

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS**

**EFFECTO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS SOBRE EL CONTROL DEL NEMÁTODO AGALLADOR**  
**(*Meloidogyne* spp.) EN EL CULTIVO DE TOMATE**

**TESIS DE GRADO**

**EDWIN MIGUEL RUSTRIAN LOPEZ**

**CARNET 20791-08**

**JUTIAPA, ENERO DE 2018**  
**SEDE REGIONAL DE JUTIAPA**

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS**

**EFFECTO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS SOBRE EL CONTROL DEL NEMÁTODO AGALLADOR**  
**(*Meloidogyne* spp.) EN EL CULTIVO DE TOMATE**

**TESIS DE GRADO**

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**POR**  
**EDWIN MIGUEL RUSTRIAN LOPEZ**

**PREVIO A CONFERÍRSELE**

**EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO**  
**DE LICENCIADO**

**JUTIAPA, ENERO DE 2018**  
**SEDE REGIONAL DE JUTIAPA**

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

### **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. RONI OSMAN CARRILLO AGUILAR

### **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala, 25 Enero 2018

Honorable  
Miembros del consejo  
Faculta de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Guatemala, Ciudad

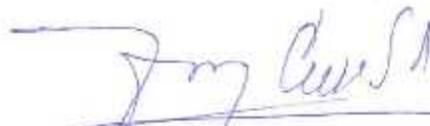
Honorables Miembros del Consejo:

Es un honor dirigirme a ustedes para hacer de su conocimiento que he asesorado al estudiante **Edwin Miguel, Rustrián López (2079108)** en la elaboración de su informe final de tesis, titulado:

**EFFECTO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS SOBRE EL CONTROL DEL NEMÁTODO AGALLADOR (*Meloidogyne* spp.) EN EL CULTIVO DE TOMATE**

Concluido el trabajo, considero que es un valioso aporte a la investigación agrícola sobre la evaluación del control de *Meloidogyne* spp en el cultivo de tomate, por lo que me permito recomendar su aprobación.

Atentamente.



Ing. Agr. Roni Osman Carrillo Aguilar  
Colegiado No. 1438  
Asesor



**Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EDWIN MIGUEL RUSTRIAN LOPEZ, Carnet 20791-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06195-2017 de fecha 6 de noviembre de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS SOBRE EL CONTROL DEL NEMÁTODO  
AGALLADOR (*Meloidogyne* spp.) EN EL CULTIVO DE TOMATE

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 17 días del mes de enero del año 2018.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
Universidad Rafael Landívar

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

DIOS

Por permitirme alcanzar una meta más.

Ing. Rony Carrillo

Por tan valiosa asesoría profesional y ser guía para la culminación de esta investigación.

MGTR. Julio García

Por su importante asesoría, revisión y corrección durante la realización de la investigación.

Ing. Luis Calderon

Por el apoyo en la revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Sergio Mansilla

Por importante revisión y corrección de la presente Investigación.

Ing. Cesar Palma

Por su amistad y apoyo moral durante el proceso de la presente investigación.

## DEDICATORIA

**A:**

DIOS

Por permitirme este proyecto de vida y por sus infinitas bendiciones.

Mis padres

Por su ejemplo de esfuerzo, de amor, por su apoyo moral e incondicional, y sus consejos oportunos.

Mi esposa

Por ser el pilar en mi vida, por mostrar su gran amor todos los días y su incomparable apoyo.

Mis hijos

Por ser mi felicidad, mi orgullo y motivación todos los días de mi vida.

Mis hermanos

Por su apoyo moral, con cariño.

Mis abuelos

Por estar siempre pendiente y su apoyo durante toda mi vida.

Mi familia

Con mucho aprecio y cariño.

Mis amigos

Que de una u otra forma me han apoyado, con mucho aprecio.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	i
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEORICO.....	3
2.1 Cultivo del tomate .....	3
2.1.1 Origen.....	3
2.1.2 Taxonomía del tomate .....	3
2.1.3 Morfología.....	3
2.1.4 Zonas productoras .....	4
2.2 Plagas que afectan al cultivo de tomate:.....	5
2.2.1 Nematodos: .....	5
2.2.2 Genero <i>Meloidogyne</i> :.....	7
2.2.3 Control químico:.....	9
2.2.4 Control biológico: .....	9
2.2.5 Control cultural.....	17
2.2.6 Híbridos con Resistencia .....	18
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo:.....	19
IV. OBJETIVOS.....	21
4.1 General: .....	21
4.2 Específicos:.....	21
V. HIPOTESIS.....	22
5.1 HIPOTESIS ALTERNA .....	22
VI. METODOLOGIA .....	23

6.1 Localización y fecha:.....	23
6.2 Material experimental:.....	23
6.3 Factores a estudiar: .....	23
6.4 Descripción de los tratamientos .....	24
6.5 Diseño experimental .....	24
6.6 Modelo estadístico .....	24
6.7 Unidad experimental: .....	25
6.8 Croquis de campo: .....	25
6.9 Manejo del experimento: .....	26
6.10 Variables de respuesta: .....	28
6.11 Análisis de la información .....	31
6.11.1 Análisis estadístico: .....	31
VII. RESULTADOS Y DISCUSION .....	32
7.1 Población de nematodos en 100 cc de suelo.....	32
7.2 Medición de plantas en peso. ....	33
7.3 Agallas en las raíces. ....	35
7.4 Altura de plantas en cm. ....	36
VIII. CONCLUSIONES .....	39
IX. RECOMENDACIONES .....	40
X. CRONOGRAMA DE TRABAJO .....	41
XI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....	42
XII. ANEXOS .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos	24
Cuadro 2 Croquis de campo	25
Cuadro 3 Resultado del análisis de las lecturas de nematodos en 100cc de suelo	33
Cuadro 4 Resultados de las lecturas de peso húmedo de las plantas en g.	34
Cuadro 5 Resultados de las lecturas de agallas en las raíces.	36
Cuadro 6 Resultados de altura de plantas en cm	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Recipiente plástico	25
Figura 2 Escala de agallas	30
Figura 3 Población de nematodos en 100cc de suelo	32
Figura 4 Resultados de medición de peso en g de primera lectura.	33
Figura 5 Resultados de medición de peso en g de segunda lectura.	34
Figura 6 Resultados de agallas en las raíces de la primera lectura.	35
Figura 7 Resultados de agallas en las raíces de la segunda lectura.	35
Figura 8 Resultados de altura de plantas en cm, primera lectura.	36
Figura 9 Resultados de altura de plantas en cm, segunda lectura.	37

# EFFECTO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS SOBRE EL CONTROL DEL NEMÁTODO AGALLADOR (*Meloidogyne* spp) EN EL CULTIVO DE TOMATE

## RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación fue realizado en la finca Santa Teresa, ubicada en la aldea de San Bartolomé Becerra, Antigua Guatemala. El objetivo principal fue determinar la eficacia de control de dos nematocidas biológicos para el control del nematodo agallador *Meloidogyne* spp, comparados con el nematocida de ingrediente activo oxamil. La investigación se hizo bajo condiciones de invernadero, se utilizó el diseño completamente al azar, se evaluaron 4 tratamientos con 5 repeticiones donde (T1) *Paecilomyces lilacinus*, (T2) *Paecilomyces variotii* cepa Q09, (T3) Oxamil, (T4) Testigo absoluto; la unidad experimental consistió en 25 recipientes plásticos (macetas) con volumen de 4,500cc, donde se sembró una plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*) (variedad Silverado) por recipiente. Las variables de respuesta fueron; población de nematodos (huevos, J1,J2) en 100 cc de suelo, peso húmedo de plantas, agallas en las raíces, altura de plantas. Las lecturas fueron tomadas a los 15 y 30 días después del trasplante, los análisis se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar. En los resultados las diferencias no fueron estadísticamente significativas, sin embargo el tratamiento de *Paecilomyces variotii* cepa Q09 presento resultados promisorios respecto a los otros productos biológico y químico; también se observó que el tratamiento 2 no tiene efecto negativo en el desarrollo vegetativo de la planta, por lo que se recomienda realizar un experimento donde se utilice como base este estudio identificando previamente las especies de *Meloidogyne* presentes en el suelo, combinando factores ambientales, dosis y número de aplicaciones de los biológicos.

## I. INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas más importantes por su popularidad, amplia adaptación edafoclimática, por constituir un fuerte renglón en el comercio de productos comestibles frescos; y por su diversidad de formas en que se consume (Donoso, 2010).

Es el de mayor producción y consumo en el mundo. Es parte en la dieta alimenticia de las personas por su sabor y alto valor nutritivo, conteniendo cantidades considerables de vitaminas y minerales, debido a esto y a otras cualidades, el fruto de tomate es una de las hortalizas más demandadas y consumidas. La producción mundial de tomate en 2009 fue de 30,377 millones de toneladas (Donoso, 2010).

El tomate se cultiva en más de 100 países tanto para consumo fresco como para industria, los diez principales productores que concentran más del 80% del total mundial son: Estados Unidos, China, Italia, Irán, Turquía, España, Brasil, Portugal, Grecia y Chile, correspondiendo el 30% de la producción mundial a Estados Unidos, el 25% a la Unión Europea, seguidas de China con un 14% (Pro/Chile, 2010).

El cultivo de tomate en Guatemala es de gran importancia, siendo el principal productor a nivel de Centroamérica, con una producción de 153,500 toneladas en 5,300 ha en el año 2009. Es una de las hortalizas de mayor consumo y que genera mayor número de empleos especialmente en el oriente del país (INE, 2010).

Por todo lo anterior descrito es de suma importancia enfrentar la diversidad de plagas que afectan el cultivo de tomate, y una de las principales plagas son los nematodos dentro de los cuales podemos mencionar el género *Meloidogyne* spp, que fue el género estudiado; cuya infección de las raíces produce lesiones en raíz engrosamientos característicos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que alberguen. Las plantas infectadas por

*Meloidogyne* spp muestran amarillamientos, marchitamientos y reducciones en la producción.

Los nematodos formadores de agallas de la raíz se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con clima cálido y tórrido e inviernos cortos y moderados. Estos nematodos se encuentran también en los invernaderos donde se usan suelos no esterilizados. Atacan a más de 2,000 especies de plantas, incluyendo a la mayoría de las plantas cultivadas (Agrios, 1999).

Disminuyen el rendimiento de las plantas, esto se traduce en escasez de alimentos. En USA, disminuyen en 10% los rendimientos de las cosechas. En los climas tropicales el daño de los nematodos es más fuerte. En Guatemala el género *Meloidogyne* provoca daños en tomate, melón y cucurbitáceas hasta del 40% (Flores, 2000).

Para el control de nematodos, los productos químicos son los que comúnmente utiliza el productor nacional, desconociendo así la existencia y eficacia de alternativas biológicas para su utilización por lo cual es importante determinar la eficacia de nematicidas biológicos y compararlos con químicos, de tal manera que se puedan implementar programas sustentables en el control de nematodos en tomate.

El presente trabajo pretende determinar la eficacia biológica de los nematicidas biológicos sobre el control de *Meloidogyne*, dichos nematicidas tienen como ingrediente activo al hongo *Paecilomyces* en sus especies *lilacinus* y *variotii* cepa Q09. En comparación con el químico oxamil.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Cultivo del tomate

#### 2.1.1 Origen

Según Flores (2000) el tomate se originó muy probablemente en las tierras altas de la costa occidental de Sudamérica. Investigaciones posteriores han precisado que esta y otras hortalizas se cultivaron en forma continua por las culturas que florecieron en los Andes desde tiempos preincaicos (antes de la formación del Imperio inca). Estas investigaciones coinciden en asignar el origen del tomate a esta zona apoyados no solo en la antigüedad de las evidencias arqueológicas registradas en los ceramios prehispánicos hallados en la zona norte del actual Perú, sino también a la gran cantidad de variedades silvestres que se pueden hallar aún en campos y zonas eriazas de esta parte de Sudamérica (Cruz, 2005).

#### 2.1.2 Taxonomía del tomate

El tomate es una planta dicotiledónea taxonómicamente ubicada según (ITIS: 2011 Catalogue of life).dentro de las siguientes categorías:

- Reino: Plantae
- Subreino: Tracheobionta
- División: Magnliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Asteridae
- Familia: Solanacea
- Género: *Solanum*
- Especie: *lycopersicum*
- Nombre binomial: *Solanum lycopersicum*

#### 2.1.3 Morfología

La morfología de la planta de tomate ha sido ampliamente descrita por De León (2009). El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como

anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta, y su crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las indeterminadas. El sistema radicular del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Dentro de la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, además el cortex y el cilindro central donde se sitúa el xilema.

El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. La flor es perfecta o hermafrodita, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo.

Las hojas son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El fruto es una baya que presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición, según la variedad que se trate.

#### **2.1.4 Zonas productoras**

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario 2003, el 72.1% del área cosechada a nivel nacional se encuentra concentrada en 7 departamentos: Jutiapa (20.2%), Baja Verapaz (17.3%), Chiquimula (8.9%), Guatemala (7.1%), Alta Verapaz (6.5%), El Progreso (6.1%) y Jalapa (6.0%).

#### **Producción bajo invernadero**

Actualmente, se cultivan 60 ha (de tomate, chile, pepino) en esa modalidad, en Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa y Chiquimula. FASAGUA manifestó que regiones como

Quiché, Baja Verapaz y El Progreso tienen un potencial para la instalación de estas procreadoras, desean incrementar el área de producción de las actuales 60 ha a 100 ha para el presente año.

Para la instalación de un invernadero en una ha de suelo en Guatemala la inversión supera Q1.5 millón (US\$183.116).

## **2.2 Plagas que afectan al cultivo de tomate:**

### **2.2.1 Nematodos:**

Los nematodos pertenecen al reino animal. Los nematodos, en ocasiones denominados anguilillas, tienen un aspecto vermiforme pero taxonómicamente son bastante distintos de los verdaderos gusanos. La mayoría de los varios miles de especies de nematodos viven libremente en gran número en aguas saladas o dulces o en el suelo alimentándose de plantas y animales microscópicos (Agrios, 1999).

Numerosas especies de ellos atacan y parasitan al hombre y a los animales, en los que producen diversas enfermedades. Sin embargo, se sabe que varios centenares de sus especies se alimentan de plantas vivas en las que producen una gran variedad de enfermedades (Agrios, 1999).

#### Clasificación:

Reino: Animal  
Phylum: Nematoda  
Clase: Secernentea  
Orden: Tylenchida  
Suborden: Tylenehina  
Superfamilia: Heteroderoidea  
Familia: Meloidogynidae  
Sub familia: Meloidogyninae  
Género: *Meloidogyne*  
Especies: *incognita, javanica, arenaria, hapla*

## **Morfología**

Los nematodos fitopatógenos son organismos pequeños de 300 a 1000  $\mu\text{m}$ , siendo algunos mayores a 4  $\mu\text{m}$  de longitud por 15 a 35  $\mu\text{m}$  de ancho. Su diámetro pequeño hace que no sean observables a simple vista, pero se pueden ver con facilidad en el microscopio. Los nematodos tienen, en general, forma de anguila y en corte transversal se ven redondos, presentan cuerpos lisos no segmentados y carecen de patas u otros apéndices. (Agrios, 1999).

## **Anatomía**

El cuerpo de un nematodo es más o menos transparente. Está cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrías u otros detalles. Esta cutícula presenta la muda cuando los nematodos pasan a través de sus etapas larvianas sucesivas. Dicha cutícula se produce por la hipodermis, la cual consta de células vivas y se extiende en la cavidad del cuerpo a manera de 4 cordones que separan 4 bandas de músculos longitudinales. Estos músculos permiten que el nematodo pueda moverse. (Agrios, 1999).

## **Ciclo de vida:**

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de 3 ó 4 semanas bajo condiciones ambientales óptimas, en especial la temperatura, pero tardará más tiempo en concluir en temperaturas frías. En algunas especies de nematodos la primera o segunda etapa larvaria no puede infectar a las plantas y sus funciones metabólicas se realizan a expensas de la energía almacenada en el huevecillo. Sin embargo, cuando se forman las etapas infectivas, deben alimentarse de un hospedante susceptible o de lo contrario sufren inanición y mueren. La ausencia de hospedantes apropiados ocasiona la muerte de todos los individuos de ciertas especies de nematodos al cabo de unos cuantos meses, pero en otras especies las etapas larvianas pueden desecarse y permanecer en reposo, o bien los huevecillos pueden permanecer en reposo en el suelo durante años (Agrios, 1999).

### **2.2.2 Genero *Meloidogyne*:**

El ciclo biológico de los nematodos de genero *Meloidogyne*, se inicia con un huevo, dentro del cual ocurre una primera muda formándose un juvenil de segundo estadio (J2) que es el estadio infectivo, posteriormente los J2 penetran por la caliptra de la raíz y se mueven intercelularmente y se ubican muy cerca de los haces vasculares estableciendo un sitio especializado de alimentación. Al cabo de cierto tiempo ocurre una segunda, tercera y cuarta muda originándose los juveniles de tercero, cuarto estadio y adultos (hembras y machos), respectivamente. Los machos mantienen su forma vermiforme mientras que las hembras adquieren una forma globosa semejante a una pera y son consideradas endoparásitas sedentarias. La acción de las hembras durante el establecimiento del sitio de alimentación originan cambios a nivel celular de la planta producto de la secreción de enzimas proveniente de la glándula esofágica dorsal del nematodo causando un crecimiento anormal de las células circundantes que luego se transforman en “células gigantes” multinucleadas. Estas células se caracterizan por presentar un citoplasma denso y una alta tasa metabólica. Además las especies de *Meloidogyne* parecen alterar de forma eficiente la expresión de los reguladores hormonales de la planta para maximizar y controlar la oferta de alimento (Taylor y Sasser, 1983).

**SÍNTOMAS:** Como otros muchos nemátodos no causan síntomas característicos en el follaje de la planta. Las plantas infectadas por *Meloidogyne* spp muestran amarillamientos, marchitamientos y reducciones en la producción. La infección de las raíces produce lesiones en raíz engrosamientos característicos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que alberguen (Agris, 1999).

Debido a que la mayoría de los agricultores e incluso técnicos poseen sólo un conocimiento básico sobre nemátodos. La búsqueda de ayuda profesional se hace necesaria a la hora de tomar decisiones sobre el manejo de las enfermedades causadas por estos. En concreto, el agricultor busca que sus muestras de suelo y raíces sean analizadas para la detección de nemátodos, así como consejo

profesional sobre si los nemátodos presentes pueden causar algún daño a sus cultivos o si serán necesarias algunas medidas de control.

La agricultura actual demanda la reducción de plaguicidas químicos y la introducción de sistemas sostenibles con el uso de agentes de manejo biológico. La alternativa de usar hongos y bacterias para el manejo de nematodos fitoparásitos puede ser una opción biológica muy importante de actualidad. El manejo biológico de nematodos fitoparásitos es posible si se logra fomentar e investigar la utilización de hongos y bacterias que pueden estar en el suelo o, de lo contrario, reproducirse en laboratorios para uso comercial (Coyne *et al*, 2007)

### **Especies del género *Meloidogyne***

Las especies más comunes, económicamente importantes y causantes del 90% de daño a cultivos agrícolas, a nivel mundial, son: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Eisenback *et al*, 1983).

Según Eisenback *et al* (1983), las principales características de estas especies, basadas en la morfología de los modelos perineales de los genitales de hembras adultas, son:

*Meloidogyne incognita*. La característica determinante para identificar a esta especie es arco dorsal alto, cuadrado y sin líneas laterales claramente visibles.

*Meloidogyne javanica*. La característica determinante para identificar a esta especie es arco bajo a redondeado y con líneas laterales bien visibles que separan las estrías dorsales de las ventrales; sin embargo, en ocasiones el arco puede ser alto.

*Meloidogyne arenaria*. Arco dorsal con “hombreras”, formadas por ondulaciones pronunciadas de las estrías dorsales, cerca de las líneas laterales que son visibles, y las estrías que se bifurcan, también cerca de las líneas laterales, son los caracteres más importantes de esta especie.

*Meloidogyne hapla*. El modelo perineal no presenta líneas laterales bien visibles; en conjunto, presenta la forma de hexágono redondeado a óvalo aplanado y la presencia de puntuaciones en el área en que termina la cola.

### **2.2.3 Control químico:**

En Almería, España el metam sodio es una alternativa para sustituir al bromuro de metilo, En 1995, las compañías involucradas en la manufactura de Metam Sodio en España, decidieron para catalogar el producto someterlo a una serie de pruebas para comparar la eficiencia con respecto al Bromuro de Metilo, trabajando el metam sodio con diferentes dosis y métodos de aplicación, los cuales fueron satisfactorios especialmente colocando dosis de metan sodio con solarizado; utilizado ya en Guatemala para el control de plagas del suelo, sobre todo hongos y nematodos fitoparasíticos. (Serra, 2006).

También se utilizan los productos químicos no fumigantes, que son compuestos no volátiles que incluyen los organofosforados como etoprofos y fenamifos y los carbamatos como aldicarb, carbofuran, y oxamilo, son más o menos solubles en agua y están disponibles en formulación granulada. (Fe, 2002).

Está demostrado que, en mayor o menor medida, la aplicación de todos los compuestos químicos con actividad nematicida tiene un riesgo potencial de contaminación medioambiental elevado y pueden llegar a ser muy tóxicos tanto como para los productores como a los consumidores. (Fe, 2002).

### **2.2.4 Control biológico:**

Los nematodos son los organismos pluricelulares más numerosos en los agroecosistemas; se conocen unas 20,000 especies y se pueden encontrar en densidades de hasta 30 millones por metro cuadrado. Se encuentran como

organismos de vida libre y se alimentan de hongos, bacterias, protozoarios u otros nematodos, o como parásitos de plantas y animales; además, forman parte importante de las cadenas tróficas del suelo. Por otra parte, los conocimientos sobre organismos antagónicos de nematodos fitoparásitos son casi tan viejos como los que se tienen sobre la importancia económica de estos en la producción agrícola; es decir, los nematodos fitoparásitos tienen “enemigos” muy eficaces que limitan sus niveles poblacionales, además, se tiene el conocimiento de la existencia de una micro flora y micro fauna en el suelo cuyas especies son antagonistas o reguladoras de las actividades de los fitonematodos. A escala mundial, existe una gran abundancia de antecedentes que permiten aseverar que los nematodos son atacados por numerosos y variados organismos del suelo, pero la acción de ellos aún es poco conocida (Serra, 2006).

Según Arauz, (1998) Los agentes biocontroladores como los organismos que interactúan con los nematodos fitoparásitos en el suelo deben tener algunas características básicas: No deben ser patógenos de plantas, hombres o animales, capaz de reducir o suprimir eficientemente las poblaciones de nematodos por debajo del nivel crítico, capacidad de adaptación a diferentes ambientes del suelo (textura, grado de humedad, composición química y materia orgánica), buena habilidad competitiva, alto potencial de reproducción para obtener una población alta, capacidad de sobrevivir en épocas difíciles; por ejemplo, *Verticillium chlamydosporium* tiene clamidosporas y puede sobrevivir a condiciones adversas del ambiente, capacidad de producir antibióticos u otros compuestos que inhiben nematodos u otros organismos para mejorar su oportunidad de supervivencia, habilidad para afectar a más de una especie de nematodos, dispersión efectiva en el suelo, capacidad para reproducirse in vitro en grandes cantidades a nivel comercial y de fácil aplicación, resistencia a la fertilización y a algunos plaguicidas; el producto biológico debe aumentar la producción con respecto al testigo sin aplicar.

A los agentes biocontroladores formulados para su uso comercial se les ha denominado plaguicidas microbiales o bioplaguicidas, con las respectivas categorías, como bioinsecticida, biofungicida, bioherbicida y bionematicida.

Conforme se conoce más de la ecología de los microorganismos con potencial para el combate biológico y sus relaciones con los patógenos y las plantas, el desarrollo comercial del combate biológico se incrementa.

### **Bacterias nematófagas**

Chen y Dickson (1998) efectuaron una revisión exhaustiva sobre la biología, ecología y potencial del control biológico de *Pasteuria penetrans*. Considerables progresos se han obtenido en los últimos 10 años para comprender la biología y la importancia de este organismo, el cual es capaz de suprimir a nematodos formadores de agallas. *Pasteuria* spp está distribuida a escala mundial y ha sido reportada en 323 especies de nematodos. El cultivo artificial ha tenido un éxito limitado; la producción en gran escala de endosporas depende del cultivo in vivo. La temperatura afecta la adhesión de la endospora, la germinación, la patogénesis y la conclusión del ciclo de vida en el pseudocolon del nematodo.

El potencial de *Pasteuria* spp ha sido demostrado en 20 cultivos. Dentro de los nematodos que ataca se encuentran *Belonolaimus longicaudatus*, *Heterodera* spp., *Meloidogyne* spp. y *Xiphinema diversicaudatum*. *Pasteuria penetrans* desempeña un papel importante en los suelos supresivos. Aproximadamente 10,000 endosporas / gramo de suelo proveen un control inmediato contra el nematodo agallador del maní.

Por otra parte, en Perú, Ciancio y colaboradores (1998) lograron aislar al género *Pasteuria* asociado con el nematodo *Hoplolaimus galeatus*. Se encontraron progámulos adheridos tanto en adultos como en juveniles y también endosporas que llenan los cuerpos de machos y hembras. La endospora y el punto central de la endospora tuvo un diámetro de 4,5 +/- 0,4  $\mu\text{m}$  y 1,9 +/- 0,2  $\mu\text{m}$  respectivamente, lo cual difiere con otros aislamientos reportados en Norte América sobre el mismo nematodo. Lo anterior demuestra que en años algunas variantes de *Pasteuria* han sido descubiertas. La biodiversidad a nivel fenotípico sugiere un complejo proceso entre el hospedero y la coevolución y especiación del parásito.

Ciclo de vida *Pasteuria* sp.: Produce endosporas, y se fija sobre la cutícula del nematodo. Cuando el nematodo entra en la raíz que infecta, las esporas van adheridas. La bacteria germina en el interior del nematodo hembra, y se transforma, más tarde en una bolsa de esporas. En consecuencia, la hembra no puede reproducirse y muere al reventar bajo la presión de las esporas que se liberan nuevamente al suelo y se reinicia el ciclo así se confirma la presencia de un agente biológico parásito natural de *Meloidogyne* sp en suelos de corrientes. Tiene una eficacia parasitaria remarcable que permite reducir hasta 80% una población y puede permanecer mucho tiempo en el suelo según la información recabada (Chen y Dickson 1998).

### **Hongos nematófagos**

Los hongos nematófagos son microorganismos con la capacidad de atacar, matar y digerir nematodos (adultos, juveniles y huevos). Aparte de su habilidad nematófaga, muchos de estos hongos pueden también vivir saprofiticamente en materia orgánica muerta, atacar a otros hongos (micoparásitos) y colonizar raíces de plantas como endófitos. Hay más de 300 especies de hongos nematófagos descritos, encontrados por todo el mundo, incluyendo las regiones polares. Los hongos son habitantes del suelo; generalmente son más frecuentes en suelos con elevado contenido en materia orgánica. La mayoría de los nematodos fitopatógenos vive en el suelo y ataca a las raíces de plantas. La posibilidad de usar hongos nematófagos para el control biológico de nematodos fitopatógenos está siendo por tanto investigada (Barron, 2005).

### **Como actúan los hongos nematófagos**

Según Barron, G. L. (2005) los hongos nematófagos se dividen en cuatro grupos, dependiendo de su modo de infectar nematodos fitoparásitos. El resultado de la infección es siempre el mismo: un nematodo completamente digerido. Los nutrientes

provenientes de los nematodos son utilizados para formar nuevas estructuras fúngicas (hifas, esporas, etc.).

Los cuatro grupos son los siguientes:

Hongos atrapadores de nematodos: Estos hongos forman varios tipos de órganos atrapadores en sus hifas. Son medios o buenos saprotrofos, y en muchos casos la formación de las trampas debe ser inducida por los propios nematodos. Hay dos mecanismos diferentes en la función de las trampas: adhesivos y mecánicos (Barron, 2005).

Sea cual sea el mecanismo, el hongo penetra la cutícula del nematodo por la trampa y forma el bulbo de infección dentro del nematodo, a partir del cual las hifas tróficas crecen dentro del cuerpo y digieren sus contenidos. Géneros comunes de hongos atrapadores de nematodos son *Arthrobotrys* y *Monacrosporium* (Barron, 2005).

Hongos endoparásitos: Los hongos endoparásitos utilizan sus esporas para infectar nematodos. Estos hongos son a menudo parásitos obligados de nematodos, y fuera del cuerpo infectado del nematodo aparecen solo como estructuras de diseminación. Las esporas de estos hongos pueden ser zoosporas móviles (como las de *Catenaria* spp.) que se enquistan sobre el nematodo, adhiriéndose a él y penetrando la cutícula, conidios adhesivos (por ejemplo en *Drechmeria coniospora*) o conidios que son ingeridos (*Harposporium* spp.) por los nematodos bacteriófagos. Algunos ejemplos son los: *Hongos productores de toxinas*: el hongo más común de este grupo es el descomponedor de madera *Pleurotus ostreatus* (seta yesquera) y otros *Pleurotus* spp. Las hifas de estos hongos, unos “tallos” cortos que contienen una gota de toxina, tras ponerse en contacto con la toxina, el nematodo es rápidamente inmovilizado y las hifas del hongo crecen quimiotrópicamente (dirigidas) a través de la boca del nematodo, que como en el caso de los anteriores hongos nematófagos, es digerido (Barron, 2005).

Otros resultados más recientes: Recientemente, los estudios sobre control biológico se han ampliado al nematodo de los cítricos, *Tylenchulus semipenetrans*. Una prospección realizada en la zona citrícola de Cataluña, para determinar los enemigos naturales asociados a *T. semipenetrans* ha puesto de manifiesto la presencia de hongos parásitos de hembras, huevos o larvas del nematodo en el 69% de estas; hongos depredadores formadores de trampas en el 29% de las parcelas, y *Pasteuria* en el 50% de las parcelas (Barron, 2005).

Las especies fúngicas encontradas más frecuentemente como parásitas de huevos han sido *Fusarium solani*, *Cylindrocarpon cylindroides* y *Paecilomyces lilacinus*. Esta especie es la más frecuente y abundante en cítricos y el único enemigo natural de nematodos que se produce comercialmente. En la actualidad, se investiga el potencial de estos hongos parásitos de huevos como agentes de control biológico de *T. semipenetrans*, así como el efecto antagonista de los metabolitos secundarios que producen. Se ha desarrollado un modelo que predice el máximo nivel de parasitismo que podría alcanzarse en las parcelas infestadas por *T. semipenetrans* en la zona citrícola de Cataluña, el cual predice que este es 45% y sucede cuando los niveles de hembras son máximos y los niveles de huevos son mínimos. Esta situación tiene lugar en primavera y verano en la zona estudiada (Barron, 2005).

La proporción de huevos parasitados estaba directamente relacionada con el número de hembras/gramo de raíz y con el contenido en magnesio del suelo e inversamente relacionada con el número de huevos/gramo raíz y el contenido en fósforo y arena del suelo. Estos resultados sugieren la posibilidad de favorecer la actividad de los enemigos naturales de *T. Semipenetrans*, mediante la manipulación de los factores ambientales y de esta forma potenciar el control biológico (Barron, 2005).

En otros estudios, Kim y Riggs (1998) aislaron un hongo hipomicete, designado como ARF18 (Arkansas Fungus 18), el cual actúa como agente biocontrolador de *Heterodera glycines*. El ARF18 cuando se añade al suelo suprime significativamente los huevos de *H. glycines*; el hongo también se ha podido aislar de los quistes

colectados en varios estados del sur de los EE. UU., lo cual refleja adaptabilidad en los suelos naturales. Ambos autores determinaron el efecto de 22 pesticidas sobre el crecimiento micelial del hongo ARF18 con el objetivo de conocer el grado de compatibilidad con otros pesticidas que comúnmente son utilizados en soya. Los pesticidas aldicarb, bentazone y clorotalonil tuvieron poco o ningún efecto sobre el hongo, pero el benomil y el metiltiofanato inhibieron completamente al hongo; seguido por el carbaryl, carboxin y myclobutanil.

Lo anterior sugiere que los primeros pesticidas se podrían considerar dentro de un programa de manejo integrado de plagas con el ARF18 en el cultivo de la soya.

El mecanismo de colonización de *Verticillium lecanii* sobre *Heterodera glycines* en soya. Entre 16 horas las hifas del hongo empezaron a colonizar la matriz gelatinosa, pero se detectó en pocas ocasiones sobre los huevos no eclosionados. La penetración del hongo en la hembra y en las paredes de los quistes fue observado 3 días después de la inoculación. Más adelante, determinaron que este hongo puede crecer en asociación con las raíces de soya; sin embargo, es un pobre colonizador de la rizosfera (Kim y Riggs, 1998).

### ***Paecilomyces variotti* cepa Q09**

Es un hongo que se utiliza para el control de nematodos del genero *Meloidogyne*, se distingue como depredador de formas juveniles y principalmente de masas de huevecillos, alimentándose de ellos y reduciendo de manera muy significativa la población de nematodos que atacan a las raíces de las plantas de muchos cultivos importantes. Provoca un efecto destructivo por acción enzimática-lítica, destruyendo las capas de protección de las diferentes estructuras de los nematodos, consumiendo como alimento de las sustancias componentes. Tiene influencia sobre formas juveniles y adultos al generar malformaciones y afectar el sistema reproductivo, impidiendo la fecundación (Piedra Naranjo, 2008).

### ***Paecilomyces lilacinus***

*Paecilomyces lilacinus* ataca tanto a estados móviles de los nematodos como a las hembras sedentarias, pero es especialmente agresivo contra los huevos. Parasita las hembras de los nematodos patógenos, deforma su estilete, destruye sus ovarios y disminuye la eclosión de los huevos. Además, si el pH es ligeramente ácido, produce toxinas que afectan al sistema nervioso de los nematodos. El crecimiento de *Paecilomyces lilacinus* es muy rápido. Los conidióforos tienen hasta 600 µm de longitud y producen conidias en cadena de 2.5-3 µm de longitud y 2-2.2 µm de anchura, son elipsoides y de color violeta; se difunden en grandes cantidades por efecto del viento (Piedra Naranjo, 2008).

En Puerto Rico, Lara y colaboradores (1996) evaluaron en campo la eficacia del hongo *Paecilomyces lilacinus* sobre el nematodo nodulador y su rentabilidad en tomate. *P. lilacinus* redujo las poblaciones de *Meloidogyne incognita* en el suelo y en las raíces, parasitó los huevos del nematodo, disminuyó la nodulación radical e incrementó los rendimientos y los beneficios económicos del cultivo. Este organismo no afectó las poblaciones de los nematodos *Rotylenchulus reniformis* ni *Helicotylenchus dihystra*. Concluyen también que es más conveniente la utilización del hongo solo, eliminando de esta manera los efectos adversos del nematicida al agroecosistema y que la incorporación del hongo al momento de la siembra es la práctica más favorable para el control del nematodo agallador de raíces.

Por su parte, Dos Santos, Ferraz y Muchovej (1992) evaluaron en agar 20 especies de hongos aislados de raíces y suelo recolectadas en 50 localidades de Brasil, como agentes de control biológico frente a segundos estadíos juveniles, huevos y masas de huevos de *Meloidogyne incognita*. Ensayos in vitro mostraron que aislamientos de *Paecilomyces lilacinus*, *Arthrobotrys conoides*, *A. musiformis*, *A. robusta*, *Monoacrosporium ellipsosporum*, *Dactylaria thaumasia*, *Cylindrocarpon* sp. y *Trichoderma harzianum* fueron parásitos eficientes. Se observó una variabilidad considerable entre aislamientos de la misma especie. Los aislamientos más interesantes, *M. ellipsosporum*, *P. lilacinus*, *Fusarium oxysporum*, *T. harzianum*, *A.*

*robusta* y *D. thaumasia*, se evaluaron nuevamente frente a *M. incognita* raza 3 dentro de macetas en invernadero. Cada hongo y el nematodo, solo o en combinación, se mezclaron con suelo fumigado y sin fumigar. Luego, a los 10 días se trasplantó una plántula de tomate en cada maceta. Después de 60 días, *M. ellipsosporum* fue el único hongo que mostró capacidad para el control de *M. incognita*. El número de agallas y masas de huevos en las raíces fueron significativamente reducidas.

En un estudio similar, Freitas, Ferras y Muchovej (1995) evaluaron *in vitro* 19 aislamientos de *Paecilomyces lilacinus* de diferentes países y regiones de Brasil, más un aislamiento de *Cylindrocarpon destructans*. Los aislamientos variaron en su habilidad para colonizar los huevos. En estudios en invernadero con plantas de tomate, aislamientos de *P. lilacinus* redujeron el número de agallas de *Meloidogyne javanica*, pero hubo diferencias en su eficacia. Los aislamientos procedentes de Francia e Italia fueron los más efectivos tanto *in vitro* como en invernadero. También menciona que *P. lilacinus* es un hongo que ofrece grandes ventajas como agente de control biológico, contra *Meloidogyne* spp, debido a su gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y que cuenta con un alto potencial parasítico.

Durante varios años se ha investigado que *P. lilacinus* parasita huevos y hembras de nematodos, causando deformaciones, destrucción de ovarios y limitando la eclosión de huevos; a la vez, se ha comprobado que en condiciones de pH ligeramente ácido, produce toxinas que afectan el sistema nervioso de los nematodos.

### **2.2.5 Control cultural**

Las actividades culturales para el control de nematodos se resumen de la siguiente manera: BARBECHO: Un barbecho estricto por 1-2 años normalmente reducirá las poblaciones de nemátodos en un 80-90. ROTACIONES: La rotación con cultivos no hospedadores es a menudo adecuada para impedir que las poblaciones nematológicas alcancen niveles perjudiciales económicamente. SOLARIZACIÓN: La

solarización es un método de pasteurización del suelo que permite suprimir la mayoría de las especies de nemátodos patógenos eficazmente. VAPOR DE AGUA: Vapor a 80-100 °C por 30 minutos controla efectivamente algunos nematodos patógenos. ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA Y BIOFUMIGACIÓN: Hay evidencias sustanciales de que la adición de materia orgánica o materiales quitinosos en forma de abono o estiércol disminuyen las poblaciones de nemátodos y el daño asociado a ellas, lo que parece ser debido a un incremento en las poblaciones de microorganismos antagonistas de los nematodos (Escobar y Lee, 2001).

### **2.2.6 Híbridos con Resistencia**

Las variedades resistentes son un método de control más eficaz contra las especies de endoparásitos sedentarias como *Meloidogyne* o los nemátodos quísticos (*Globodera*, *Heterodera*) que pasan la mayor parte de su ciclo de vida dentro de las raíces. Tomates y sojas, en particular, han sido intensivamente seleccionados para resistencia a los nematodos (Escobar y Lee, 2001).

No obstante, la obtención de nuevas variedades resistentes es complicada por la habilidad de las especies de nemátodos de desarrollar razas o biotipos que superen la resistencia. Cuando una variedad resistente se planta, las poblaciones de nemátodos generalmente disminuyen, pero en la estación siguiente, los pocos nemátodos en una población capaces de superar la resistencia empiezan a aumentar, con lo que al cabo de unas generaciones la resistencia ha sido rota, más del 80% de las poblaciones de *Meloidogyne incognita* muestreadas en invernaderos japoneses rompe la resistencia proporcionada por el gen Mi (Escobar y Lee, 2001). Por otra parte las fuentes de resistencia natural están limitadas a unas pocas especies de nemátodos y en ocasiones sólo son eficaces frente a una raza de ese patógeno.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 Definición del problema y justificación del trabajo:

En las zonas de oriente, sur, centro, norte y occidente de Guatemala, el tomate se cultiva en época lluviosa y seca, con aguas de pozos y ríos lo que hace que asociado al cultivo existan parásitos interactuando negativamente en el normal desarrollo de la planta.

Solos o asociados con otros patógenos los nematodos fitoparasitos pueden ser muy destructores. Las especies de los géneros *Meloidogyne*, *Heterodera* y *Pratylenchus* dañan los cultivos en muchas partes del mundo, afectando varios cientos de plantas económicamente importantes.

Disminuyen el rendimiento de las plantas, esto se traduce en escasez de alimentos. En USA, disminuyen en 10% los rendimientos de las cosechas. En los climas tropicales el daño de los nematodos es más fuerte. En Guatemala el género *Meloidogyne* provoca daños en tomate, melón y cucurbitáceas hasta del 40% (Flores, 2000).

Para los agricultores el estudio de los nematodos es importante porque reduce los rendimientos, la calidad y aumentan los costos de producción.

En el pasado se utilizó para el combate de estos microorganismos productos tales como: el DBCP (Nemagon), el cual fue prohibido en la década de 1980 por sus efectos negativos en la salud de los trabajadores. En la actualidad, los más utilizados son nematicidas no fumigantes que pertenecen a dos grupos químicos: carbamatos y organofosforados (Arauz, 1998). Surge como necesario dentro del concepto de agricultura sostenible fomentar un tema de gran importancia, como lo es la sustitución de nematicidas químicos por nematicidas biológicos, utilizando

hongos y bacterias dentro de un programa de manejo integrado de cultivos agrícolas.

Más del 98% de la producción nacional de tomate está basada en pequeños, medianos y grandes agricultores, que en su mayoría cultivan el tomate con baja tecnología, es decir con o sin utilización de cobertura de las plantas y sin el uso de sustratos inertes, de tal manera que las plantas están expuestas al ataque de nemátodos reduciendo así el rendimiento del cultivo provocando grandes pérdidas.

Ante esta situación los productores optan por la utilización de nematicidas químicos los cuales ejercen efecto negativo en la actividad microbiana del suelo, por su alto grado de toxicidad. El productor omite el tema de residualidad por la falta de conocimiento e información, dependiendo del mercado meta al que se dirija, tal es el caso del mercado nacional donde no se toma en cuenta la residualidad de los químicos poniendo en peligro la salud de los consumidores. Caso contrario es el productor en invernadero cuyo producto es para exportación, el cual toma muy en cuenta los aspectos de toxicidad y residualidad de los productos químicos y por ende se ve en la obligación de implementar nuevas técnicas de manejo usando alternativas como lo son los productos biológicos.

Por los problemas anteriores, es importante determinar la eficacia de productos biológicos para el control de nemátodos, principalmente *Meloidogyne* spp. que servirán como alternativas para un sistema de producción, sin dañar el medio ambiente y sin residuos tóxicos en el producto final para el consumidor.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 General:

- Evaluar el efecto de la aplicación de dos nematocidas biológicos en el control del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp), en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

### 4.2 Específicos:

- Determinar el efecto de control de *Paecilomyces* spp sobre poblaciones de *Meloidogyne* spp.
- Determinar el efecto de control de *Paecilomyces* spp sobre el daño causado por *Meloidogyne* spp.
- Establecer el efecto de los nematocidas sobre el desarrollo vegetativo de la planta de tomate.

## **V. HIPOTESIS**

### **5.1 HIPOTESIS ALTERNA**

Al menos uno de los tratamientos presentará diferencias significativas en el control de *Meloidogyne* spp, y desarrollo vegetativo.

## VI. METODOLOGIA

### 6.1 Localización y fecha

El experimento se inició el 1 de Marzo, finalizando en Julio del año 2013 y se realizó bajo condiciones de invernadero en La finca Santa Teresa, ubicada en la aldea San Bartolomé Becerra a 2 km desde Antigua Guatemala y 49 km desde la ciudad capital; las coordenadas de ubicación son latitud 14°32'58" y longitud 90°44'10" con una elevación sobre el nivel del mar de 1,528 msnm.

### 6.2 Material experimental

En la investigación se utilizó tomate de crecimiento determinado, altamente susceptible a nemátodos variedad Silverado. Los pilones fueron adquiridos en la empresa reconocida Pilones de Antigua S.A. Para asegurar la presencia de *Meloidogyne* spp se utilizó suelo con altas poblaciones de nematodos, del cual la empresa contaba con un análisis de laboratorio en donde los resultados marcaron una población no menor a 500 huevos, J1 y J2 en 100cc de suelo. Los pilones fueron sembrados en recipientes que contenían el suelo contaminado de nematodos, para facilitar su manejo y tener mejor control en todos los aspectos del desarrollo del cultivo.

### 6.3 Factor a estudiar

El factor a estudiar fue la utilización de dos nematicidas biológicos, *Paecilomyces variotti* cepa Q09 y *Paecilomyces lilacinus*.

## 6.4 Descripción de los tratamientos

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Concentraciones ia	Dosis	No. Aplicaciones	intervalo de aplicaciones
T1 <i>Paecilomyces lilacinus</i>	1X10 <sup>6</sup>	8 kg/ha	2	0-15 ddt
T2 <i>Paecilomyces variotii</i>				
C Q09	1X10 <sup>8</sup>	7 L/ha	2	0-15 ddt
T3 Testigo comercial				
Oxamil	0.975g/ml	8.5 L/ha	1	0 ddt
T4 Testigo absoluto	0	0	0	0

ddt: días después del trasplante.

Las dosis y aplicaciones son las recomendadas por las casas comerciales.

## 6.5 Diseño experimental

### DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA)

Se utilizaron 4 tratamientos y 5 repeticiones, las condiciones del lugar del experimento son homogéneas ya que se realizó bajo cobertura en invernadero.

## 6.6 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = m + t_i + E_{ij} \quad i = 1.2....t$$

$$J = 1.2....t$$

Siendo,

$Y_{ij}$  = variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$M$  = media general de la variable de respuesta.

$t_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### 6.7 Unidad experimental

Cada unidad experimental contó con 25 recipientes de 20 cm de diámetro superior, 15 cm de diámetro inferior y 15 cm de altura cada uno; conteniendo en total de 4500 cm<sup>3</sup> de suelo, en el cual se trasplanto 1 plántula.

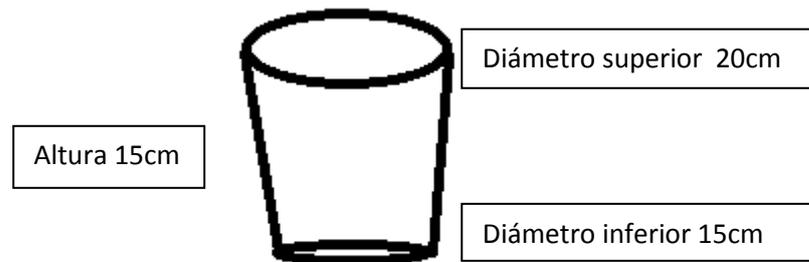


Figura 1 Recipiente plástico.

### 6.8 Croquis de campo

Cuadro 2 Croquis de campo

T4R2	T4R4	T2R5	T3R2	T2R1
T1R2	T4R1	T1R5	T1R3	T3R3
T3R5	T4R3	T3R4	T2R4	T4R5
T1R4	T2R2	T2R3	T3R1	T1R1

En el cuadro 2 se describe la forma en que quedaron distribuidos los tratamientos y las repeticiones en campo.

Donde T: tratamiento.

Donde R: repetición.

## **6.9 Manejo del experimento**

### **Preparación del suelo**

El suelo que se utilizó en las unidades experimentales fueron mezclas homogéneas, extraídas del suelo infectado; de esta manera se aseguró la presencia de nematodos.

### **Muestreo de suelo**

Se realizó un muestreo general del suelo utilizado (análisis realizado por la empresa Pilonos de Antigua S.A), el cual marcó la población mayor a 500 huevos, J1 y J2 de nematodos por 100cc de suelo. Posteriormente se realizaron muestreos a los 15 días después del trasplante y a los 30 días después del trasplante.

### **Llenado de recipientes**

Cada unidad experimental contó con un recipiente de 20 cm de diámetro superior por 15cm de diámetro inferior y 15 cm de altura; conteniendo en total 4500cc de suelo.

### **Instalación de mangueras para riego**

Se realizó de forma manual, colocando sobre las unidades experimentales la manguera para el riego por goteo, la cual tiene las siguientes características de 16 milésimas de espesor, goteros distanciados a 20 cm. Con una descarga de 1.2 L/h, el sistema de riego contó con todos los implementos necesarios para obtener su mayor eficiencia.

### **Trasplante**

Esta actividad consistió en llevar al campo definitivo las plantas que fueron desarrolladas a partir de semillas en un ambiente controlado, colocando una planta por unidad experimental, luego se sembraron de forma manual.

### **Aplicación de los tratamientos**

Al momento del trasplante se procedió a la aplicación de los productos a evaluar directamente al pie de la planta utilizando las siguientes dosis:

- *Paecilomyces lilacinus* 8 kg/ha.
- *Paecilomyces variotii* cepa Q9 7L/ha.
- Oxamil 8.5 L/ha.

Se realizaron 2 aplicaciones de los productos biológicos, a los 0 días, 15 ddt, (recomendadas por la casa comercial Sin Química S.A de C.V.), de oxamil se realizó una aplicación a los 0 días, utilizando bomba de aspersión manual con capacidad de 16 L, previamente calibrada, aplicando 100 cc/planta de solución de cada uno de los tratamientos.

### **Riego**

El riego se realizó a través de un sistema de riego por goteo el cual contó con todos los implementos necesarios para una mejor eficiencia, posteriormente se cambió a un riego localizado con manguera. Los riegos se realizaron según las características físicas del suelo, y requerimiento del cultivo.

### **Fertilización**

La fertilización se aplicó por medio del sistema de riego por goteo y dicho plan fue se basó en los requerimientos del cultivo.

### **Control de plagas y enfermedades**

Se utilizó un manejo integrado de plagas y enfermedades el cual es implementado dentro del invernadero donde se ubicó la parcela experimental.

### **Toma de datos**

La primera toma de datos se realizó a los 15 días después del trasplante, se arrancaron 5 plantas de cada tratamiento y repetición, de las cuales se realizaron los respectivos análisis, de igual manera se tomaron muestras de suelo de las mismas macetas donde fueron arrancadas las plantas, dicho suelo fue analizado en el

laboratorio de la Universidad Rafael Landívar por el Mgtr Julio García, donde se obtuvieron los resultado de cantidades de huevos, J1 y J2 en 100cc de suelo.

La segunda toma de datos se realizó a los 30 días después del trasplante, donde se tomaron las mismas cantidades de plantas y de muestras de suelo para proceder a su análisis.

### **6.10 Variables de respuesta**

- Población de nematodos (huevos, J1,J2) en 100 cc de suelo.

Se tomó como parámetro un análisis nematológico realizado por la empresa a su suelo, antes de la aplicación de los tratamientos, es decir antes del trasplante determinando la existencia de población mayor a 500 huevos, juveniles (J1) y (J2) en 100cc de suelo. En el momento del trasplante se aplicaron los tratamientos; luego se tomó la primera lectura 15 ddt; posteriormente se realizó la segunda aplicación de los tratamientos; a los 30 ddt se realizó la segunda lectura. Los análisis se realizaron en el laboratorio del campus central de la Universidad Rafael Landívar, por Mgtr Julio García. Con estos datos se determinó la población, la eficiencia de control (EC) mediante la fórmula.

$$EC = \frac{(PT-PTR)}{PT} * 100 .$$

Donde:

PT es población del testigo absoluto

PTR es población del tratamiento

- Medición de plantas en peso.

Cuando se realizaron las lecturas descritas en el cronograma, se procedió al arranque de una planta de tomate (para cada uno de los tratamientos) donde se tomó lectura de su peso húmedo el cual se expresó en g.

- Agallas en las raíces.

Posterior a la medición del peso de las plantas estas se analizaron; donde se utilizó una escala de índice de agallas para cada uno de los tratamientos. Donde 0=no se observan agallas en las raíces; 1=pocas agallas pequeñas, difíciles de encontrar; 2=solo agallas pequeñas pero difíciles de encontrar, las raíces principales limpias; 3=algunas agallas visibles y grandes; 4=predominan las agallas grandes pero las raíces principales están limpias; 5= 50% de las raíces afectadas, agallado de algunas de las raíces principales, sistema radical reducido; 6= agallado en las raíces principales; 7= la mayoría de las raíces principales agalladas; 8= todas las raíces principales agalladas incluyendo la central, pocas raíces limpias; 9= Todas las raíces gravemente agalladas, las plantas generalmente se están muriendo; 10= todas las raíces severamente agalladas, no hay sistema radical, las plantas generalmente muertas (Coyne *et al*,2007).

### Diagrama del índice de agallas para el nematodo agallador

Cortesía de John Bridge y Sam Page (1980)

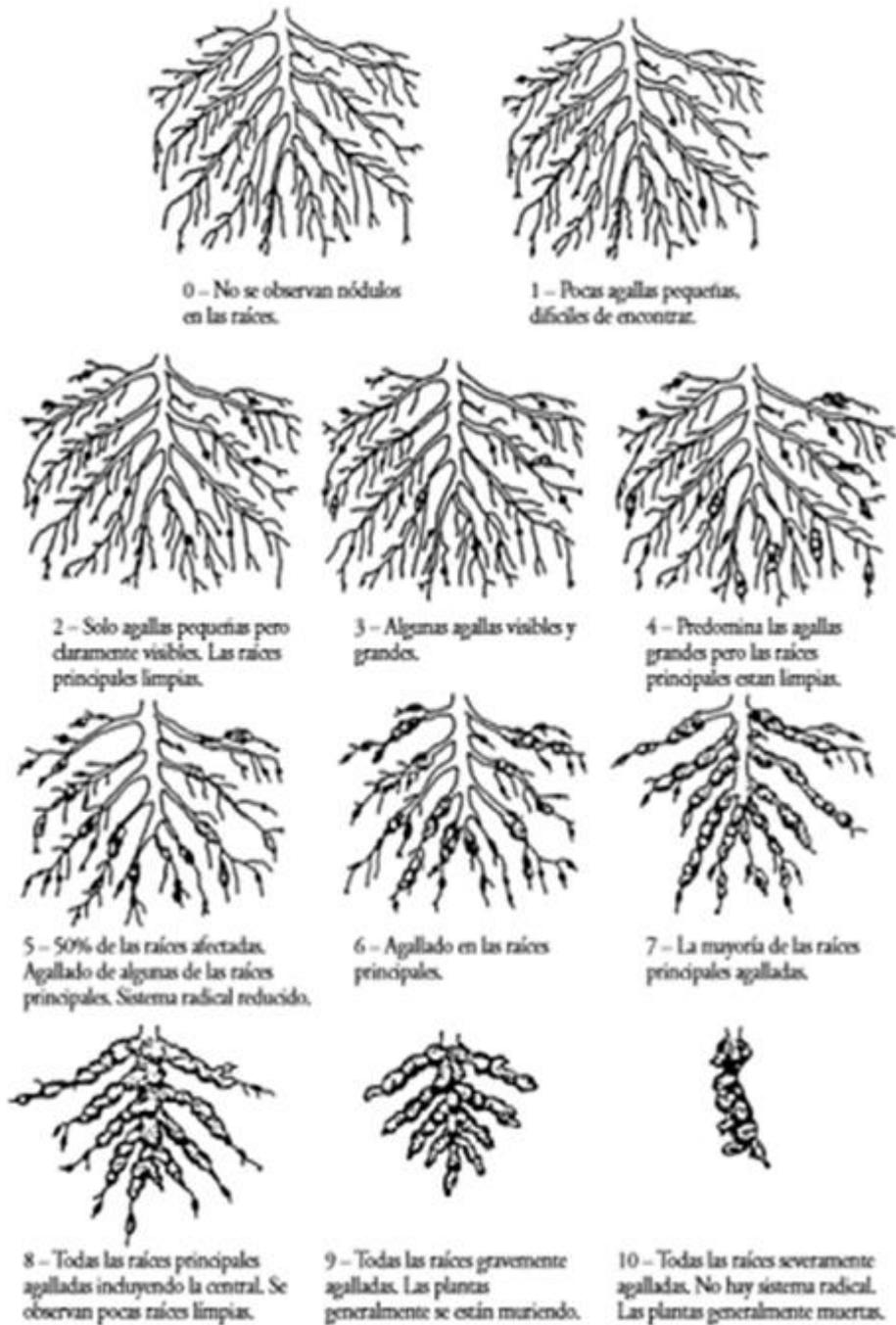


Figura 2 Escala de agallas utilizada como comparativo para la evaluación. (Coyne et al, 2007).

- Altura de plantas en cm

Se registró la altura de la planta en la siguiente etapa del cultivo:

Alturas a los 15 días y 30 días después del trasplante.

## **6.11 Análisis de la información**

### **6.11.1 Análisis estadístico:**

Para todas las variables descritas se ordenó la información y se realizó el análisis de varianza aplicando el diseño estadístico DCA, para dichos análisis se utilizó el programa Infostat libre, los resultados de las lecturas no marcaron diferencias significativas a excepción de una, y efectuando la prueba de normalidad de datos de Shapiro-Wilks unas lecturas marcaron anormalidad por lo que se realizó el estudio no paramétrico Kruskal Wallis.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 Población de nematodos en 100 cc de suelo.

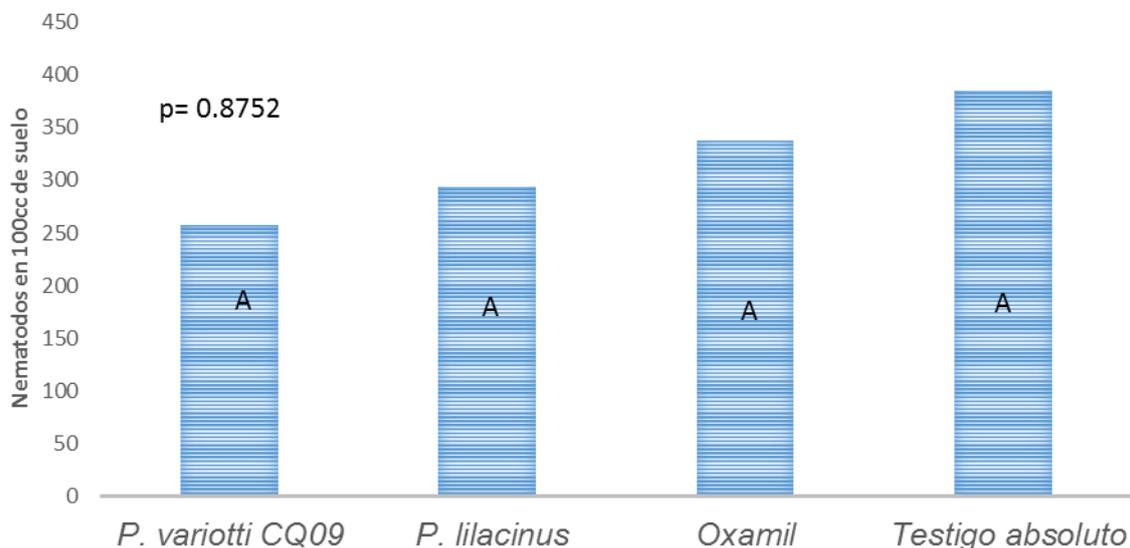


Figura 3 Población de nematodos en 100cc de suelo.

En la figura 3 Se muestra la eficacia de control de los productos en promedio de las dos lecturas tomadas, realizadas a los 15 y 30 días después del trasplante; donde las diferencias no son estadísticamente significativas, pero se puede observar que el tratamiento T2 (*Paecilomyces variotti* cepa Q09) marco un control promisorio, notándose la menor población de nematodos. Seguido por el tratamiento T1 (*Paecilomyces lilacinus*) donde demuestran tener un mayor efecto al tratamiento T3 (oxamil). Por lo tanto se observa que el hongo del T2 es más agresivo con los nematodos que el otro hongo nematofago evaluado. Los resultados del T4 (testigo absoluto) fueron tomados como referencia para determinar la eficacia del resto de los tratamientos. La importancia de estos resultados radica en que se mantiene el efecto de los productos biológicos superando al producto químico.

Por no haber diferencias significativas en los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis alterna.

Cuadro 3 Resultado del análisis de las lecturas de nematodos en 100cc de suelo.

Tratamientos	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
T1	560 a	28 a	294 a
T2	488 a	27 a	257.5 a
T3	646 a	30 a	338 a
T4	731.2 a	38 a	384.6 a
p valor	0.8315	0.9997	0.8752

7.2Medición de plantas en peso.

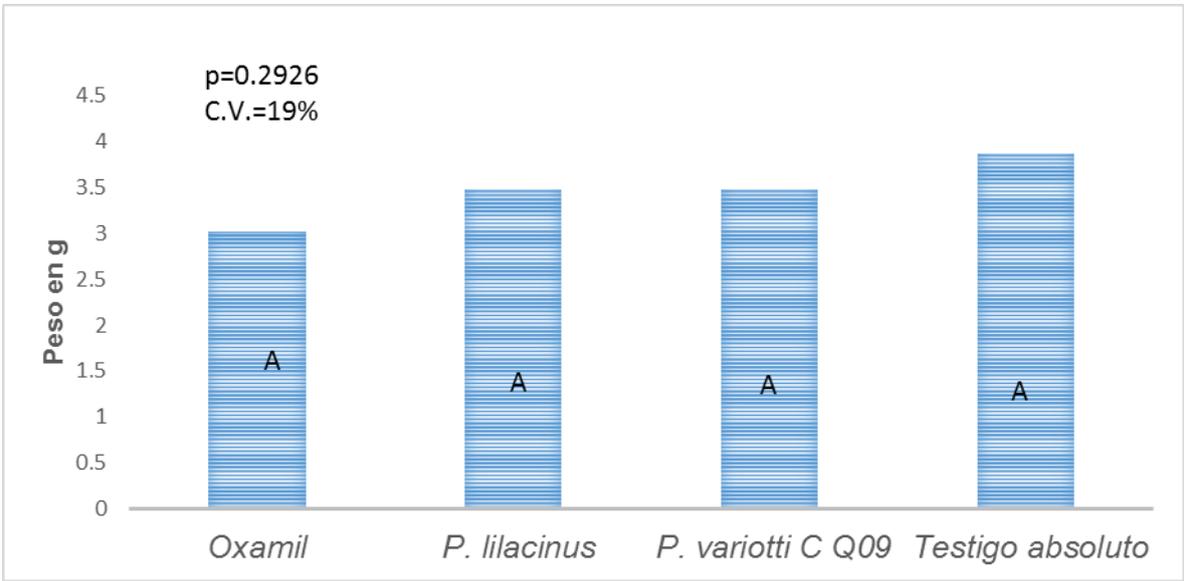


Figura 4 Resultados de medición de peso en g de primera lectura.

En la figura 4 las diferencias no son significativas, se puede observar que las plantas del tratamiento T4 (testigo absoluto) presentan mayor peso, dentro de lo que cabe resaltar que los tratamientos T2 (*Paecilomyces variotii* cepa Q09) y T1 (*Paecilomyces lilacinus*) presentan un peso similar lo que indica que su accionar no limita el desarrollo vegetativo de las plantas, el tratamiento T3 (oxamil) presenta el menor peso.

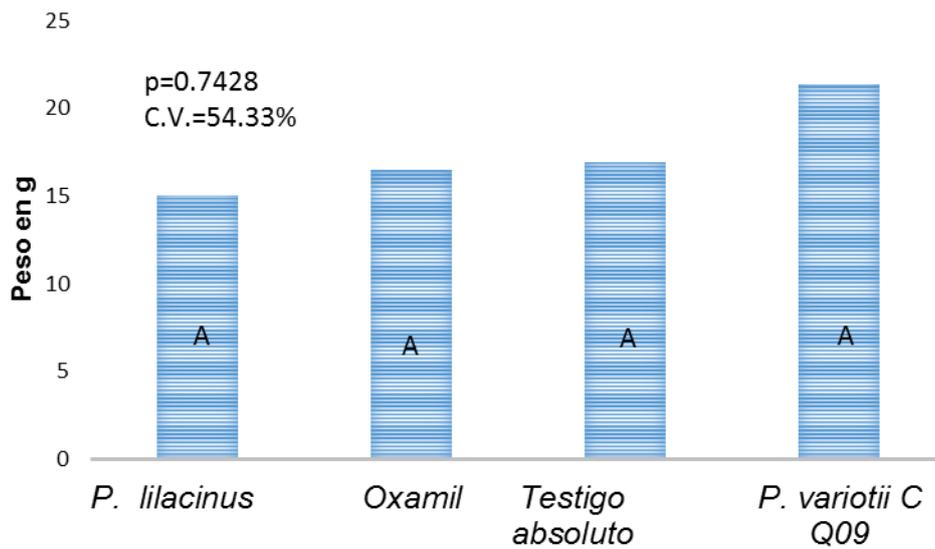


Figura 5 Resultados de medición de peso en g de segunda lectura.

En la figura 5 se demuestra que en el tratamiento T2 se obtuvo el mayor peso, con una diferencia no significativa, pero mantiene su hegemonía sobre los otros tratamientos en estos resultados, también observamos que el tratamiento T1 presento el menor peso.

Cuadro 4 Resultados de las lecturas de peso húmedo de las plantas en g.

Tratamientos	Lectura 1	Lectura 2
T1	3.47 a	15 a
T2	3.48 a	21.37 a
T3	3.02 a	16.5 a
T4	3.86 a	16.93 a
p valor	0.2926	0.7428

### 7.3 Agallas en las raíces.

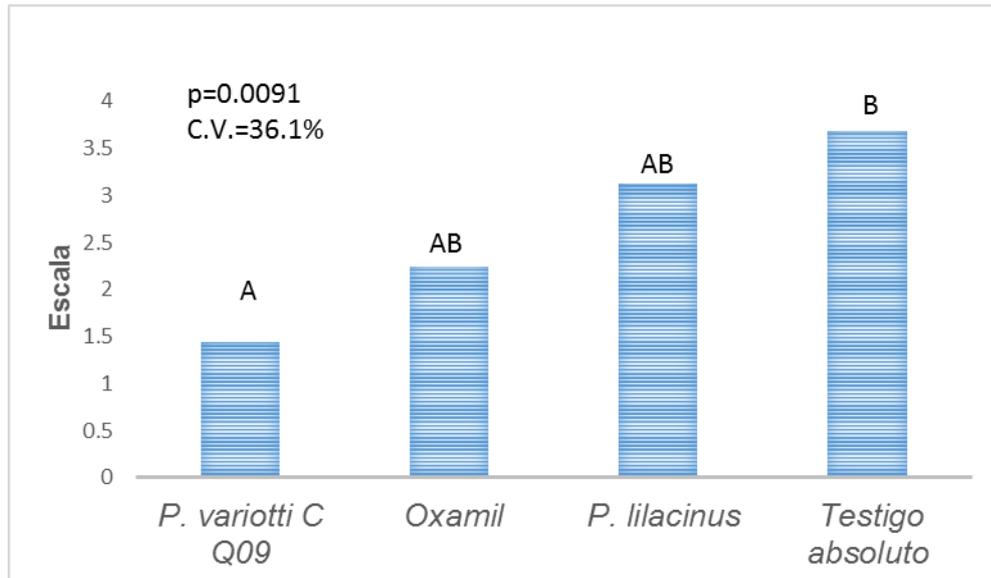


Figura 6 Resultados de agallas en las raíces de la primera lectura.

En la figura 6 de la lectura número 1 de la escala de agallas se observa que si existe diferencia significativa, donde el tratamiento T2 (*Paecilomyces variotii* cepa Q09) demuestra tener menos agallas con respecto a los otros tratamientos, seguido por el tratamiento T3 (oxamil), mientras que el tratamiento que más agallas presentó es el T4(testigo absoluto).

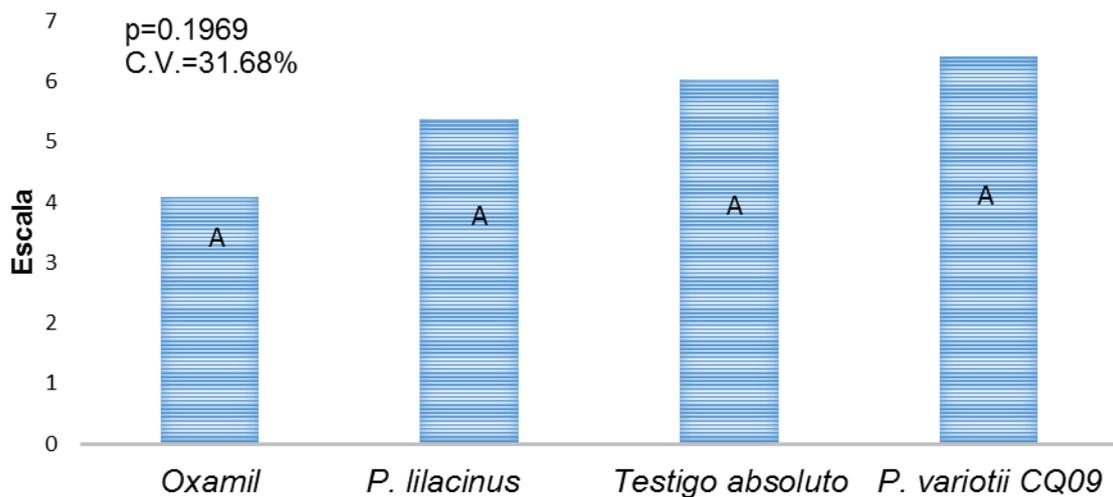


Figura 7 Resultados de agallas en las raíces de la segunda lectura.

En la figura 7 se puede observar que el tratamiento T3 obtuvo la menor escala de agallas con respecto al resto de los tratamientos, las diferencias no son significativas, sin embargo los tratamientos con mayor escala de agallas son T4 y T2.

Cuadro 5 Resultados de las lecturas de agallas en las raíces.

Tratamientos	Lectura 1		Lectura 2	
T1	3.12	ab	5.38	a
T2	1.44	b	6.42	a
T3	2.24	ab	4.08	a
T4	3.68	a	6.04	a
p valor	0.0091		0.1969	

#### 7.4 Altura de plantas en cm.

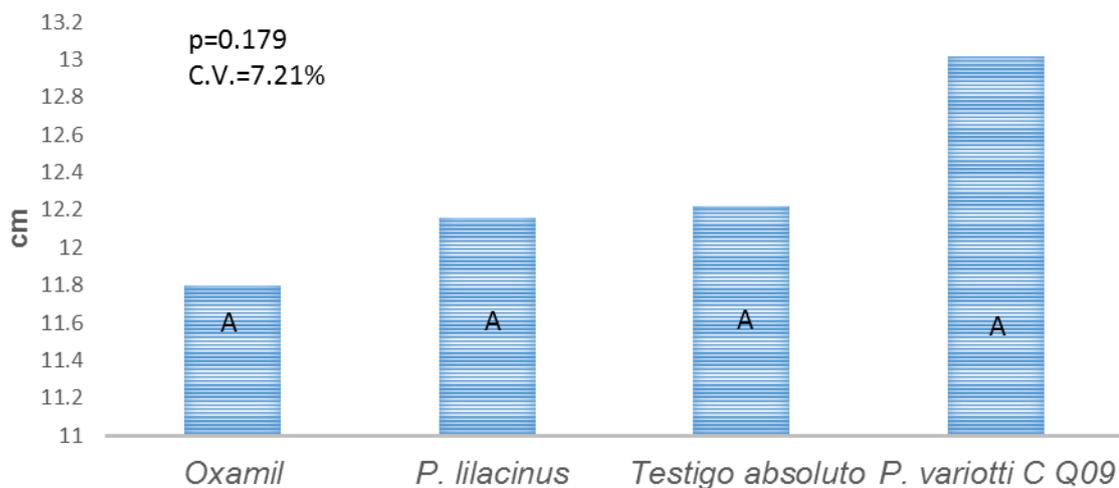


Figura 8 Resultados de altura de plantas en cm, primera lectura.

En la figura 8 se presentan los resultados de altura de plantas desde el cuello de las mismas hasta su meristemo apical, notándose que el tratamiento T2 mostro más altura respecto al resto de los tratamientos, aunque cabe resaltar que las diferencias no son estadísticamente significativas. Con esto se demuestra que en el tratamiento

T2 las plantas se han comportado de una manera favorable, respondiendo de buena manera al producto utilizado.

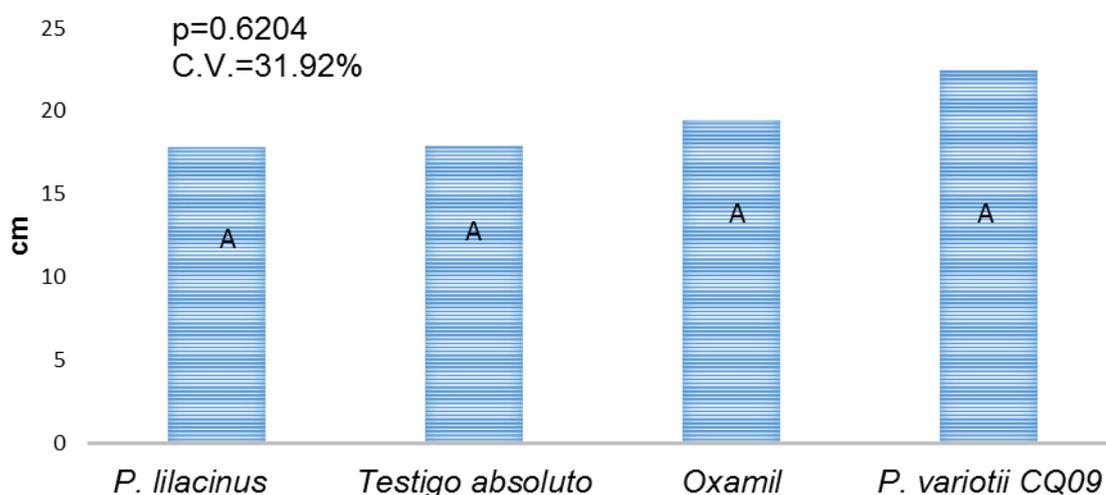


Figura 9 Resultados de altura de plantas en cm, segunda lectura.

En la figura 9 las diferencias no son significativas, el tratamiento T2 presento la mayor altura, mostrando un mejor desarrollo de las plantas en los resultados de las dos lecturas, seguido por el tratamiento T3, el tratamiento que presento la menor altura fue el T1.

Cuadro 6 Resultados de altura de plantas en cm

Tratamientos	Lectura 1	Lectura 2
T1	12.16 a	17.82 a
T2	13.07 a	22.44 a
T3	11.08 a	19.44 a
T4	12.22 a	17.91 a
p valor	0.179	0.6204

En general los resultados no presentaron diferencias estadísticamente significativas, tratándose del caso que el género *Meloidogyne* incluye diferentes especies dentro de los cuales algunas no se ven estrictamente afectadas por el hongo *P. lilacinus* y

*P. variottii*. Según ( Perry *et al*, 2013) se han identificado más especies del genero *Meloidogyne* e incluso razas de las especies. En estudio realizado por (Sedano, 2015) sobre el género *Pratylenchus*, *P. lilacinus* reduce la población del nematodo realizando aplicaciones antes, durante y después del trasplante, a diferencia de las aplicaciones que se realizaron en este estudio. Los factores de temperatura del suelo y del agua, textura del suelo influyen directamente en el ciclo de vida del nematodo pudiéndose dar el caso de acelerar dicho ciclo y favorecer su movilidad.

## VIII. CONCLUSIONES

No se observaron diferencias significativas en cuanto al efecto de *Paecilomyces* sobre poblaciones de *Meloidogyne* y desarrollo de plantas.

*P. variotti* presento un efecto mayor sobre el daño de *Meloidogyne*.

## IX.RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un experimento tomando como base este estudio, donde se realice una identificación previa de las especies de *Meloidogyne* presentes en el suelo, combinando factores ambientales, dosis y número de aplicaciones de productos que contengan *Paecilomyces* spp.

## X.CRONOGRAMA DE TRABAJO

Cuadro 7 Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Preparacion del suelo	X	X																	
Muestreo de suelo	X																		
Trasplante				X															
Aplicación de tratamientos				X			X												
Llenado de recipientes	X	X	X																
Manejo del experimento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cosecha																			
Toma de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Elaboración del informe final													X	X	X	X	X	X	X

## XI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Agrios, G. 1999 Fitopatología. Editorial Limusa 2da edición Mexico D.F. 838 p
- Arauz, L. F(1998). Fitopatología: Un Enfoque Agroecológico. San José, Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Barron, G. L. (2005) The nematode-destroying fungi.topics in Mycobiology N.º 1. Canadian Biological Publications Ltd., Guelph.
- Chen, Z.X. y Dickson, D.W. (1998) "Review of *pasteuria penetrans*: Biology, Ecology and Biological Control Potencial". Journal of Nematology. USA.
- Ciancio, A., Farfan, V.V., Torres, C.E. y Grasso,G. (1998) "Observations on a *Pasteuria* isolate Parasitic on *hoplolaimus galeatus* in Perú". Journal of Nematology. USA.
- Coyne, D.L., Nicol, J.M. and Claudius-Cole, B. (2007). Practical plant nematology: a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin.
- Cruz, K. 2005. Evaluación de la tolerancia a *Ralstonia Solanacearum* del patrón de tomate Inidomin bajo condiciones de invernadero en Mataquesuintla, Jalapa.TesisIng. Agr. Guatemala, Guatemala. URL. 37p.
- De León, W. 2009. Evaluación ambiental de la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones protegidas en las Palmas Gran Canaria, España, mediante la utilización de la metodología de análisis del ciclo de vida (ACV). Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental (ICTA) Universidad Autonoma de de Barcelona. Instituto de Recerca y tecnología Agroalimentaria (IRTA). Tesis Doctoral. Barcelona, España. 160 p

- Donoso, J. (2010). (Director general de ACOREX) Un momento decisivo para el tomate de industria (en línea). España. Agricultura familiar en España, Disponible en <http://www.google.com/producciondetomatemundial.htm>.
- Dos Santos, M. A., Ferraz, S. y Muchovej, J.J. (1992) Evaluation of 20 Species of Fungi from Brazil for Biocontrol of *Meloidogyne incognita* race 3. Nematropica. USA.
- EISENBACK, J.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J.; TRIANTAPHYLLOU; A. (1983). Guía para la identificación de cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* especies) con una clave pictórica. Traducida del Ingles Carlos Sosa-Moss. INTERNATIONAL MELOIDOGYNE PROYECT. Raleigh, North Carolina, USA.
- Escobar, H. y Lee, R. (2001). Producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales -CIAA,Colciencias. Bogotá. 134 p.
- Fe, A. M. (2002) Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparásitos. Ciencia y Medio Ambiente. España. 224 p.
- Flores, A. (2000) Efecto de tres nematicidas químicos y tres bio-orgánicos en el rendimiento de tabaco burley *nicotiana tabacum* L. en el municipio de cabañas, zacapa. Guatemala.
- Freitas, L. G., Ferraz, s. y Muchovej, J.J. (1995) Effectiveness of different isolates of *Paecilomyces lilacinus* and an isolate of *Cylindrocarpon destructans* on the control of *Meloidogyne javanica*. Nematropica. USA.

ITIS: 2011 Catalogue of life. Annual Checklist: *Solanum lycopersicum* L. (en línea). .  
Disponible en: <http://www.catalogueoflife.org/details/species/id/6076796>

INE,(2010). (Instituto Nacional de Estadística). IV. Censo Nacional Agropecuario: producción obtenidos de cultivos anuales o temporales, Guatemala. 1 CD.

Kim, D.G. y Riggs, R.D. (1998) Effects of Some Pesticides on The Growth of Arf18 and its Pathogenicity to Heterodera glycines. *Journal of Nematology.* USA.

Lara, J., Acosta, N., Betancourt, C., Vicente, N. y Rodríguez, R. (1998) Control Biológico de *Meloidogyne incognita* en Tomate en Puerto Rico. *Nematropica.* USA.

Lobo M. A. y Jaramillo V. J. (1985). Tomate en hortalizas. Manual de asistencia Técnica. Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-. pp. 41-47.

MAGA, (2011). (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). El Agro en cifras, Guatemala, Abril 2011.

Piedra Naranjo, Ricardo. (2008) Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias Tecnología en Marcha, Vol. 21-1, Enero-Marzo.

Pro/Chile. (2010). Mercado internacional para el tomate fresco. Dirección general de relaciones económicas internacionales, Chile. 23 p. (en línea), disponible en: <http://www.prochile.com>

Roland N. Perry, Maurice Moens, and James L. Starr. (2010) Root-Knoot nematodes, CAB International 2009 483p

Serra, A. 2006. Manejo Integrado de Plagas de cultivos. Estado Actual y perspectivas para la República Dominicana. Centro para el desarrollo

Agropecuaria y forestal (CEDAF). Santo Domingo, República Dominicana.  
176 p.

Taylor, A.L., and Sasser J. N. 1983. Identification of *Meloidogyne* species, p 101-105  
in A. L., Taylor and J. N. Sasser, eds. Biology, identification and control of root-  
knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: North Carolina State  
University Graphics.

Zeceña García, EA. 1999. Evaluación de dos productos químicos y un orgánico  
como sustitutos al bromuro de metilo en la desinfección del suelo, en el cultivo  
de melón (*Cucumis melo*, tipo cantaloupe) finca Oasis, Estanzuela, Zacapa.  
Tesis Ing. Agr. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 65 p.

## Prueba T para muestras Independientes

Tratamiento	Casific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Oxamil (TR)	Lectura	Nem/100cc/L1}	{L1}	{L2}	5	5	646	30	616	-50.9	1282.9	0.0003	2.56	0.0623	Bilateral
Paeclonoxas ilicinus	Lectura	Nem/100cc/L1}	{L2}	{L2}	5	5	560	28	532	-123.9	1187.93	0.0003	2.25	0.0875	Bilateral
Paeclonoxas variatii C. QD.	Lectura	Nem/100cc/L1}	{L2}	{L2}	5	5	488	27	461	49.35	872.65	0.001	3.11	0.0359	Bilateral
Testigo Absoluto	Lectura	Nem/100cc/L1}	{L2}	{L2}	5	5	731.2	38	693.2	155.11	1231.29	0.003	3.58	0.0232	Bilateral

## XII.ANEXOS

## Eficiencia de control

## Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Lectura 1	Oxamil (TR)	5	646	535.24	720	0.87	0.8315
Lectura 1	Paecilomyces lilacinus	5	560	526.45	250		
Lectura 1	Paecilomyces variotii C Q0..	5	488	329.42	600		
Lectura 1	Testigo Absoluto	5	731.2	428.46	840		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Lectura 2	Oxamil (TR)	5	30	44.72	0	0.01	0.9997
Lectura 2	Paecilomyces lilacinus	5	28	43.82	0		
Lectura 2	Paecilomyces variotii C Q0..	5	27	37.35	0		
Lectura 2	Testigo Absoluto	5	38	64.96	0		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
PROM	Oxamil (TR)	5	338	287.46	370	0.69	0.8752
PROM	Paecilomyces lilacinus	5	294	285.07	125		
PROM	Paecilomyces variotii C Q0..	5	257.5	157.1	300		
PROM	Testigo Absoluto	5	384.6	223.63	420		

## Primera lectura de altura

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA	20	0.26	0.12	7.21

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		4.37	3	1.46	1.85	0.179
TRATAMIENTOS		4.37	3	1.46	1.85	0.179
Error		12.61	16	0.79		
Total		16.98	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.60638

Error: 0.7881 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Paecilomyces variotii C Q0.	13.07	5	0.4	A
Testigo absoluto	12.22	5	0.4	A
Paecilomyces lilacinus	12.16	5	0.4	A
Testigo comercial oxamil	11.8	5	0.4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Segunda lectura de altura

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA	20	0.1	0	31.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69.77	3	23.26	0.61	0.6204
TRATAMIENTOS	69.77	3	23.26	0.61	0.6204
Error	613.58	16	38.35		
Total	683.35	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.20537

Error: 38.3487 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Paecilomyces lilacinus	17.82	5	2.77	A
Testigo absoluto	17.91	5	2.77	A
Oxamil	19.44	5	2.77	A
Paecilomyces variotii CQ09	22.44	5	2.77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Primera lectura de escala de agallas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESCALA AGALLAS	20	0.5	0.41	36.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.55	3	4.85	5.42	0.0091
TRATAMIENTOS	14.55	3	4.85	5.42	0.0091
Error	14.32	16	0.9		
Total	28.87	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.71184

Error: 0.8950 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Testigo absoluto	3.68	5	0.42	A	
Paecilomyces lilacinus	3.12	5	0.42	A	B
Testigo comercial oxamil	2.24	5	0.42	A	B
Paecilomyces variotii C Q0.	1.44	5	0.42		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Segunda lectura de escala de agallas

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESCALA DE AGALLAS	20	0.25	0.11	31.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.84	3	5.28	1.75	0.1969
TRATAMIENTOS	15.84	3	5.28	1.75	0.1969
Error	48.22	16	3.01		
Total	64.05	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.14113

Error: 3.0135 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Oxamil	4.08	5	0.78	A
Paecilomyces lilacinus	5.38	5	0.78	A
Testigo absoluto	6.04	5	0.78	A
Paecilomyces variotii CQ09	6.42	5	0.78	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Primera lectura de peso

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MASA	20	0.2	0.05	19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.75	3	0.58	1.35	0.2926
TRATAMIENTOS	1.75	3	0.58	1.35	0.2926
Error	6.9	16	0.43		
Total	8.66	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.18864

Error: 0.4315 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo absoluto	3.86	5	0.29	A
Paecilomyces variotii C Q0.	3.48	5	0.29	A
Paecilomyces lilacinus	3.47	5	0.29	A
Testigo comercial oxamil	3.02	5	0.29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Segunda lectura de peso

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MASA	20	0.07	0	54.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	112.6	3	37.53	0.42	0.7428
TRATAMIENTOS	112.6	3	37.53	0.42	0.7428
Error	1438.36	16	89.9		
Total	1550.96	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=17.15632

Error: 89.8973 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Paecilomyces lilacinus	15	5	4.24	A
Oxamil	16.5	5	4.24	A
Testigo absoluto	16.93	5	4.24	A
Paecilomyces variotii C Q0..	21.37	5	4.24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )





