



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA**

“Efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)”

**AUTORA**

Nidia Arely Garcés Santana

**TUTOR**

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, MSc.

**Babahoyo - Los Ríos - Ecuador**

**2022**

## RESUMEN

La presente recopilación bibliográfica detalla el efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). El tomate es uno de los cultivos más productivos del mundo y tiene un gran valor nutritivo importante debido a sus cualidades nutritivas. La producción puede verse afectada por una variedad de nematodos, de los cuales *M. incognita* es el más destacado, por su fácil distribución, alta frecuencia de infestación, porque producen alteraciones en las raíces, provocando agallas, causando a la inyección de sustancias fitotóxicas, las mismas que conducen al ataque de microorganismos patógenos, aumentando el porcentaje de pérdidas económicas por la disminución del rendimiento y la calidad de la fruta. La dependencia de los nematicidas puede generar problemas ambientales y de salud del consumidor, debido a los altos precios de los productos, los agricultores buscan alternativas económicas y sostenibles para el manejo de *M. incognita*, con el uso de *Trichoderma harzianum* que beneficia a la raíz de la planta volviéndolas más resistentes al ataque del nematodo, además tiene mecanismos de control como; la competencia por nutrientes o espacio, propiedades antagónicas de antibióticos y micoplasma que ayudan a controlar o eliminar plagas

**Palabras claves:** *Meloidogyne incognita*, *Trichoderma harzianum*, Hongo, Nematodos, Tomate, Control

## SUMMARY

:

This bibliographic compilation details the effect of *Trichoderma harzianum* for the control of *Meloidogyne incognita*, in tomato crops (*Solanum lycopersicum L.*). The tomato is one of the most productive crops in the world and has a great nutritional value due to its nutritional qualities. Production can be affected by a variety of nematodes, of which *M. incognita* is the most prominent, due to its easy distribution, high frequency of infestation, because they produce alterations in the roots, causing galls, causing the injection of phytotoxic substances, the same ones that lead to the attack of pathogenic microorganisms, increasing the percentage of economic losses due to the decrease in yield and quality of the fruit. The dependence on nematicides can generate environmental and health problems for the consumer, due to the high prices of the products, farmers seek economic and sustainable alternatives for the management of *M. incognita*, with the use of *Trichoderma harzianum* that benefits the root of the plant making them more resistant to the attack of the nematode, it also has control mechanisms such as; competition for nutrients or space, antagonistic properties of antibiotics and mycoplasma that help control or eliminate pests

**Keywords:** *Meloidogyne incognita*, *Trichoderma harzianum*, Fungus, Nematodes, Tomato, Control

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>iii</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>2</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>2</b>
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo General .....	3
1.4.2. Objetivo Específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica .....	4
1.5.1. Generalidades del cultivo del tomate.....	4
1.5.2. Taxonomía .....	4
1.5.4. Requerimientos Edafoclimáticos .....	5
1.5.5. Nematodo Agallador - <i>Meloidogyne incognita</i> .....	6
1.5.6. <i>Trichoderma harzianum</i> como agente de control biológico.....	8
1.6. Hipótesis.....	15
1.7. Metodología de la investigación .....	15
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>16</b>
<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>16</b>
2.1. Desarrollo del caso .....	16
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	16
2.3. Soluciones planteadas.....	17
2.4. Conclusiones .....	17
2.5. Recomendaciones .....	17
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>19</b>

## INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*), es una hortaliza que pertenece a la familia de Solanaceae, originario del Perú, es uno de los cultivos más producidos a nivel mundial y de gran importancia nutricional, esto se debe a sus cualidades nutricionales; altas cantidades de vitamina C y folato, contiene un pigmento rojo llamado licopeno, con propiedades antioxidantes y puede ser anticancerígeno.

La producción de tomate, puede verse seriamente afectada por el ataque de nematodos, organismos microscópicos que habitan en el suelo y se alimentan de las raíces de la planta. Altas poblaciones de nematodos limitan el desarrollo y crecimiento de las plántulas, al punto de echar a perder una siembra de tomate (Camues 2019).

*Meloidogyne incognita*, es uno de los géneros de nematodos más importantes que ataca al cultivo de tomate, es uno de los géneros de nematodos más importantes para atacar los cultivos de tomate debido a su capacidad para reducir el rendimiento y la calidad de la fruta, causando del 28 al 68% de las pérdidas cada año. El nematodo penetra en la raíz, succionando el contenido celular, donde inyecta hormonas que desequilibran el desarrollo y la reproducción celular, provocando una hiperplasia que da lugar a la aparición de agallas o nódulos (Siller *et al.* 2018).

Una de las alternativas biológicas para el control de *Meloidogyne incognita* es el uso *Trichoderma harzianum*., especies que se utiliza como antagonista de los nematodos agalladores, porque poseen propiedades parasíticas, antibióticas, capacidad metabólica y la competencia por espacio-nutrientes (Moo *et al.* 2018).

Por lo expuesto se realizó la presente investigación sobre el efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*)

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente al efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

*Meloidogyne incognita*, es uno de los principales nematodos más importantes del cultivo de tomate, debido al impacto negativo, en cuanto al debilitamiento, enanismo, marchitamiento de la planta.

### 1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de tomate se encuentra en grandes extensiones del mundo, debido a su gran demanda y valor nutricional, sin embargo, la producción y rendimiento se ve afectado por la presencia de nematodos. *Meloidogyne incognita*, principal nematodo de este cultivo, induce a la formación de agallas en las raíces ocasionado achaparramiento, falta de vigor, deficiencias nutricionales y marchitamiento, los daños causados reducen el número de frutos de la planta.

En el cultivo de tomate, *M. incognita*, es considerada uno de nematodos más importantes por su fácil distribución, alta frecuencia de infestación, afectando el rendimiento del cultivo de tomate.

La falta de investigación de medidas alternativas sobre el control de *M. incognita* en el cultivo de tomate por parte de los productores, han ocasionado una disminución considerable del rendimiento y de la calidad de los frutos, provocando que los agricultores realicen altas aplicaciones de nematicidas

afectando a los microorganismos del suelo. El uso de mayores cantidades de pesticidas es cada vez más inducido, afectando a la naturaleza y la salud del consumidor.

### **1.3. Justificación**

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*), es una de las hortalizas más consumidas en el mundo y se encuentra en continuo crecimiento debido a su excelente demanda de consumo, valor nutricional y económico, pero la alta incidencia de *Meloidogyne incognita*, se ha convertido en una de las principales limitaciones que restringen el rendimiento del cultivo del tomate.

El control biológico de *Meloidogyne incognita*, es una respuesta positiva, a la creciente preocupación de la población, por la aplicación excesiva de nematicidas para el control de este nematodo, en este aspecto, los llamados microorganismos antagonistas como el hongo *Trichoderma harzianum*, actúa mediante el mecanismos; competencia espacio-nutrientes, hiperparasitismo y antibiosis, que previene el desarrollo de nematodos que causan enfermedades del tomate (Moo *et al.* 2018).

En función de la problemática antes descrita, es de suma importancia estudiar el control de *Meloidogyne incognita*, mediante el uso de *T. harzianum* en el cultivo de tomate, pues se presenta como una forma saludable con el medio ambiente y rentable para el productor.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo General**

- ✓ Identificar el efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*)

### 1.4.2. Objetivo Específicos

- ✓ Determinar el efecto de *T. harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate.
- ✓ Establecer la importancia del hongo *T. harzianum* en el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate.

### 1.5. Fundamentación teórica

#### 1.5.1. Generalidades del cultivo del tomate

El tomate es una de las principales hortalizas en el mundo debido a las importantes ganancias económicas que genera su comercialización, pertenece a la familia de las Solanáceas (Solanáceae), es una planta arbustiva que se puede desarrollar de forma rastrera, erecta o semierecta cultivada como anual (Délices *et al.* 2019).

“El origen comprende las regiones de la Cordillera de los Andes (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile)” (Sumba 2020).

#### 1.5.2. Taxonomía

Muñoz (2019) indica que la clasificación taxonómica del tomate es la siguiente:

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Solanales
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Género</b>	<i>Solanum</i>

**Especie** *lycopersicum*

### **1.5.3. Morfología**

#### **1.5.3.1. Raíz**

“Sistema radical compuesto por una raíz pivotante que crece hasta alcanzar 1,5 metros de profundidad, posee varias raíces secundarias y adventicias, éstas últimas son numerosas y no superan los 30cm de profundidad. El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumple la función de transportar los nutrientes (Morales 2021).

El cultivo de tomate presenta un tallo herbáceo de forma cilíndrica, erecto y grueso, compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular y tejido medular y de color verde, mide entre 2 y 4 cm de ancho, las hojas son imparipinnadas y compuestas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado recubierto de pelos glandulares, se disponen de forma alternada sobre el tallo y tienen un color verde oscuro, sus flores son hermafrodita; consta de cinco sépalos, seis pétalos; las flores se agrupan en racimos ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas, puede reunir de 4 a 20 flores, las flores son amarillas de 1 a 2 cm de diámetro. El fruto es una baya bilocular roja, verde o amarilla, puede llegar a pesar hasta 600 gramos, conformado por el pericarpio, tejido placentario y las semillas, el diámetro varía entre 3 y 16 cm, contiene una semilla pequeña y aplanada de forma lenticular con dimensiones de 5, 4, 2 mm, constituida por el embrión, endospermo y testa (Rodríguez 2019).

#### **1.5.4. Requerimientos Edafoclimáticos**

“La temperatura óptima de desarrollo esta entre 20 y 30°C durante el día y entre 14 y 17°C durante la noche”, y la humedad que oscila entre 65 % y un

75% para su óptimo crecimiento y fertilidad. El suelo con texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil, teniendo un pH óptimo que fluctúa entre 5,5 y 6,8 es tolerante a la acidez, decrece la producción con salinidad y alcalinidad elevadas” (Bustamante 2019).

#### **1.5.5. Nematodo Agallador - *Meloidogyne incognita*.**

El nematodo *M. incognita*, endoparásito sedentario, causa nodulación en la raíz, penetra la endodermis, el periciclo, produciendo un sincitio compuesto por cinco células parénquimas vasculares de núcleos hipertrofiados, que tiene una amplia distribución geográfica y causa pérdidas agrícolas importante (Muñoz 2019).

*Meloidogyne incognita* causa nudos o agallas en las raíces, como consecuencia de una hipertrofia e hiperplasia, que ocurren cuando los nematodos inyectan enzimas durante la alimentación, las plantas pierden su capacidad de absorber nutrientes y agua, retardando el crecimiento y producen clorosis (Gordillo 2017).

##### **1.5.5.1. Clasificación Taxonómica de *Meloidogyne incognita*.**

Muñoz (2019) señala que la clasifica a *Meloidogyne incognita*. es la siguiente:

**Phylum:** NEMATODA  
**Orden:** Tylenchida  
**Suborden:** Tylenchina  
**Superfamilia:** Tylenchoidea  
**Familia:** Heteroderidae  
**Género:** *Meloidogyne*  
**Especie:** *M. incognita*

##### **1.5.5.2. Biología**

Pasan el invierno en el suelo como huevos, en primavera, a medida que aumenta la temperatura del suelo estos nematodos incrementan, los juveniles J2 de segundo estadio eclosionan, migran a través del suelo y penetran en las raíces de las plantas y establecen sitios de alimentación. Durante el crecimiento, los juveniles se engrosan y mudan hasta convertirse en hembras o machos. Las hembras son redondas e inmóviles producen 400 huevos, los machos son filiformes y suelen dejar las raíces ya que no se alimentan, completan su ciclo en menos de un mes, dependiendo de la temperatura del suelo (Muñoz 2019).

### **1.5.5.3. Ciclo de vida**

“Se inicia con la postura de las masas de huevos depositados por la hembra en una matriz gelatinosa que es secretada por las glándulas rectales, eclosionan a los 7 días” (Muñoz 2019).

“La primera etapa larvaria (J1) se desarrolla en el huevecillo, sufre la primera muda y en la segunda etapa larvaria (J2) emerge del huevecillo” (Gordillo 2017).

Los J2 es la fase infectiva, penetran a la raíz justo debajo de la cofia., después de la penetración migran hasta alcanzar el floema primario o el parénquima donde se alimentan, los juveniles pasan por una segunda, tercera y cuarta muda hasta alcanzar la fase adulta y madurez sexual (Muñoz 2019).

Durante la última muda los machos cambian su forma y abandonan la raíz; las hembras engrosan su cuerpo y provocan ruptura de tejidos quedando conectadas con su estilete al sitio de alimentación,

el ciclo de vida del nematodo concluye a los 25 días a una temperatura de 27 °C (Gordillo 2017).

#### **1.5.5.4. Morfología**

*M. incognita*, las hembras puede llegar a medir 690 µm de largo y 16 µm de ancho, en los machos 2000 µm de largo y 23 µm de ancho, los juveniles (J2) miden 400 µm de largo y 15 µm de ancho (Shi *et al.* 2018).

“Los huevos son ovalados, algunas veces elipsoidales, cóncavos y pueden medir de 30 a 52 micras de ancho por 67 a 128 micras” (Gordillo 2017).

#### **1.5.5.5. Síntomas y Rango de Hospederos**

El síntoma más obvio y diagnóstico es la formación de agallas en las raíces secundarias. Las raíces infestadas son generalmente cortas con pocas raíces laterales y pelos radiculares, las plantas infectadas exhiben un crecimiento atrofiado, menor cantidad de hojas, la inflorescencia y el fruto no se forman o se atrofian, y la calidad es mala (Muñoz 2019).

El autor antes mencionado indica que los síntomas más típicos de la enfermedad son los que aparecen en los órganos subterráneos de las plantas. Las raíces infectadas se hinchan y forman agallas nodulares típicas en la zona de invasión, las plantas pueden presentar un desarrollo radicular deficiente con un gran número de raíces secundarias, un anclaje deficiente, absorción reducida de agua/nutrientes, una floración temprana y reducciones en el peso de las y el tamaño de los frutos.

#### **1.5.6. *Trichoderma harzianum* como agente de control biológico**

“EL Control biológico con microorganismos antagonistas de nematodos pueden reducir directamente las poblaciones del suelo mediante depredación, parasitismo o antibiosis como el *Trichoderma harzianum*” (Quevedo *et al.* 2022).

El uso de *T. harzianum* como agente de control biológico se da por la identificación precisa, adecuada formulación y estudios sobre los efectos de sus mecanismos de biocontrol, además, presenta características como ubicuidad, facilidad para su aislamiento, rápido crecimiento y no afecta a las plantas superiores (Poma 2022).

“*T. harzianum*, se le puede encontrar en diferentes condiciones ambientales lo que facilita su amplia distribución, estos hongos son conocidos por su producción de toxinas y antibióticos” (Mesa *et al.* 2020).

#### **1.5.6.1. Generalidades de *Trichoderma harzianum***

*Trichoderma* es un hongo oportunista capaz de colonizar diferentes sustratos en condiciones ambientales muy diversas, posee una gran cantidad de enzimas hidrolíticas, que se encuentran en el Reino Fúngico, además posee un sistema de reparación celular muy eficiente que le permite operar en muchos cultivos en un ambiente con condiciones adversas (Toaquiza 2021).

La capacidad de *Trichoderma* para atacar nematodos ha permitido el desarrollo de muchos agentes de control biológico con eficacia. En los últimos años, un número creciente de estudios describen que *Trichoderma* promueve el crecimiento de las plantas y la germinación de las semillas, estimulando así las defensas de las plantas contra los patógenos y el estrés ambiental. Todo esto constituye el llamado "Efecto Trichoderma"(Conrado *et al.* 2019)

#### **1.5.6.2. Ventajas de *Trichoderma harzianum*.**

Permite el crecimiento de raíces más fuertes aumentando la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, mejorando los rendimientos en condiciones de estrés hídrico, no requiere equipamiento especial para su aplicación, además en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos, reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y las utilizan eficientemente (Poma 2022).

#### 1.5.6.3. Clasificación taxonómica

Poma (2022) menciona la clasificación taxonómica

<b>Reino:</b>	Fungi
<b>División:</b>	Ascomycota
<b>Subdivisión:</b>	Pezizomycotina
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Hypocreaceae
<b>Género:</b>	<i>Trichoderma</i>
<b>Especie:</b>	<i>harzianum</i>

#### 1.5.6.4. Morfología

"*T. harzianum*, es un hongo que tiene estructuras del tipo conidias hialinas uniceluladas, ovoide en conidióforo hialino largo no verticilado" (Rodríguez 2019).

*Trichoderma harzianum* es un hongo mico-parasito. Este hongo crece y se ramifican mediante típicas hifas que pueden oscilar entre 3 y 12 cm de diámetro, la esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares de color verde de 3 a 6 cm de diámetro (Poma 2022).

#### 1.5.6.5. Biología

“Hongos del género *Trichoderma* son saprófitos componentes activos de la microbiota del suelo, este género es conocido por ser cosmopolita, encontrado en diversas partes del mundo (América, Europa, Asia, África)” (Toaquiza 2021).

Estos hongos se alimentan por medio de sus hifas, es por eso, que los sustratos de alto peso molecular necesitan ser hidrolizados a moléculas más pequeñas, por ello los hongos liberan enzimas extracelulares que, proporcionarán ventajas para que vivan en ambientes diferentes (Conrado *et al.* 2019).

#### **1.5.6.6. Mecanismo de Biocontrol**

Estos hongos hiperparásitos funcionan a través de la competencia por nutrientes, la producción de metabolitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas y micoparasitismo, además de producir sustancias que promueven el crecimiento de las plantas, la aplicación directa al suelo puede brindar una mayor protección a los cultivos. Debido a su capacidad de colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado diversas formas de acción (Poma 2022).

#### **Micoparasitismo**

“Una de las características más importantes del género *Trichoderma* es la capacidad de parasitar otros hongos. especies de *Trichoderma* son capaces de alimentarse de biomasa de hongos muertos” (Toaquiza 2021).

“Simbiosis de tipo parasitismo entre organismos, implica enzimas como la quitinasa y celulosa que son parte de la composición y estructura de las paredes celulares de los hongos parásitos” (Izurieta 2021).

#### **Antibiosis**

“*Trichoderma*. tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, importantes inhibiendo el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos” (Tribiño 2018)

“Interacción biológica que consiste en la imposibilidad de vivir unos organismos en las inmediaciones de otros, debido a que secretan sustancias “antibióticos o metabolitos tóxicos” procedentes por un microorganismo sobre otro más sensible” (Izurieta 2021).

## **Competencia**

La competencia constituye un mecanismo de antagónico muy importante, se define como el comportamiento desigual de dos o más organismos frente a las mismas necesidades (sustratos, nutrientes), siempre que la utilización de este comportamiento por parte de uno de los organismos reduzca la disponibilidad de número o espacio para otros (Guerra 2019).

El antagonismo se ve afectado por la plasticidad ecológica, la velocidad de crecimiento y desarrollo de los agentes de control biológico, por un lado, y factores externos; tipo de suelo, el pH, temperatura y la humedad, por el otro. la competencia por espacio y nutrientes se considera uno de los mecanismos clásicos de control biológico (Tribiño 2018).

### **1.5.6.7. Inducción de resistencia**

“*Trichoderma* estimula sistémicamente las defensas de la planta contra el ataque de patógenos, condiciones adversas del suelo y ambientales sin establecer contacto directo con el invasor” (Izurieta 2021).

Las plantas no perciben a *Trichoderma* como un enemigo. Para lograr el estado de "amigo" de la planta, *Trichoderma* necesita desarrollar su capacidad óptimas para utilizar los exudados de las raíces

para superar la respuesta inicial de las defensas de la planta (Toaquiza 2021).

Las plantas pueden mostrar respuestas inmunitarias altamente específicas y mantener recuerdos duraderos contra el ataque de patógenos. La primera línea de defensa activa se denomina respuesta inmunitaria innata y entra en juego cuando las moléculas atacantes conocidos como patrones moleculares asociados a microorganismos, son detectados y estimuladas por el receptor de reconocimiento de patrones – PRR, localizados en la membrana celular de la célula vegetal, produce la fortificación de las paredes celulares de la planta con la deposición de calosa-lignina y la producción de metabolitos secundarios con acción antimicrobiana (Izurieta 2021)

#### **1.5.6.8. Importancia**

"*T. Harzianun* se posiciona alrededor de las raíces exudando fitohormonas que estimula el crecimiento y antibióticos que protegen contra patógenos, al tener las raíces con más pelos absorbentes las plantas pueden absorber nutrientes".

*Trichoderma harzianun* establece condiciones favorable para lombrices y otros seres beneficios de la tierra dando un efecto colateral o secundario positivo. Siendo un hongo beneficio que parasita al nematodo *meloïdogyni incógnita*, está formado por hifas que envuelven a los nematodos y los desintegran por acción de enzimas degradadoras usando las como tratamiento preventivo o curativo mejorando la vitalidad de la planta.

#### **1.5.6.9. Beneficios**

"*Trichoderma harzianum*, hongo antagonista de patógenos vegetales, se encuentra presente en la mayoría de los suelos, su crecimiento y desarrollo es

favorecido por las raíces de plantas las cuales coloniza rápidamente” (Vásconez *et al.* 2022).

Algunas cepas son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que se desarrollan, se pueden agregar directamente a las semillas, suelo, trasplantes, bandejas, estas protegen las raíces de enfermedades y las hacen más fuertes y sanas, aumentando la capacidad de capturar nutrientes/agua, mejorando los rendimientos en condiciones de estrés hídrico (Poma 2022).

“La estimulación del crecimiento de las plantas por *Trichoderma* se puede atribuir a la producción de hormonas, producción de vitaminas y la transformación de nutrientes que no pueden ser absorbidos por el suelo” (Romero 2021).

#### **1.5.6.10. Condiciones de Crecimiento**

“Presentan un crecimiento óptimo a temperaturas que varían entre 25 y 30 °C, además, los valores óptimos de pH se encuentran entre 5,5-6,5, es decir en un sustrato ligeramente ácido” (Roman 2021).

#### **1.5.6.11. Estudios Desarrollados**

Pinzón *et al.* (2015) determinan el efecto de *T. harzianum* sobre *M. incognita*, mediante sus experimentos:

- ✓ El filtrado proveniente de *T. harzianum* ejerce un 100 % de mortalidad de juveniles de segundo estadio de *M. incognita*; durante las primeras 24 horas de exposición.
- ✓ La cepa nativa de *T. harzianum*, aisladas de la rizósfera de suelo sin uso agrícola, como antagonista, tiene características que inhiben las poblaciones de *M. incognita*, y como bioestimulante promueve el crecimiento y desarrollo de plantas de *S. lycopersicum*.

- ✓ En plantas inoculadas con *T. harzianum* disminuyeron la cantidad de huevos, y en *S. lycopersicum* redujeron el número de huevos y la formación de masas gelatinosas, con al menos el 34,50 y 28,00 %
- ✓ En la estimación del daño de *M. incognita* en plantas de *S. lycopersicum* inoculadas con la cepa nativa de *T. harzianum* se contabilizaron en promedio 37,10 y 33,10 agallas/ planta, respectivamente, lo que redujeron la intensidad del daño en el 75,44 y 78,10 %
- ✓ El uso continuo de *T. harzianum*; así, en *S. lycopersicum* aplicaciones por cuatro años consecutivos, se redujo al menos el 82 % el índice de agallamiento en el cultivo

## 1.6. Hipótesis

**Ho=** No es de vital importancia conocer sobre el efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

**Ha=** Es de vital importancia conocer sobre el efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

## 1.7. Metodología de la investigación

La presente investigación bibliográfica, se elaboró mediante la recolección de información de bibliotecas virtuales, revistas, artículos, libros y todo material bibliográfico de carácter científico que aporte al desarrollo de esta investigación

La información obtenida fue ejecutada con procesos de análisis, resumen, síntesis y parafraseo, en función al efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate.

## CAPÍTULO II

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Desarrollo del caso

La finalidad del presente documento fue recopilación de información referente al efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*)

Entre los factores que limitan los rendimientos del cultivo del tomate, se destacan los nematodos formadores de agallas *M. incognita*, como una importante plaga que genera pérdidas entre el 20 y 68 % anual.

#### 2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

El uso de *Trichoderma harzianum*, como hongo antagonista de patógenos vegetales, permite el crecimiento de raíces más fuertes aumentando la capacidad de captura de nutrientes y de humedad.

*Meloidogyne incognita*, es uno de los principales nematodos en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*), afectando principalmente a la raíz de la planta, produciendo una reducción del sistema radicular, falta de crecimiento, hojas amarillentas, también se aprecia senescencia temprana.

Una de las características que favorecen en la aplicación de *Trichoderma harzianum*; es la secreción de metabolitos de diferente naturaleza, que frenan o eliminan a los competidores en el microambiente.

*T. harzianum* como agente de biocontrol es preventivo, Si no se ha producido un ataque, la planta está preparada y protegida frente a la infección, y si se ha producido, la acción del hongo ayuda a la planta a superar dicha infección e intentar controlarla.

### **2.3. Soluciones planteadas**

El control biológico de *Trichoderma harzianum* ha demostrado ser efectivo contra *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Realizar investigaciones y proyectos que impulsen la aplicación de *Trichoderma harzianum* como control biológico de *Meloidogyne incognita* y presentar los resultados a los productores.

Evitar la aplicación de nematicidas y apuntar a la utilización de microorganismos antagonistas de nematodos que pueden reducir las poblaciones del suelo mediante depredación, parasitismo o antibiosis como el hongo *Trichoderma harzianum*.

### **2.4. Conclusiones**

El ataque de *Meloidogyne incognita* es de gran consideración económica de los agricultores, porque producen un bajo rendimiento en la producción del cultivo y frutos son de mala calidad, disminuyendo el precio del producto en el mercado.

El uso de *T. harzianum* tiene buenas perspectivas como alternativa en el control, pues ejerce el 100 % de mortalidad en juveniles de segundo estadio de *M. incognita*, además, se puede aplicar como bioestimulante que promueve el crecimiento y desarrollo de plantas de *S. lycopersicum*.

### **2.5. Recomendaciones**

Realizar capacitaciones por parte de los técnicos de empresas públicas y privadas para actualizar a los productores sobre la aplicación de *Trichoderma harzianum* como control biológico de *M. incognita*.

Estudiar el comportamiento de *Trichoderma harzianum*, sobre *M. incognita*, asociados al cultivo.

Utilizar *T. harzianum* como agente de control biológico en el cultivo de tomate, a fin de controlar *M. incognita* y promover el buen desarrollo de las características agronómicas de la planta.

Inducir a investigaciones en Ecuador con el uso del hongo de *Trichoderma harzianum*, como controlador biológico de *M. incognita*.

## BIBLIOGRAFIA

- Arteaga, M. 2022. Comportamiento agronómico de cultivares de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill) en Puellaro – Pichincha. Quito, Universidad Sn Francisco de Quito. 11-59 p.
- Bustamante, E. 2019. Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L) bajo condiciones controladas”. Quevedo, Universidad Estatal de Quevedo. 1-41 p.
- Camues, I. 2019. “Identificación de los síntomas causados por *Meloidogyne* sp. en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero y sus métodos de control en el Sector de Chaltura”. Babahoyo, Universidad Tecnica de Babahoyo. 1-20 p.
- Conrado, M; Mazaro, S; Juliano, S. 2019. *Trichoderma* Na Agricultura (en línea). s.l., s.e. 417-432 p. Disponible en <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208230/1/livro-trichoderma-online-06.01.20.pdf>.
- Délices, G; Leyva, O; Mota, C; Núñez, R; Gámez, R; Meza, P; Serna, R. 2019. Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme (Solanaceae) en su centro de origen ( sur de América ) y de domesticación ( México ). Revista de Biología Tropical 67(4):1023-1036.
- Gordillo, A. 2017. Efectividad de aislados nativos de *Trichoderma* spp., en el control biológico del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood de las raíces de tomate (*Solanum lycopersicum*) (en línea). Universidad Nacional De Loja 1:100. Disponible en [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/Tesis\\_wilson\\_fernando.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/Tesis_wilson_fernando.pdf).
- Guerra, J. 2019. “Caracterización de mecanismos biocontroladores de *Trichoderma* spp y evaluación del efecto protector en aliso (*Alnus*

acuminata Kunth) en vivero” (en línea). Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. . Consultado 2 sep. 2022. Disponible en <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/14337/1/33T00236.pdf>.

Izurieta, E. 2021. Sensibilidad in vitro de especies de *Trichoderma spp.* aisladas de suelos forestales a fungicidas de diferente modo de acción. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 4-40 p.

Mesa, A; Marín, A; Calle, J. 2020. Metabolitos secundarios en *Trichoderma spp.* y sus aplicaciones biotecnológicas agrícolas. Actualidades Biológicas 41(111):1-13. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v41n111a02>.

Moo, F; Alejo, J; Reyes, A; Tun Suárez, J; Gamboa, M; Islas, I. 2018. Incompatibilidad interespecífica de especies de *Trichoderma* contra *Meloidogyne incognita* en *Solanum lycopersicum*. Scientia Fungorum 47:37-45. DOI: <https://doi.org/10.33885/sf.2018.47.1191>.

Morales, K. 2021. Caracterización del residuo de la fibra de coco como sustrato para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en la provincia de Santa Elena (en línea). La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena. 1-19 p. Consultado 2 sep. 2022. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6321/1/UPSE-TIA-2021-0058.pdf>.

Muñoz, B. 2019. Rizobacterias promotoras de crecimiento (PGPR) en el biocontrol del nematodo *Meloidogyne incognita* y *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*)” (en línea). s.l., Universidad Técnica Estatal de Quevedo. . Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3634/1/T-UTEQ-0169.pdf>

Pinzón, L; Candellero, J; Tun, J; Reyes, V; Cristobal, J. 2015. Control de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. Fitosanidad 19(1):5-11.

Poma, M. 2022. efecto de *Trichoderma harzianum* en la producción de

plantines de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en fase de vivero, estación experimental sapecho. s.l., Universidad Mayor de San Andres. 1-59 p.

Quevedo, A; Magdama, F; Castro, J; Vera, M. 2022. Ecological interactions of nematophagous fungi and their potential use in tropical crops. *Scientia Agropecuaria* 13(1):97-108. DOI: <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2022.009>.

Rodriguez, A. 2019. Compatibilidad de fungicidas químicos, biológicos y de origen vegetal sobre el hongo benéfico *Trichoderma harzianum*, controlador de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (*Solanum lycopersium*). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. 6:1-88.

Rodriguez, M. 2019. Evaluación de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la pera en distintas condiciones de cultivo (en línea). s.l., Universidad Miguel Hernandez de Elche. 5-43 p. Consultado 2 sep. 2022. Disponible en [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5405/1/TFM Rodríguez Manzano, María Teresa.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5405/1/TFM_Rodríguez_Manzano_María_Teresa.pdf).

Roman, G. 2021. *Trichoderma harzianum* como herramienta en el manejo integrado de enfermedades de tomate. s.l., Universidad Nacional de La Plata. .

Romero, F. 2021. Evaluación de la capacidad promotora de crecimiento del cultivo de *Bacillus sp* y *Trichoderma sp*, en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Guayaquil, Universidad de Guayaquil. 1-90 p.

Shi, Q; Mao, Z; Zhang, X; Ling, J; Lin, R; Zhang, X; Liu, R; Wang, Y; Yang, Y; Cheng, X; Xie, B. 2018. The novel secreted Meloidogyne incognita effector MiISE6 targets the host nucleus and facilitates parasitism in Arabidopsis. *Frontiers in Plant Science* 9:252. DOI: <https://doi.org/10.3389/FPLS.2018.00252/BIBTEX>.

Siller, M; Garcia, J; Hernández, A; Ochoa, Y; Garrido, F; Cerna, E; Davila, M. 2018. Toxicidad de extractos de *Carya illinoensis* (Fagales:

Junglandaceae) contra *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Heteroderidae) en tomate. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(13):143-148. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a5n13.1144>.

Sumba, G. 2020. evaluación de diferentes dosis de ácido piroleñoso para el control de negrita (*Prodidiplosis longifila*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en época seca, en la zona de mocache. Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 3-42 p.

Toaquiza, M. 2021. evaluación de solarización y *Trichoderma harzianum* para el control de fitopatógenos a nivel de vivero forestal de la época en plántulas de *Eucalyptus globulus*". Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 5-70 p.

Tribiño, M. 2018. evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia de *Fusarium sp* en el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus*) en la empresa elite flowers farmers s.a.s (en línea). s.l., Universidad de Pamplona. 2-35 p. Consultado 2 sep. 2022. Disponible en [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1993/1/Tribiño\\_2018\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1993/1/Tribiño_2018_TG.pdf).

Urbina, N. 2022. "utilización de licopeno de tomate (*Solanum lycopersicum*) como colorante en productos cárnicos". Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 3-33 p.

Vásconez, G; Torres, Á; Touma, C; Ezeta, H. 2022. Incidência de dois antagonistas ( *Bacillus subtilis* e *Trichoderma harzianum* ) sobre pathogens em culturas pepper ( *Capsicum annuum* L . ) Na área de Babahoyo , província Los Rios Incidence of two antagonists ( *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* ). 5(3):2721-2737. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n3-011>.