: “vermicompostaje” en la cual, se coloca estiércol de cuy en un foso para que las lombrices descompongan este material gracias a la acción de sus enzimas digestivas.

#### 3.3.2. Desinfección del terreno

Para desinfectar el suelo se aplicó 25 cc de bala en forma de drench en todas las camas. Todo el procedimiento descrito se lo realizó el 2 de octubre, es decir, dos semanas antes de la siembra.

### 3.3.3. Preparación de enraizantes

Para preparar los enraizantes, se realizó una mezcla utilizada por el CECCA de 50 cc silikon con 50 cc de feno-k en 20 litros de agua.

### 3.3.4. Disposición de las camas

El espacio total dispuesto para el experimento dentro del invernadero del CECCA fue de 4 camas, las cuales, se dividieron en 12 partes con una extensión de 8m x 70cm cada una. La disposición de las camas y la distribución de los tratamientos se muestran a continuación en la figura 13.

**Figura 13.** Distribución de camas para el experimento en el invernadero.

Cama Bloque

1		Tomate riñón siembra normal		
2	1	T1	T2	T3
3	2	T3	T2	T1
4	3	T2	T3	T1
5	4	T3	T1	T2
6		Tomate riñón siembra normal		

### 3.3.5. Siembra

La fase de siembra se realizó de forma manual el 29 de septiembre del 2020 utilizando plantas listas para el trasplante de la variedad Toivo, también, se utilizaron plantas de la misma variedad injertadas en portainjertos de la variedad Monarca. Las distancias entre plantas se mencionan en la tabla 4.

### 3.3.6. Riego

El riego de las plantas se realizó mediante el sistema de goteo que posee el CECCA. Los tiempos de exposición de las plantas al goteo dependió de la edad de la planta, es decir, en la primera etapa (trasplante) se expuso 5 minutos/día y se fue aumentando la exposición acorde a las necesidades de las plantas hasta una exposición de 30 minutos/ día.

### 3.3.7. Fertilización en etapa de desarrollo y producción

Se aplicó fertilizantes desde el 02 de Octubre del 2020 para el desarrollo radicular y de la planta, el 23 de enero de 2021, es decir, 4 meses después de la

siembra, las plantas ya se encontraban en etapa de producción, por lo tanto, fue se añadió otros fertilizantes para asegurar la calidad de los frutos añadiendo los productos mencionados a continuación en la tabla 5.

**Cuadro 5.** Fertilizantes en etapa de producción.

<b>Fertilizante</b>	<b>Periodo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad/ha</b>
Nitrato de calcio	Cada lunes	Favorece el endurecimiento del tomate, mantiene el crecimiento de la planta, fortalece a las plantas contra quebraduras.	100 libras/ha
Nitrato de magnesio	Cada miércoles	Favorece la apariencia externa del tomate (brillo exterior), reduce el porcentaje de frutos irregulares,	66,66 libras/ha
Boro-Zinc	Cada miércoles		6,66 kilos/ha
Fosfato mono potásico	Cada viernes	Eficiente fuente de fósforo durante las primeras etapas de desarrollo de la planta, cuando la disponibilidad de este elemento resulta de vital importancia para el establecimiento del sistema radicular.	80 libras/ha
Halkaphost	Cada viernes	Fuente de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y micronutrientes. Alto contenido de P. Fórmula recomendada para el enraizamiento del cultivo y para épocas de alta demanda de fósforo.	40 libras/ha
Humus líquido	Cada sábado	Mantiene la fertilidad del suelo y conserva sus condiciones.	666,66 litros/ha

**Fuente:** CEECCA (2021)

### **3.4. Medición de variables (toma de datos)**

Antes de iniciar con la toma de datos, se procedió a determinar muestras representativas para cada tratamiento, que posteriormente fueron sujetas a medición acorde a las variables anteriormente planteadas. Para realizar lo mencionado, se tomó 5 ejemplares al azar por cada repetición dando una muestra total de 60 plantas.

#### **3.3.1. Altura de las plantas**

Con la ayuda de un flexómetro, se procedió a medir las plantas desde la base del tallo hasta el nudo terminal, seguidamente, se sumaron los valores de cada repetición y se dividieron para el total de muestras (5 muestras) para obtener una altura total promedio por cada repetición.

### 3.3.2. Número de racimos

Para determinar el número de racimos de las plantas, se procedió de forma similar a la medición de la altura, es decir, se tomó las 5 muestras al azar por cada repetición y se procedió a contar el número de racimos que tenía cada planta de forma visual y luego se obtuvo un número de racimos promedio por cada repetición. Todo el procedimiento descrito se realizó una sola vez después de 3 meses de la siembra.

### 3.3.3. Diámetro del fruto

Para medir el diámetro de los frutos, se tomaron 5 tomates de diferentes dimensiones por cada repetición y se procedió a medir su diámetro con la ayuda de un calibrador. Posteriormente, se sumaron los diámetros y se dividió para el total de muestras para obtener un diámetro total promedio por cada repetición.

### 3.3.4. Población de nematodos

La medición de la población de nematodos de los tratamientos se realizó en dos etapas. La primera etapa, es de control, es decir, se midió la población de nematodos presentes tanto en el suelo como en las raíces del anterior cultivo. Por otro lado, en la segunda etapa se procedió a recoger 5 muestras al azar por cada tratamiento en la última fase del cultivo y se envió a los laboratorios de AGROBIOLAB Clínica Agrícola.

### 3.3.5. Producción de tomate

La producción de tomate se determinó con la sumatoria del peso de cada cosecha (17 cosechas) separado por tratamiento y por repetición.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

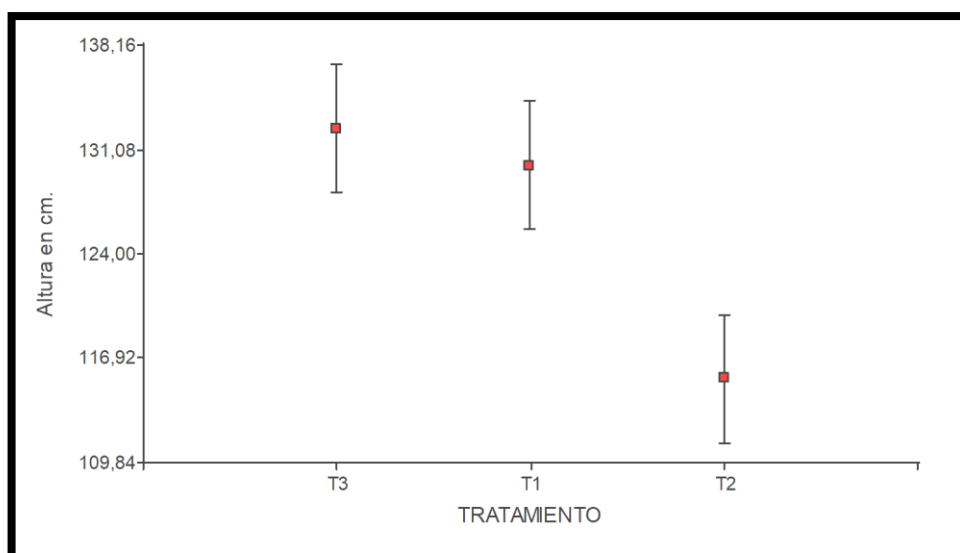
### 4.1. Altura de las plantas

Como se puede observar en el cuadro 6, existen diferencias significativas entre los tratamientos con un p-valor de 0.0463 y un coeficiente de variación CV de 6,94. En la F14 nos muestra que el tratamiento T3 tiene la media mayor con un valor de 132,5 cm, seguido de cerca por tratamiento T1 con un valor promedio de 130 cm, en tanto que el promedio menor le corresponde al T2 con un valor de 115,5 cm,

**Cuadro 6.** Altura de las plantas de tomate en cm a los 60 días

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	
T3	132,5	4	4,37	A
T1	130	4	4,37	A
T2	115,5	4	4,37	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*



**Figura 14.** Altura de la planta de tomate a los 60 días en cm

En referencia a lo anterior mencionado, ya que la única diferencia entre los tratamientos T1 y T2 fue el espaciado entre plantas, se puede adjudicar la diferencia entre alturas a este factor. Estos datos se pueden comprobar con la investigación de Villavicencio (2016) puesto que señala que el aumento de la densidad de plantación es inversamente proporcional a la altura final de las plantas de tomate, puesto que su interacción genotípica con el ambiente propicia una competencia entre las plantas por mejores condiciones de luz, nutrientes, agua entre otros, por lo tanto, se puede asegurar que la altura de las plantas de tomate son una característica típica de la densidad de plantación.

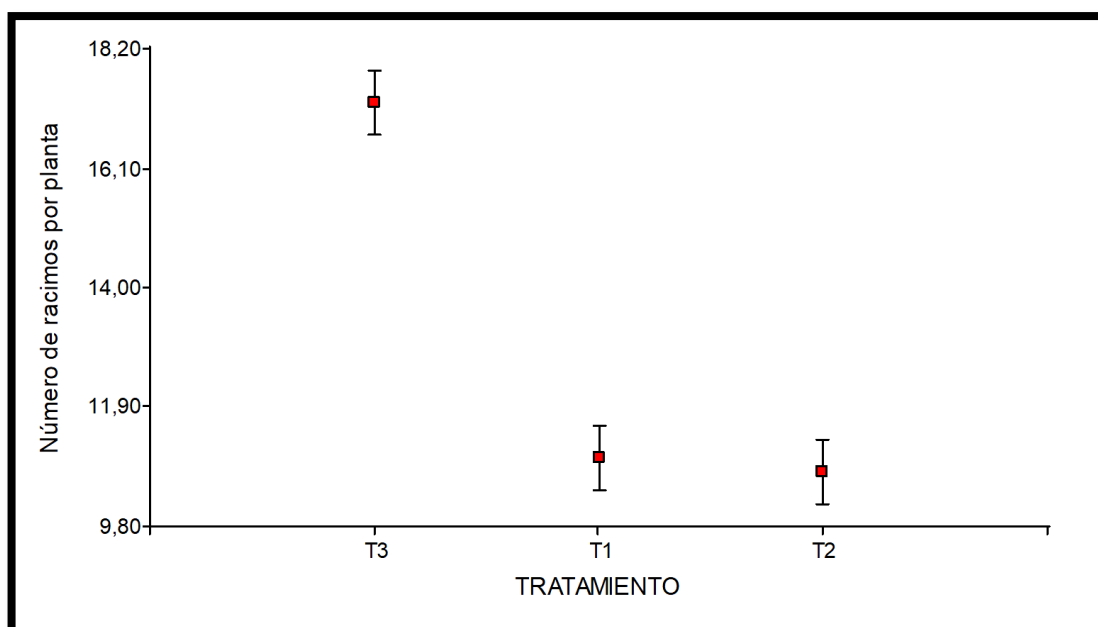
#### 4.2. Número de racimos

Como se puede observar en el cuadro 7, para la variable número de racimos existen diferencias significativas con un p - valor de 0,0001 y un coeficiente de variación CV de 8,7.

**Cuadro 7.** Número de racimos de plantas de tomate a los 60 días

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	
T3	17,25	4	0,57	A
T1	11	4	0,57	B
T2	10,75	4	0,57	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) CV=8,70*



**Figura 15.** Número de racimos florales por planta de tomate

Al ver en la figura 15 se puede identificar que, para la variable número de racimos florales el promedio mayor le corresponde al tratamiento T3 con un valor de 17,25 racimos, en tanto los valores menores les corresponde a los tratamientos T1 y T2 con promedios 36,2 y 37,6 % menores al promedio mayor. Estos datos se pueden comprobar con Villasana (2010) puesto que en su investigación realiza una comparativa entre 3 variedades de tomate sin injertar y una variedad injertada, se comprobó que las plantas de tomate injertadas produjeron un mayor número de tomates. El autor resalta que este aumento en el número de racimos se debe a una mayor absorbencia de nutrientes respecto al testigo sin injertar, que mejora la salud de la parte aérea de las plantas y fomentan el desarrollo de las flores.

#### 4.3. Diámetro del fruto

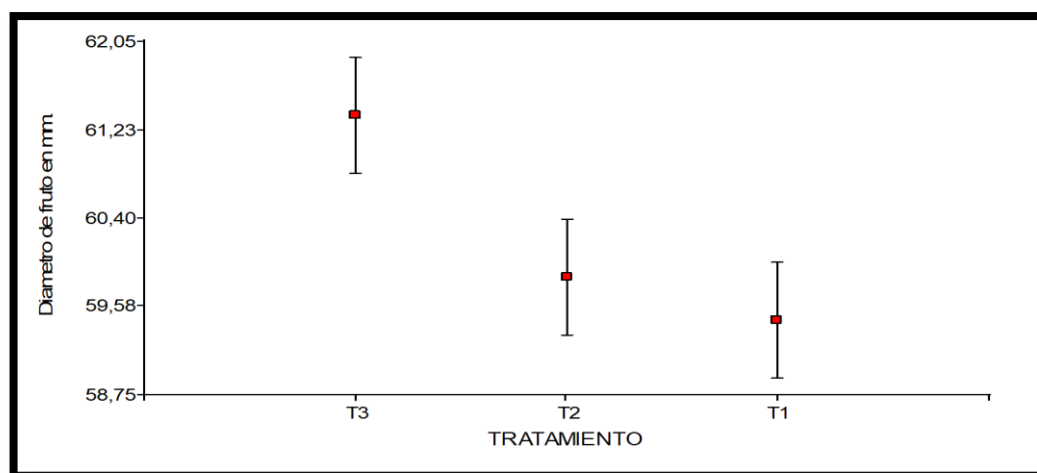
Como se puede observar en el cuadro 8, no existen diferencias significativas entre los tratamientos puesto que el p-valor es de 0,0787 y un coeficiente de variación CV de 1,81

**Cuadro 8.** Diámetro de los frutos del tomate en cm a los 60 días

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	
T3	61,36	4	0,54	A
T2	59,85	4	0,54	A
T1	59,45	4	0,54	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

CV=1,81



**Figura 16.** Diámetro de los frutos del tomate en cm a los 60 días

Como se puede comprobar en la figura 16, existen algunos contrastes de tamaño entre cada tratamiento, especialmente en el tratamiento T3, el cual, reporta un diámetro promedio de 61,36 cm a comparación de los tratamientos T1 y T2 que reportan diámetros promedios de 59,45 y 59,85 cm respectivamente. La diferencia de los resultados obtenidos entre las plantas injertadas y las no injertadas, se pueden corroborar con Santamaría (2018) ya que en su investigación, demostró que las plantas injertadas de tomate presentan un diámetro y peso significativamente mayor que las variedades no injertadas, puesto que las raíces del porta injerto son menos susceptibles a los cambios de temperatura que pueden afectar el desarrollo de fruto, tienen mayor capacidad de absorción de nutrientes y mantiene el vigor de las plantas por mucho más tiempo que las variedades no injertadas.

#### 4.4. Población de nematodos

Como ya se mencionó, la medición de la población de nematodos por cada tratamiento fue determinada por los laboratorios de AGROBIOLAB Clínica Agrícola de la ciudad de Quito. Los resultados de esta etapa se muestran en la tabla 9 y 10.

**Cuadro 9.** Informe nematológico para suelo y raíz.

Género de nematodos	Población en 100 gramos de raíces y suelo	
	Número de muestras	
	Suelo	Raíz
	M-1	M-1
<i>Aphelenchus</i>	20	---
<i>Helicotylenchus</i>	20	---
<i>Nacobbus</i>	40	---
<i>Meloidogyne</i>	---	80
<i>Tylenchus</i>	20	---
<i>Saprofitos</i>	420	60

Fuente: LIADF

**Cuadro 10.** Informe nematológico por tratamiento.

Género de nematodos	Población en 100 gramos de raíces		
	Número de muestras		
	T1	T2	T3
<i>Aphelenchus</i>	-	-	60
<i>Helicotylenchus</i>	-	-	400*
<i>Nacobbus</i>	60	20	100
<i>Safrofitos</i>	40	620	240

**Nota:** El signo (\*) se refiere a poblaciones que requieren control. **Fuente:** LIADF

Como se puede observar en el cuadro 12, tanto el suelo como las raíces de las plantas de la anterior siembra, evidencian que las poblaciones encontradas de los diferentes géneros de nematodos son bajas y no rebasaron los umbrales de tolerancia determinados por LIADF (2020), por lo que no se necesitó aplicar ningún tipo control nematológico antes del nuevo cultivo.

Del mismo modo, en la segunda etapa que corresponde a la última cosecha del nuevo cultivo, se puede apreciar que las poblaciones de nematodos se incrementaron significativamente en el tratamiento T3 que corresponde a la variedad Toivo en el porta injerto Monarca, ya que, como se puede observar en la tabla 13 la población de *Helicotylenchus* tiene un asterisco (\*) es decir, la concentración de la población es muy alta y requiere de un control nematológico (LIADF, 2020). Además, se puede evidenciar que la concentración de nematodos en los tratamientos T1 y T2 son considerablemente menores que el tratamiento T3, a excepción del puntaje de 620 de *Safrofitos* en el tratamiento T2 que se debe a una mayor concentración de compostaje en la cama de donde se sacó la muestra, que provocó una mayor concentración de este nematodo, sin embargo, el laboratorio considera que este valor aún está dentro de los rangos permitidos y no necesita atención. En el cuadro 11 se muestra la incidencia de los nematodos por planta que se consiguió dividiendo la población para el número de plantas por tratamiento:

**Cuadro 11.** Incidencia de nemátodos

Género de nematodos	Tratamientos		
	T1	T2	T3
<i>Incidencia de Aphelenchus</i>	-	-	0,75%
<i>Incidencia de Helicotylenchus</i>	-	-	5%
<i>Incidencia de Nacobbus</i>	1%	0,25%	1,25%
<i>Incidencia de Safrofitos</i>	0,25%	7,75%	3%

Este incremento en la población de nematodos del tratamiento T3 se puede deber a que el porta injerto Monarca es susceptible al género de nematodos helicotylenchus, esta información se puede corroborar mediante la ficha técnica presentada por la organización AGROGLOBAL S.A (2021) quienes afirman que la especie Monarca F1 solo presenta resistencia al género de nematodos Melodogyne (arenaria, incógnita y javanica). Sin embargo, pese a esta concentración de nematodos, las plantas injertadas produjeron un diámetro de fruto y un número de racimos superior a los demás tratamientos como se puede comprobar en las secciones 4.4 y 4.3 de esta investigación.

#### 4.5. Producción del tomate

Para calcular la producción del tomate se procedió a pesar la cosecha de cada tratamiento y repetición por separado. El resultado de este pesaje se muestra en la tabla 12.

**Cuadro 12.** Producción de tomate en libras por tratamiento.

Tratamiento	Peso promedio (lb)
T1	21,79
T2	19,64
T3	26,50

Seguidamente, se calcula la producción por metro cuadrado de cada repetición dividiendo el peso en lb para el área de cada cama que corresponde a 5,6 m<sup>2</sup>. Los resultados de estas operaciones se muestran a continuación en el cuadro 13.

**Cuadro13.** Producción de tomate en libras por m<sup>2</sup>.

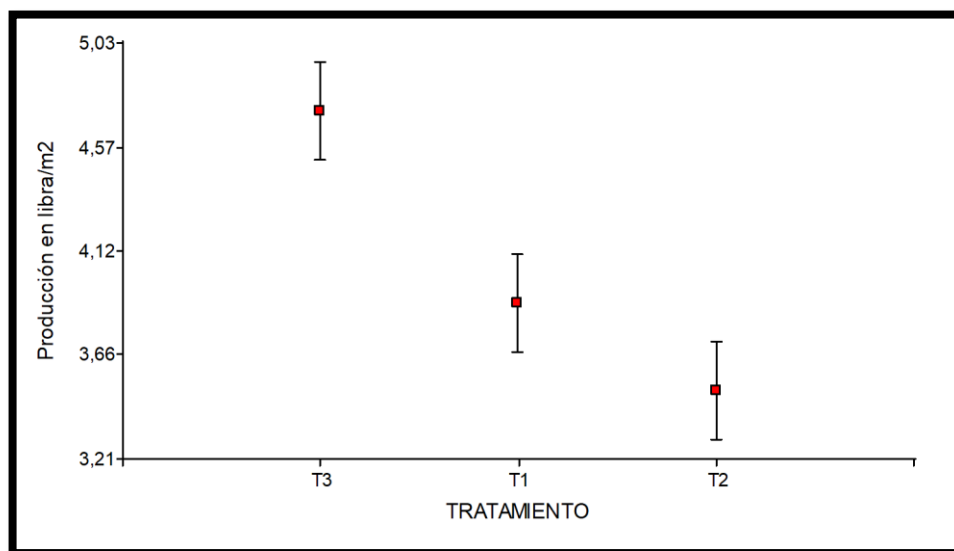
Tratamiento	Producción (lb/m <sup>2</sup> )
T1	3,89
T2	3,51
T3	4,73

Luego de calcular la producción de los tratamientos, se procedió a realizar el análisis de varianza para comprobar las hipótesis planteadas en la metodología. Para la variable de producción de tomate existen diferencias significativas ya que se tiene un p- valor de 0,0081 y un coeficiente de variación de 10,57. (Cuadro 14)

**Cuadro 14.** Producción de tomate en libras por m<sup>2</sup>

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	
T3	4,73	4	0,21	A
T1	3,89	4	0,21	B
T2	3,51	4	0,21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Figura 17.** Producción de tomate en libras por m<sup>2</sup>

Al analizar la figura 17, se puede observar que el mejor resultado obtenido corresponde al tratamiento T3 con una producción promedio de 4,73 libras por cada metro cuadrado, que marca una clara superioridad en la producción respecto a las plantas no injertadas. Desde un enfoque porcentual, el tratamiento T3 supera en 17,75% al tratamiento T1 y en 25,79% al tratamiento T2. La diferencia de los resultados obtenidos entre las plantas injertadas y las no injertadas, se pueden corroborar con Rodríguez (2013) y Villasana (2010) ya que, en sus investigaciones, demostraron que las plantas injertadas de tomate bajo invernadero tienen un rendimiento y crecimiento superior a los testigos sin injertar y adjudican esta característica al vigor proporcionado por el porta injerto, puesto que suministra un mayor área foliar, área foliar específica, longitud de tallo, diámetro de tallo y biomasa. A continuación, en la tabla 15 se muestra la producción por hectárea por cada tratamiento.

**Cuadro 15.** Producción de tomate por hectárea.

Tratamiento	Producción (lb/hectárea)
T1 (Toivo con espaciado de 20 cm)	38900

T2 (Toivo con espaciado de 40 cm)	35100
T3 (Toivo en porta injerto tipo monarca y espaciado de 40 cm)	47300

#### 4.5. Costos de producción

En primer lugar, se calculó los costos fijos del cultivo de tomate en un área de 55,5 m<sup>2</sup> que fue la cantidad de terreno utilizado para la presente investigación, y como se puede observar en la cuadro 16 fue de 331,8 dólares americanos.

**Cuadro 16.** Costos fijos del cultivo de tomate para un área de 55,5 m<sup>2</sup>

Rubro	Unidades	Costo unitario	Total
Mano de Obra en jornales	6	20	120
Pagos por servicio de internet mensuales	6	20	120
Pagos por servicio de agua mensuales	6	5	30
Pagos por servicio eléctrico mensuales	6	10	60
Impuestos mensuales	6	0.30	1,80
Total, costos fijos.			331,8

Seguidamente, se calculan los costos variables, los cuales fueron todos los productos químicos y fertilizantes que se utilizaron para el cultivo y como se puede observar en la cuadro 17, corresponde a un valor total de 86,9 dólares americanos para un área de terreno de 55,5 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 17.** Costos fijos de productos químicos para un área de 55,5 m<sup>2</sup>

Costos fijos de productos químicos y fertilizantes				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario (dólar)	Total
Nitrato de calcio	lb	12	0,50	6
Nitrato de potasio	lb	9	0,65	5,85
Boro-Zink	g	28	0,15	4,2
Cantus WG	g	10	0,33	3,3
Kasumin	ml	200	0,02	4
kmelot	g	30	0,09	2,7
Fosfato mono potásico	kg	3	6,60	19,8
Score	ml	14	0,25	3,5
Fidelity	ml	12	0,75	9
optimph	ml	610	0,02	12,2
Newmetin	ml	17	0,22	3,74
Elixir	cc	12	0,35	4,2

Sencor	ml	14	0,25	3,5
Cinta tutureo fina	U	1	4,91	4,91
				86,9

A continuación, se presenta en el cuadro 18 el costo variable de las plantas de cada tratamiento

**Cuadro 18.** Costos variables del cultivo de tomate para un área de 55,5 m<sup>2</sup>

<b>Costos variables de plántulas de tomate</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (dólar)</b>	<b>Total</b>
Plantas del tratamiento 1	U	160	0,14	22,40
Plantas del tratamiento 2	U	80	0,14	11,20
Plantas del tratamiento 3	U	80	0,40	32

Una vez que se calcularon todos los costos variables, se procede a realizar una suma para cada tratamiento y como se puede observar en el cuadro 19, el tratamiento con una inversión más elevada para cultivar 55,5 m<sup>2</sup> de terreno corresponde al tratamiento 3 (variedad injertada) con 118 dólares el cual supera en 8,07% al T1 y en 17,49% al T2.

**Cuadro 19.** Resumen de costos variables

<b>Rubro</b>	<b>Costos fijos de productos</b>	<b>Costos variables de plantas</b>	<b>Total</b>
Tratamiento 1	86,90	22,40	109,30
Tratamiento 2	86,90	11,20	98,10
Tratamiento 3	86,90	32	118,90

#### 4.5.1. Resumen de costos de producción

Luego de realizar la sumatoria de los costos variables, se procede a sumar los costos fijos para cada tratamiento para obtener el costo total de producción y como se observa en el cuadro 20, el costo de producción más elevado corresponde al T3 (variedad injertada) puesto que obtuvo un total de 450,70 dólares americano que supera en 2,13% al T1 y en 4,61% a T2.

**Cuadro 20.** Resumen de costos de producción en el cultivo de Tomate.

<b>Rubro</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Costos fijos</b>	<b>Costo total de producción</b>
Tratamiento 1	22,40	418,7	441,10

Tratamiento 2	11,20	418,7	429,90
Tratamiento 3	32	418,7	450,70

Asimismo, ya que la distribución de las plantas es diferente para el tratamiento 1 respecto a los demás tratamientos, se procede a calcular los costos de producción por cada metro cuadrado para poder comparar los resultados de forma efectiva. Esto se realiza dividiendo los costos totales calculados en la tabla 19 para el número de metros cuadrados. Lo mencionado se presenta a continuación en el cuadro 21.

**Cuadro 21.** Costos de producción por metro cuadrado

Rubro	Costo total de producción	Metros cuadrados de cada tratamiento	Costos de producción por m2
Tratamiento 1	441,10	55,5	7,94
Tratamiento 2	429,90	55,5	7,73
Tratamiento 3	450,70	55,5	8,11

Se procede a calcular el beneficio de la producción de cada tratamiento, multiplicando la producción obtenida en libras. Este valor se divide para los 55,55 metros cuadrados usados para cada tratamiento y se obtiene la producción por cada metro cuadrado, seguidamente, se multiplica por el precio unitario por libra en el mercado y como se puede observar en el cuadro 22, el mayor beneficio reportado corresponde al T3 el cual obtuvo un beneficio de 16,24 dólares americanos que supera en 17,79% al T1 y en 25,98% al T2.

**Cuadro 22.** Beneficio producción de tratamientos

Trat.	Metros cuadrados	Producción total (lb)	Producción por metro cuadrado (lb/m2)	Precio por libra (\$)	Beneficio por m2 (\$)
T1	55,55	1482,3	26,70	0,50	13,35
T2	55,55	1336,08	24,05	0,50	12,02
T3	55,55	1802,8	32,48	0,50	16,24

En otro orden de ideas, se procede a deducir el beneficio obtenido con el costo de inversión y como se observa en el cuadro 23, el mayor beneficio obtenido corresponde al T3 con 450,70 dólares americanos, que supera en 33,45% a T1 y en 47,23% al T2.

**Cuadro 23.** Beneficio producción de tratamientos

Trat.	Beneficio por cada m2	Costos de producción	Beneficio total neto
T1	13,35	7,94	5,41
T2	12,02	7,73	4,29

T3	16,24	8,11	8,13
----	-------	------	------

## 5. Conclusiones

**Objetivo general:** Evaluar el efecto de injertar la variedad Toivo sobre porta injerto Monarca en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*).

**Conclusión 1:** La variedad de tomate Toivo sobre portainjerto Monarca a 40 cm entre plantas tiene un efecto positivo sobre la producción en comparación con la variedad Toivo sin injertar a distancias de 20 y 40 cm entre plantas.

**Objetivo específico 1:** Determinar características agronómicas como altura de plantas, número de racimos florales y tamaño de frutos de las plantas de tomate riñón de la variedad Toivo injertadas y sin injertar.

**Conclusión 2:** Se pudo determinar las características agronómicas de las plantas de tomate riñón de la variedad Toivo injertada – sin injertar, y se comprobó que las plantas injertadas obtuvieron las mejores características, puesto que, la altura, número de racimos y tamaño de los frutos, fueron ampliamente superiores a las plantas sin injertar.

**Objetivo específico 2:** Establecer incidencia de nematodos en raíces de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) de los diferentes tratamientos.

**Conclusión 2:** Se estableció la incidencia de nematodos en las raíces de las plantas del tomate injertadas – sin injertar y se verificó mediante un análisis de laboratorio, que las plantas injertadas en la porta injerto de tipo monarca F1 obtuvo la mayor concentración de nematodos con una incidencia de 1,25% respecto al 1% del tratamiento 1 y el 0,25% del tratamiento 2 (plantas sin injertar), especialmente la del grupo *Helicotylenchus*, sin embargo, la presencia de la población de nematodos, no afectó de manera significativa a las características agronómicas de las plantas.

**Objetivo específico 3:** Determinar la producción de las plantas de tomate riñón de la variedad Toivo injertadas y sin injertar.

**Conclusión 3:** Se determinó la producción del tomate riñón en sus distintos tratamientos y se evidenció que las plantas injertadas en la porta injerto de tipo

Monarca obtuvieron la mejor taza de producción, puesto que se obtuvo 32,48 lb por cada m<sup>2</sup> sembrados que supera a las 26,70 lb/m<sup>2</sup> obtenidas por el tratamiento 1 y a la 24,05 lb/m<sup>2</sup> del tratamiento 2

## 6. Recomendaciones

Se recomienda ampliar esta investigación a otros tipos de porta injertos como el Multifort, Colosus RZ F1, Silex o Armstrong para determinar que porta injerto ofrece las mejores características agronómicas y tazas de producción de tomate bajo invernadero.

Se recomienda que el Centro de Educación y Capacitación del Campesino del Azuay (CECCA) transfiera los resultados de la investigación a los campesinos de la zona, para que mejoren sus huertos y conozcan otras alternativas a la manera tradicional del cultivo del tomate.

## 7. Referencias bibliográficas

- Acosta, J. (2016). *Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para obtener el título de ingeniera agrónoma*. [tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio de la UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Tesis-122%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%20381.pdf>
- AGROGLOBAL S.A. (2021, 20 de agosto). *Tomate monarca f1: Ficha técnica*. <https://agroglobal.com.co/semillas-de-hortalizas/tomate/tomate-chonto/tomate-monarca-f1-detail>
- Allente, M., Salinas, L., Rodríguez, F., Olivares, N., Riquelme, J. & Atúñez, A. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. *INIA*, 1-114. <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-de-tomate-invernadero.pdf?sfvrsn=0>
- Álvarez, J. (2012). Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas. *ACTA Agronomica*, 61(2), 117-125. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v61n2/v61n2a04.pdf>

- Andia, R. (2017). Plantas de tomate injertadas, más vigorosas y resistentes. Chile: *Redagricola*. <https://www.redagricola.com/cl/plantas-de-tomate-injertadas-mas-vigorosas-resistentes/>
- Arana, D. (2016). *Evaluación de tres dosis de fertilizante quelatado en tres híbridos de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) bajo condiciones protegidas*. [tesis de grado, Universidad de Guayaquil] Repositorio de la UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/13779/1/Arana%20Peralta%20Darwin%20Efra%C3%ADn.pdf>
- Arébalo, M. (2018). Efecto de podas tempranas en tomate (*Solanum lycopersicum*) var. ramses para la formación de plantas con dos tallos. *Agro Productividad*, 11(10). <https://n9.cl/7841f>
- Arzate, A., Piña, J., Norman, T. & Arroyo, H. (2019). Apuntes de genética vegetal (Vols. .978-607-633-073-9). *Publicación de la Universidad Autónoma del Estado de Mexico*. <https://n9.cl/jowc2>
- Augusto, Á. (2017). *Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñón (solanum lycopersicum l.)* [tesis de grado, Universidad Técnica del Norte] Repositorio institucional de la UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7448/1/03%20AGP%20221%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Berger. (17 de junio de 2021). Injertos de tomate: Técnica y consejos esenciales. Obtenido de <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/injertos-de-tomate-tecnica-y-consejos-esenciales/>
- Bernal, R. (2010). INIA. (ISBN: 978-9974-38-283-1). *Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología*. Obtenido de *Enfermedades de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) en invernadero en las zonas de salto y bella unión*. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429230710110412.pdf>
- Burbano, Ó. (2020). Resistencia de plantas a patógenos: una revisión sobre los conceptos de resistencia vertical y horizontal. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(3), 245-255. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.04.006>

- Cardona, L., Castaño, J. & Ceballos, N. (2016). Respuesta de quince introducciones de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.) al nematodo Nodulador (*Meloidogyne* spp. Goeldi) e identificación de las especies. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 40(156), 450-460. <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.365>
- Cervantes, M., Olalde, V., Martínez, M. & Notario, M. (2020). La cistatina de amaranto previene y controla el tizón temprano en tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(3). <https://n9.cl/5qvsg>
- Cordoba, H., Gómez, S. & Núñez, C. (2018). Evaluación del rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero. *Revista colombiana de ciencias hortícola*, 12(1), 113-125. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7348>
- CropLife. (2021, 17 de junio). *Nematodos fitoparasitos: Una plaga mundial*. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>
- Durán, J. & Guzmán, T. (2016). Comportamiento de nematodos fitoparásitos en dos sistemas de cultivo de tomate convencional en Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 30(3), 59-70. doi:10.18845/tm.v30i3.3273
- Espinoza, G. (2019). *Tomate, Solanum lycopersicum, características de la planta y fruto*. <https://n9.cl/qcj8n>
- FAOSTAT. (2021, 14 de junio). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de Datos estadísticos de producción de tomate en el 2014: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Florido, M. & Álvarez, M. (2015). Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 36, 77-95. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr08s115.pdf>
- Gastélum, R., Malodnado, I., Beltrán, H., & Apodaca, M. (2017). Las cenicillas en cultivos agrícolas de Sinaloa: Situación actual sobre su identificación y líneas futuras de investigación. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(1). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092017000100106](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092017000100106)

- Grupo SACSA. (2021, 17 de junio). *Ventajas y desventajas de los injertos de tomate*. <https://www.gruposacsa.com.mx/ventajas-y-desventaja-de-los-injertos/>
- Guerrero, R. J. & Romo, L. I. (2013). Control del nematodo de los nódulos en tomate. <https://www.hortalizas.com/cultivos/tomates/control-del-nematodo-de-los-nodulos-en-tomate/>
- Haifa Chemicals. (2021, 17 de junio). *Recomendaciones nutricionales para tomate en campo abierto, acolchado o tunel de invernadero*. [http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages%20/Spanish/Tomate\\_2014.pdf](http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages%20/Spanish/Tomate_2014.pdf)
- INFOAGRO. (2021, 17 de junio). *El cultivo de la berenjena*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/berenjena.htm>
- INFOAGRO (2021, 22 de junio). El Cultivo del tomate. <https://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm#:~:text=La%20temperatura%20C3%B3ptima%20de%20desarrollo,del%20sistema%20radicular%20en%20particular.>
- Infoagro Systems S.L. (2021, 14 de junio). El cultivo del tomate: Parte 1. [http://www.infoagro.com/documentos/el cultivo del %20tomate parte i .as p](http://www.infoagro.com/documentos/el%20cultivo%20del%20tomate%20parte%20i.pdf)
- koppert. (2021, 17 de junio). *Biological Systems*. Mosca blanca de los invernaderos. <https://www.koppert.ec/retos/moscas-blancas/mosca-blanca-de-los-invernaderos/>
- López, L. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum Lycopersicum*. *Inta*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Madrigal, H. (2010). Resistencia a insectos de tomate injertado en parientes silvestres, con énfasis en bactericera cockerelli sulc. (hemiptera: psyllidae). *Bioagro*, 22(1), 11-16. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85716706002.pdf>
- Molina. (2010). (2021, 17 de junio). *Sistema nacional de vigilancia y monitoreo de plagas: Solanum lycopersicum*. <https://n9.cl/3ihhj>
- Monge, J. & Loría, M. (2019). Producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) en invernadero: comparación agronómica entre tipos de tomate. *Revista Posgrado y Sociedad*, 17(1). <https://n9.cl/5tdpp>

- Nydia, V. (2017). Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. Estación experimental agrícola de la Universidad de Puerto Rico. *Revista de la UPR*. <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Nematodos-v2007.pdf>
- Peil, R. & Gálvez, J. (2016). Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. *Hortic. Bras*, 22(2). <https://www.scielo.br/j/hb/a/wPNSwRL7TmqJcLN9wkyPT8P/?lang=es>
- Rovira, F. (2015). *Análisis del potencial de la fertirrigación carbónica*. [tesis doctoral, Universidad Politecnica de Valencia] Repositorio de la UPV. <https://n9.cl/wp9f7>
- Salazar, E. & Araya, J. (2011). Tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) response to insecticides in Arica, Chile. *Agricultura técnica*, 61(4). <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072001000400004>
- Santamaría, K. (2018). *Producción de tomate riñón (Lycopersicum esculentum Mill.) utilizando plántulas injertadas en palo bobo como inductor de resistencia a nematodos*. [tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio institucional de la UTA. <https://n9.cl/ddnfv>
- Solórzano, G., & Zambrano, J. (2010). *Estudio comparativo de la asociación de cultivos orgánicos de tomate tipo acerado con cebolla roja tipo pantera rosa sembrados en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas*. [tesis de grado, Universidad Católica de Guayaquil] Repositorio de la UG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/963/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-4.pdf>
- Torres, A. (2020). *Manual de cultivo del tomate riñón bajo invernadero*. <https://n9.cl/gxu5x>
- Urrutia, J. (2016). Respuesta de crecimiento y floración de *Tagetes erecta* “San Diego” mediante la agregación de fertilización carbónica atmosférica bajo condiciones controladas. *UNAN*, 5(17), 3-10. <https://www.camjol.info/index.php/FAREM/article/view/2609/2359>
- Vallejo, J. (2013). *Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio-económica de la región interandina*.

[tesis de grado, Universidad Central del Ecuador] Repositorio de la UCE.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2037/1/T-UCE-0004-37.pdf>

Villasana, J. (2010). *Efecto del injerto en la producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) bajo condiciones de invernadero en Nuevo León.*  
<http://eprints.uanl.mx/5613/1/1080194762%20%281%29.PDF>

Villavicencio, L. (2016). *Evaluación de cuatro híbridos de tomate riñon (Lycopersicum esculentum) con dos densidades de plantación.* [tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio institucional de a UTA.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27066/1/Tesis-185%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20546.pdf>

WISER. (2021, 15 de agosto). Centro de Educación y capacitación del campesinado de Azuay CECCA: concepto y objetivos. <https://n9.cl/t3jqp>

## ANEXOS

### Anexo 1. Preparación del terreno para la siembra



### Anexo 2. Plantas de tomate listas para trasplantar



**Anexo 3.** Plantas de tomate a los 3 meses de la siembra



**Anexo 4.** Materiales para medir las variables



**Anexo 5.** Bitácora de registro de las variables medidas



**Anexo 6.** Plantas en etapa de producción



**Anexo 7.** Medición de altura de las plantas



### Anexo 8. Pesaje de la producción de tomate



### Anexo 9. Medición de diámetro de los frutos



### Anexo 10. Estado de producción a 4 de febrero de 2021



### Anexo 11. Plantas secas del tratamiento 1 a 21 de abril de 2021



**Anexo 12.** Toma de muestras para el laboratorio



**Anexo 13.** Invernadero del CECCA



**Anexo 14.** Autorización de publicación en el repositorio institucional.



**Rene Octavio Mendez Rojas** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106147903**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Efecto del injerto en la producción de tomate riñón (solanum lycopersicum)”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **10 de mayo de 2022**

F: .....

**Nombres y Apellidos**

**C.I. 0106147903**