



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA**

“Evaluación de la persistencia en el suelo de cuatro nematocidas comerciales para el manejo de nemátodos fitoparásitos”

**AUTOR**

Erwing Enrique Monar Chica

**TUTOR**

Ing. Agr. MAE. Emma Lombeida García.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2020

# CONTENIDO

I.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1.Objetivo general .....	2
1.1.2.Objetivos específicos .....	3
II.MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Nemátodos fitoparásitos importantes .....	4
2.1.1. <i>Meloidogyne</i> spp. (Nemátodo de agalla) .....	4
2.1.2. <i>Radopholus similis</i> (Nemátodo lesionado-barrenador de raíces) .....	7
2.1.3. <i>Helicotylenchus</i> spp. (Nemátodo espiral, lesionado) .....	8
2.2. Bioecología de los nemátodos .....	9
2.3. Síntomas y signos .....	11
2.4. Productos nematicidas .....	13
2.4.1. Características de los nematicidas utilizados .....	13
III.MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental .....	15
3.2. Características climáticas .....	15
3.3. Materiales y Equipos .....	15
3.3.1. Materiales de campo .....	15
3.3.2. Materiales de laboratorio .....	16
3.3.3. Material genético .....	16
3.7.1. Obtención de suelo libre de nemátodos mediante solarización .....	17
3.7.2. Obtención del inóculo de <i>Meloidogyne</i> spp. ....	18
3.7.3. Multiplicación masiva del nemátodo .....	18
3.7.4. Elaboración de semilleros .....	18
3.7.5. Procedimiento de prueba de persistencia de nematicidas .....	18
3.8. Datos evaluados .....	20
3.8.1. Número de agallas en las raíces por planta .....	20
3.8.2. Densidad poblacional de nemátodos en raíces .....	20
3.8.3. Densidad poblacional de nemátodos en suelo .....	20
IV.RESULTADOS .....	22
4.1. Evaluación de la persistencia de los nematicidas terbufos, isasofos, etoprop y Verango en el suelo después de aplicados. ....	22
4.1.1. Evaluación del número de agallas/ planta/ tratamiento.....	22

4.2. Evaluación de la densidad poblacional <i>Meloidogyne</i> spp, en plantas de tomate, durante ocho días después de la pérdida de persistencia. ....	22
4.2.1. Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en raíces. ....	22
4.2.2. Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en suelo. ....	24
4.3. Evaluación del efecto de los nematicidas probados en la reproducción de <i>Meloidogyne</i> spp. ....	25
V.CONCLUSIONES .....	27
VI.RECOMENDACIONES .....	28
VII.RESUMEN.....	29
VIII. SUMMARY .....	30
IX.BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXOS .....	35
Anexo 1. Cuadros de resultados .....	36
Anexo 2. Fotografías de raíces de tomate con presencia de agallas causadas por <i>Meloidogyne</i> spp. ....	39
Anexo 3. Actividades desarrolladas durante la investigación .....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tratamientos estudiados en la evaluación de la persistencia en el suelo de cuatro nematicidas comerciales para el manejo de nemátodos fitoparásitos. UTB, FACIAG. 2020 .....	17
Cuadro 2.	Fechas de inoculación de <i>Meloidogyne</i> spp. en las raíces de tomate y fechas de evaluación de los productos. UTB, FACIAG. 2020 .....	19
Cuadro 3.	Número de agallas causados por <i>Meloidogyne</i> spp. en planta de tomate sembrado en suelo tratado con nematicidas químicos, inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB, FACIAG. 2020.....	23
Cuadro 4	Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en raíces de tomate sembrado en suelo tratado con nematicidas, inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG. 2020.....	24
Cuadro 5.	Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en suelo tratado con nematicidas, inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG. 2020. ....	25
Cuadro 6.	Evaluación del efecto de nematicida en la reproducción de <i>Meloidogyne</i> spp. inoculado en tomate para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG. 2020. ....	26
Cuadro 7.	Número de agallas causados por <i>Meloidogyne</i> spp. en planta de tomate sembrado en suelo aplicado con nematicidas químicos e inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG, 2020. ....	36
Cuadro 8.	Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en raíces de tomate sembrado en suelo aplicado con nematicidas químicos e inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG, 2020. ....	37
Cuadro 9.	Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en suelo aplicado con nematicidas químicos para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG, 2020. ....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Mostrando formación de agallas en raíz, a los 42 días de aplicado el nematicida cadusafos (Rugby) .....	40
Fig. 2.	Observando formación de agallas en raíz, a 42 días de aplicado el nematicida terbufos (Counter).....	40
Fig. 3.	Evaluando agallas en raíz, a los 42 días de aplicado el nematicida etoprop (Mocap).....	41
Fig. 4.	Verificando formación de agallas en raíz, a los 42 días de aplicado el nematicida fluopyram (Verango). .....	41
Fig. 5.	Revisando agallas en raíz, en el testigo, a los 42 días después de inoculación con J2 de <i>Meloidogyne</i> . .....	42
Fig. 6.	Segundo estado juvenil infectivo (J2) de <i>Meloidogyne</i> spp. ....	42
Fig. 7.	Construcción del vivero.....	43
Fig. 8.	Vivero terminado para iniciar ensayo .....	43
Fig. 9.	Elaboración de semillero de tomate.....	44
Fig. 10.	Llenado de fundas para el trasplante.....	44
Fig. 11.	Suelo infestado 100 cm <sup>3</sup> por funda.....	45
Fig. 12.	Trasplante de plántulas de tomate a las fundas.....	45
Fig. 13.	Cultivo en desarrollo.....	46
Fig. 14.	Aplicación de los productos nematicidas en los tratamientos.....	46
Fig. 15.	Visita de tutora y el Coordinador de Titulación de la carrera.....	47

## I. INTRODUCCIÓN

Los nemátodos son organismos vivos habitantes del suelo, los fitoparásitos se alimentan del contenido celular por lo que pueden afectar el desarrollo normal de las plantas de banano y plátano, dando como resultado producciones bajas que repercuten en la economía del sector agrícola a nivel mundial, nacional y local (Villegas y Arango, 2015).

Cualquier cultivo puede sufrir mermas considerables a consecuencia de los nemátodos y la magnitud de las pérdidas depende fundamentalmente de las densidades de población en el suelo, la susceptibilidad del cultivo y de las condiciones ambientales (principalmente la temperatura del suelo).

El ataque de nemátodos fitopatógenos provoca síntomas en raíces, así como en los órganos aéreos de las plantas. En las raíces es muy común ver nudos, agallas, ramificaciones excesivas y pudriciones, cuando el ataque va acompañado de ataque bacteriano. Los trastornos radiculares están acompañados con síntomas no característicos como la falta de crecimiento de las plantas. A veces confunden con carencias nutricionales, ya que los nemátodos afectan a las plantas mediante la reducción de nutrientes y la alteración de las funciones fisiológicas (Armendáriz, 2015).

El incremento de la degradación del ingrediente activo del nematicida y/o sus metabolitos por medio de microorganismos seleccionados en suelos previamente expuestos a nematicidas, o la falta de persistencia de los nematicidas en el suelo ha provocado la disminución del control de nemátodos (Moens, 2013).

Los nemátodos fitoparásitos inducen enfermedades en forma directa porque causan agallas y lesiones radicales acompañadas de necrosis, entre otros daños; e indirectamente por las interacciones con otros agentes fitopatógenos como hongos, bacterias y virus. Los fitonemátodos están ampliamente distribuidos en suelos naturales y cultivados en todo el mundo. El género *Meloidogyne* es el más importante por su distribución, rango de hospedantes y daños que origina en las

plantas cultivadas. En las hortalizas, banano, plátano, caña de azúcar, papaya, guayaba, tomate de árbol, entre otros es muy frecuente encontrarlo (Guzmán, 2016).

El cultivo de banano es muy afectado por los nemátodos especialmente por los lesionadores de raíces *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multincinctus* y además por el agallador de raíces *Meloidogyne incognita*, esto ha ocasionado que sea el cultivo al que más nematicidas químico se aplique. Desde hace dos décadas de manera general se sabe que el tiempo de vida de los nematicidas convencionales como terbufos e izasofos es de aproximadamente 60 – 90 días, no se tiene información de los nuevos productos que se utilizan para el manejo de estos microorganismos. El efecto de los factores mencionados y las condiciones ambientales actuales son razones para realizar este trabajo; además, conociendo el tiempo de vida de los productos químicos, se puede programar las cosechas de los cultivos después de aplicados como también la frecuencia de aplicaciones (Rea, 2020).

Aunque en Ecuador, los nematicidas químicos como terbufos e izasofos solo están permitidos aplicarlos en banano, la información que se obtenga en este trabajo donde se utilizará a *Meloidogyne incognita* (nemátodo más factible de multiplicar y mantenerse en el suelo y tomate planta indicadora del nemátodo), podrá ser traspolada al cultivo de banano (Taylor, 1983).

Por lo expuesto se realizó la presente investigación, con la finalidad de determinar la persistencia de los nematicidas en el suelo para el manejo de nemátodos.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar el tiempo de acción de productos utilizados en el manejo de nemátodos.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la persistencia de los nematicidas terbufos, cadusafos, etoprop y fluopyram en el suelo después de aplicados.
- Determinar la densidad poblacional del nemátodo agallador *Meloidogyne* spp, en raíces de tomate (planta indicadora) durante ocho días después de la pérdida de persistencia.
- Estudiar el efecto de los nematicidas probados en la reproducción del nemátodo referencial.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Nemátodos fitoparásitos importantes

Rivera (2017) considera que:

Los nemátodos son microorganismos en forma de gusano o lombriz que se encuentran en todos los hábitats de la tierra. Comprenden uno de los grupos más ricos en especies del reino animal y, en términos de biomasa, constituyen uno de los grupos más numerosos, pues pueden encontrarse hasta 20 millones de individuos por metro cuadrado de suelo.

Talavera (2015) explica que:

Los nemátodos son gusanos microscópicos no segmentados que constituyen el grupo más abundante de animales multicelulares en la tierra, ocupando la mayoría de hábitats. Existen nemátodos bacterívoros, fungívoros, predadores de otros nemátodos, parásitos de insectos y herbívoros o parásitos de plantas. Debido a su pequeño tamaño y a que viven en el suelo, no pueden verse a simple vista y su estudio eficaz sólo ha sido posible desde hace unas décadas, cuando la disponibilidad de microscopios de alta resolución y la puesta a punto de técnicas para extraerlos del suelo, permitió estudios cuantitativos sobre sus densidades de población y correlaciones con los daños producidos en los cultivos.

#### 2.1.1. *Meloidogyne* spp. (Nemátodo de agalla)

“El género *Meloidogyne* es considerado uno de los más importantes en todo el mundo por tener el mayor número de especies, amplia distribución mundial, amplio rango de hospederos y alto potencial de reproducción ”(Trudgill and Blok, 2011; Bridge y Starr, 2017).

“En el mundo se conoce a *Meloidogyne* como el nemátodo agallador de raíces, debido a su característica de formar agallas en la raíz de su hospedero. Las cuales se forman por la hiperplasia e hipertrofia de los tejidos corticales que rodean

al nemátodo y a las células gigantes” (Bridge y Starr, 2017).

De acuerdo a Bridge y Starr (2017) y Perry *et al.*, (2015) indican que:

La hembra deposita los huevos en ootecas y se desarrollan desde la fase monocelular a la fase post larvaria. El primer estado juvenil formado al término de la embriogénesis muda en el interior del huevo formando el segundo estado juvenil (J2). Este estado larvario ingresa a los ápices radicales u órganos subterráneos del vegetal que esté en contacto con el suelo húmedo, sin embargo su estilete no es muy desarrollado, por esta razón la capacidad para penetrar en los tejidos de las plantas es limitada. Una vez en el interior del tejido permanecen en modo sedentario, no se mueven ni cambian de posición.

Para Sikora *et al.* (2018); Souza y Bressan-Smith (2015):

El ciclo de vida se inicia con la postura de una masa de huevos que usualmente la expulsa dentro o fuera de la raíz. La primera muda del primer estadio (J1) ocurre dentro del huevo, una vez eclosionados se forma el segundo estadio (J2) que infectan rápidamente las raíces de plantas susceptibles, comienzan a alimentarse en la zona de diferenciación de la raíz y ocurren las mudas y desarrollos a J3 y J4, estos estados no son infectivos. Posteriormente se convierten en adultos. Las hembras adultas en forma de pera se mantienen dentro de la raíz y los machos adultos abandonan las raíces y no son infectivos. Cuando la hembra llega a su estado adulto, coloca sus huevos en un saco gelatinoso llamado matriz, el cual queda expuesto en la superficie de la corteza de la raíz o parcialmente cubierta, dependiendo de la posición del nemátodo. Con frecuencia las nudosidades o agallas son afectadas por hongos patógenos que debilitan las raíces, causando una enfermedad más severa.

Galicia (2016) reporta:

Los daños, que causa este nemátodo son la reducción y deformación del sistema radicular y que además de la producción de agallas y células gigantes, las especies de *Meloidogyne* ocasionan que las raíces reciamente infectadas sean más cortas que las raíces sanas, poseen menos

ramificaciones y menor número de pelos radiculares, el sistema radicular no utiliza agua y nutrientes en la proporción que usa un sistema radicular no infectado. Los elementos vasculares se rompen y se deforman en agallas o nódulos radiculares y el movimiento normal de agua y nutrientes mecánicamente se impiden.

Este mismo autor, también menciona que “los daños están ligados con la disminución de la eficiencia de la raíz y desarrollo de la planta, marchitamiento en clima caliente y otros síntomas de escasez de agua y nutrientes, aunque estos estén a plenitud en el suelo el desarrollo de las plantas se restringe”.

Hidalgo (2016) sostiene:

Los efectos de la infección causada por *Meloidogyne* en el crecimiento de las plantas, pueden clasificarse en efectos físicos: Acortamiento y deformación de las raíces y la disminución de la eficiencia radicular; efectos fisiológicos en la planta como pérdida de eficiencia radicular o reducción en crecimiento y rendimiento y efecto en la predisposición a otras enfermedades, debido a que las especies de *Meloidogyne* hacen más susceptible a las plantas para la infección por hongos y bacterias oportunistas. Así, la mayor parte del daño que los nemátodos de las agallas radicales causan a las plantas está relacionado con el proceso de alimentación, pues disminuye la capacidad de las raíces para captar y transportar nutrientes al resto de la planta, lo que se traduce en un debilitamiento general y en pérdidas de producción.

Gómez *et al.*(2015) manifiestan:

Los nemátodos del género *Meloidogyne* Göldi son de gran importancia económica debido a los efectos negativos que ocasionan a la producción agrícola mundial. Las principales medidas para su control son el uso de nematicidas químicos, la rotación de cultivos y el uso de cultivares resistentes, cuando se encuentran disponibles. Los fumigantes, tales como el bromuro de metilo, a pesar de su eficacia y amplio espectro de acción, poseen efectos secundarios negativos por su alta toxicidad, persistencia en el suelo, efectos carcinogénicos, presencia de residuos de bromuro inorgánico en los cultivos y contaminación de las aguas subterráneas.

Gómez *et al.* (2015) expresan:

El empleo de la biodesinfección ha mostrado una alta eficacia en la disminución de poblaciones de nemátodos fitoparásitos del género *Meloidogyne*; contribuye además, al reciclaje de nutrientes y al mantenimiento de la fertilidad de los suelos, mejorando sus propiedades físico-químicas a través de la incorporación de materia orgánica. Su uso en la agricultura ha sido de gran utilidad, no sólo como alternativa no química para el manejo de nemátodos, sino también evitando la acumulación de residuales de diversas industrias, ayudando a disminuir los problemas de contaminación ambiental.

### **2.1.2. *Radopholus similis* (Nemátodo lesionado-barrenador de raíces)**

Voley (2015) menciona:

Este nemátodo está considerado como uno de los 10 más importantes en el trópico a nivel mundial, siendo reportado como parásito de más de 250 especies de plantas. Puede causar pérdidas de entre 20 y 100%, se nutre de raíces y cormos de banano y plátano, perjudicando el crecimiento y desarrollo de la planta. El intercambio de material de siembra infectado es el principal medio de su diseminación alrededor del mundo, debido a que estas musáceas han sido tradicionalmente propagadas por manera asexual mediante colinos o cepas y a que este fitonemátodo se caracteriza por penetrar y movilizarse dentro de las células de raíces y los cormos.

Triviño y Farias (2003) señalan:

El nemátodo lesionado-barrenador, *R. similis* es un endoparásito migratorio, alargado en forma de lombriz y mide aproximadamente 0.68 a 1.0 mm de longitud y 0.02 a 0.03 mm de ancho. Los estadios juveniles y la hembra tienen estilete desarrollado, cabeza semiesférica. El macho generalmente es más pequeño que la hembra, pierden el estilete y la cabeza tiene forma de botón llamado bonete.

Triviño y Faria (2004) argumentan:

El ciclo de vida de este nemátodo ocurre internamente en la corteza de la

raíz. Este ciclo consiste de una fase de huevo, cuatro estadios juveniles y el adulto. Los estadios juveniles 2, 3, 4 y hembra son los que causan daños y perjuicios económicos en el sistema radical. En ambientes favorables el ciclo desde huevo se completa de 22 a 25 días.

Con respecto a los daños Cando (2019) expresa que:

Una de las consecuencias ocasionadas por la actividad de *R. similis* en la planta es el debilitamiento debido a la deficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrimentos ocasionado por el desgaste del sistema radical, lo cual ocasiona el volcamiento de la planta principalmente cuando ocurren fuertes vientos o por el peso del racimo; también reduce la vida productiva del cultivo, y el ataque severo causa la caída de 500 o más plantas con racimo por hectárea. Los dedos de las últimas manos de los racimos y la maduración de los frutos no serán uniformes en el caso de que la planta resista el ataque o no se vuelque.

### **2.1.3. *Helicotylenchus* spp. (Nemátodo espiral, lesionador)**

Guzmán (2015) afirma que:

Biológicamente y dependiendo del hospedante, *Helicotylenchus* spp., posee un hábito alimenticio ectoparásito y semi-endoparásito de raíces, reduciendo la producción de musáceas entre 19 y 34 %. Se considera la segunda especie más importante del cultivo de banano. Este nemátodo se lo encuentra en todas las regiones donde se cultiva banano y plátano.

Torrado-Jaime y Castaño-Zapata (2015) comentan:

En las áreas tropicales donde está presente *R. similis* y *H. multincinctus* es de transcendencia secundaria. Sin embargo, en áreas subtropicales donde las poblaciones de *R. similis* es baja o está ausente, *H. multincinctus* puede ser el primordial problema nematológico del cultivo de banano.

Díaz et al. (2016) describen que:

*H. multincinctus* habita en el suelo y penetra directamente a las raíces y también en los cormos, incluyendo aquellos utilizados como material

propagativo para nuevas siembras, constituyéndose dichos cormos-semillas como el medio más eficiente de diseminación del nemátodo a las nuevas plantaciones, cuyos suelos naturalmente infestados requieren de la aplicación programada de nematicidas o de otras prácticas de manejo aparte de esto también ocasiona una señal característica en los cormos, consiste en lesiones de color café negruzco cuyo tamaño varía de acuerdo al grado de colonización del tejido afectado y a la agresividad del nemátodo.

CABI (2016) determina que:

Cuando hay ataque de *H. multincinctus* en banano, las raíces terciarias lucen necróticas y se desprenden fácilmente al tratar de manipularlas, muestran lesiones pequeñas alrededor del punto de penetración de los nemátodos y cuando hay infestación severa puede haber desprendimiento de las células de la epidermis y parte de la corteza. Como consecuencia de la alimentación de *Helicotylenchus* spp., en las células parenquimatosas del córtex de la raíz como en el caso de banano, el nemátodo produce lesiones pequeñas longitudinales entre 3 y 10 cm, que generalmente no profundizan al parénquima cortical son de color castaño rojizo a negro. Sin embargo en altas infestaciones estas lesiones pueden aparecer necrosis extensiva de la raíz en la capa más externa del córtex y muerte descendente de ésta. Las lesiones también pueden ser encontradas en cormos.

Holguin (2018) informa que:

Los efectos de *H. multincinctus* tanto en el banano como en el plátano pueden conducir a la reducción del tamaño de la planta, peso del racimo y la reducción de la vida productiva de la plantación, aparte también se ha observado el retraso del crecimiento de las plantas, al alargamiento del ciclo vegetativo y en casos extremos el volcamiento también puede ocurrir en situaciones donde hay infestaciones fuertes.

## **2.2. Bioecología de los nemátodos**

Esquivel (1996) difunde que:

Los nemátodos fitoparásitos se consideran habitantes del suelo ya que todas

las especies pasan parte de su vida en este, pero en la relación que poseen estos con sus plantas hospederas es más adecuado considerar a los nemátodos fitoparásitos como habitantes de la interface raíz-suelo la cual es diferente al resto de la masa del suelo. La zona que circunda las raíces de las plantas es un ambiente dinámico, donde la relación entre nemátodos-planta-suelo es de naturaleza química. La distribución de raíces es el principal factor que se relaciona a los patrones de distribución vertical de los nemátodos, ya que las raíces de las plantas son la fuente primaria de energía en el ecosistema del suelo y por ende ejercen gran influencia sobre la distribución vertical de los nemátodos.

Este mismo autor publica que:

La humedad del suelo es un factor ecológico muy importante que influye en la sobrevivencia de los nemátodos fitoparásitos, debido al requerimiento de una película de agua en las partículas del suelo para poder moverse en el mismo. Se ha determinado que la humedad óptima para el crecimiento, reproducción y desplazamiento de los nemátodos oscila entre 40 a 60% de su capacidad de campo. No obstante se han encontrado ciertas especies y poblaciones capaces de sobrevivir en ambientes con una humedad baja en estado de anhidrobiosis.

Esquivel (1996) da a conocer que:

La temperatura del suelo tiene influencia en la distribución de los nemátodos afectando las actividades que estos realizan como su desarrollo, movimiento y reproducción, al igual influye en la planta hospedera generando cambios en su morfología y fisiología radicular porque afecta su desarrollo, por lo tanto afecta las poblaciones de nemátodos que se alimentan de estas. La textura y estructura del suelo afectan importantemente sobre los nemátodos fitoparásitos, existe un tamaño óptimo de partícula para el movimiento de cada especie de nemátodo en el suelo, debido a que el tamaño de los poros afecta con la facilidad con que cada especie de los nemátodos se moviliza. Por lo que el movimiento de los mismos está relacionado con el diámetro de los poros de suelo, el diámetro del nemátodo y la cantidad de agua en el espacio poroso. Por lo que generalmente los suelos arenosos presentan las

mejores condiciones para el desenvolvimiento de los nemátodos en el suelo.

“Todas las especies de *Meloidogyne* se favorecen de texturas de suelo gruesas, arenosos y muy pocas veces se encuentra a este género en suelos de textura fina con altos porcentajes de porosidad y arcillosos” (Bridge y Starr, 2017).

Jaraba *et al.*(2016) en su investigación presentaron que:

La relación de especie con los factores edafológicos en los cuales *M. incognita* se encontró en suelos con pH de 4,9 a 6,4; MO de 1,2 a 2,5%; contenidos de arenas que oscilan entre 50 y 86%, arcillas de 3 a 17% y limos de 11 a 38%. La mezcla de especies predominante (*M. incognita* y *M. arenaria*) se encontró en suelos con pH de 5,0 a 6,0; MO de 1,5 a 2,5 %; contenidos de arenas que oscilan de 51 a 60%, arcillas del 9 a 14% y limos del 31 a 33%. La asociación de las tres especies (*M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*) se encontró en suelos con pH de 4,9 a 6,4; MO de 1,2 a 1,5 %; contenidos de arenas que oscilan de 53 a 87%, arcillas de 3 a 17% y limos de 11 a 37%.

### 2.3. Síntomas y signos

“Para el caso de *Meloidogyne* el síntoma que causa en las raíces son agallas, internamente se presentan desde el momento de la penetración de los juveniles del segundo estadio las cuales inducen una serie de cambios en los tejidos radicales” (Taylor y Sasser, 1983).

Sikora *et al.* (2018); Souza y Bressan-Smith (2015) enfatizan que:

El ciclo de vida básico de los nemátodos agalladores inicia con la postura de una masa de huevos que usualmente es colocada interna o externamente de las raíces. La primera muda ocurre dentro del huevo, una vez eclosionados los J2 infectan rápidamente las raíces de plantas susceptibles, comienzan a alimentarse en la zona de diferenciación de la raíz y ocurren las mudas y desarrollos a J3 y J4, estos estados no son infectivos. Posteriormente se convierten en adultos. Las hembras adultas en forma de pera se mantienen dentro de la raíz y los machos adultos abandonan las raíces y no son

infectivos. Cuando la hembra llega a su estado adulto, coloca sus huevos en un saco gelatinoso llamado matriz, el cual queda expuesto en la superficie de la corteza de la raíz o parcialmente cubierta, dependiendo de la posición del nemátodo.

Meza e INIA (2017) estiman que:

Los síntomas más comunes de los nemátodos agalladores es la formación de agallas o nódulos en las raíces de sus hospederos. Las agallas se pueden distinguir en formas individuales o agrupadas en masas. Dependiendo de la densidad poblacional se puede presentar un amarillamiento de hojas, a veces acompañado de marchitez y en altos grados de ataque pueden provocar falta de vigor, enanismo y limitar la producción.

Galicia (2016) refiere que:

Uno de los daños provocados por este nemátodo son la reducción y deformación del sistema radicular y que además de la producción de agallas y células gigantes, las especies de *Meloidogyne* ocasionan que las raíces fuertemente atacadas sean más cortas que las raíces sanas, poseen menos ramificaciones y menor número de pelos radicales, además las raíces no utilizan agua y nutrientes en la proporción que usa un sistema radicular no infectado. Los elementos vasculares se rompen y se deforman en agallas o nódulos radiculares y el movimiento normal de agua y nutrientes mecánicamente se impide. Cuando se trata de *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus* y *Pratylenchus* spp., el síntoma en las raíces es la presencia de lesiones rojizas acompañadas de necrosis por la invasión de hongos y bacterias.

Según Cando (2019) informan que:

Entre las consecuencias ocasionadas por la actividad de *R. similis* en la planta es su debilitamiento debido a la deficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrientes ocasionado por el desgaste del sistema radical, lo cual ocasiona el volcamiento de la planta principalmente cuando ocurren fuertes vientos o por el peso del racimo.

## **2.4. Productos nematicidas**

Andrés (2015) revelan que:

Dentro de los métodos de control, la aplicación de productos químicos es el más utilizado, ya que provoca la drástica reducción de la densidad de población del nemátodo y minimiza las pérdidas a corto plazo. Sin embargo está demostrado que la aplicación sistemática de compuestos químicos con actividad nematicida tiene un riesgo potencial de contaminación medioambiental elevado y pueden llegar a ser muy tóxicos para productores y consumidores. Por ello es fundamental el desarrollo de estrategias de manejo cuyo objetivo no sea la erradicación sino la manipulación del nemátodo patógeno hasta conseguir una reducción de la densidad de población por debajo del umbral de daño al cultivo, mediante el uso integrado de diversos métodos de control (técnicas culturales, solarización, control biológico, variedades resistentes e incluso aplicaciones específicas de nematicidas) durante un cierto periodo de tiempo.

### **2.4.1. Características de los nematicidas utilizados**

Tacsá (2019) asegura que:

Mocap 15%G es un insecticida – nematicida y pertenece al grupo de los organofosforados que actúa por contacto. El ingrediente activo es etoprop. No tiene acción sistémica ni fumigante. Inhibe la actividad de la enzima acetilcolinesterasa que cataliza la hidrólisis de la actividad acetilcolina a colina y acetato, no afecta a la flora microbiana de los suelos dado que no tienen sistema nervioso.

Edifarm (2019) divulga que:

Counter 15%G es un insecticida–nematicida de la familia de los Organofosforados. El ingrediente activo es terbufos. El modo de acción es sistémico y contacto. Es un inhibidor químico de la enzima acetilcolinesterasa paralizando los impulsos nerviosos y resultando en la muerte de la plaga.

Farmagro (2019) relata que:

Rugby 10% G es un insecticida – nematicida agrícola que actúa por contacto, no sistémico pertenece a la familia de los Organofosforados. El ingrediente activo es cadusafos (FMC). Es un nuevo nematicida-insecticida, posee una alta efectividad biológica, largo periodo residual y acción no-sistémica (no deja residuos en frutos), permitiendo que las raíces se mantengan sanas y realicen una mejor absorción de agua y nutrientes.

Bayer (2019) publica que:

Verango 50 SC es un nematicida, con excelente eficacia y prolongado tiempo de protección sobre nemátodos como: nemátodo barrenador del banano (*R. similis*), nemátodo nodulador (*Meloydogine*). Es un nematicida que tiene acción prolongada, esta característica le permite mantener al cultivo con niveles muy bajos de infestación de nemátodos y una muy buena sanidad radicular, importante para el cultivo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el Km 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo.

Las características georeferenciadas de este lugar se indican a continuación:

Provincia:	Los Ríos
Cantón:	Babahoyo
Parroquia:	Clemente Baquerizo
Sitio:	San Pablo
Altitud:	8 msnm
Latitud:	9°8'10.117 UTM
Longitud:	668.674 UTM

#### 3.2. Características climáticas

La zona presenta un clima tropical húmedo con una temperatura media anual de 25,7 °C, y precipitación media anual de 1845 mm, humedad relativa de 76 % y 804,7 horas de heliografía promedio anual (INAMHI, 2019).

#### 3.3. Materiales y Equipos

##### 3.3.1. Materiales de campo

- Funda de polietileno de capacidad para 2 y 3 kg
- Regaderas
- Suelo franco arcilloso solarizado
- Baldes
- Palín

- Marcadores permanentes
- Etiquetas
- Fundas plásticas transparentes
- Nematicidas probados
- Caña guadua y saranda

### **3.3.2. Materiales de laboratorio**

- Especímenes de *Meloidogyne* spp.
- Estereomicroscopio
- Cajas Petri de plástico tamaño grande y mediano
- Pinzas punta fina
- Papel facial
- Goteros
- Pipetas
- Picetas
- Tamices de bronce N° 60, 100 y 500
- Licuadora común
- Vasos de precipitación de vidrio y plástico No 100, 250, 500
- Contador chequeador
- Cámaras contadoras de nemátodos
- Platos de aluminio para extraer nemátodos
- Papel Facial

### **3.3.3. Material genético**

Se utilizó semilla de tomate variedad “Floradade” (muy susceptible a *Meloidogyne*).

### **3.4. Métodos**

Se empleó los métodos teóricos análisis- síntesis e inductivo y el método experimental empírico.

### 3.5. Tratamientos estudiados

Se evaluó el tiempo de persistencia en el suelo de cuatro nematicidas para el control de nemátodos en dosis comercial y además se incluyó un testigo sin nematicida, tal como se indica el cuadro adjunto.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la evaluación de la persistencia en el suelo de cuatro nematicidas comerciales para el manejo de nemátodos fitoparásitos. UTB, FACIAG. 2020

Tratamientos nematicidas		Dosis pc/planta o maceta	Modo de acción
Producto comercial (p.c.)	Ingrediente activo (i.a)		
Counter 15% G	terbufos	2,0 g	S-C
Rugby 10 % G	cadusafos	2,0 g	C
Mocap 15 % G	etoprop	2,0 g	C
Verango 50 SC	fluopyram	0,03 cc	S-C
Testigo (sin nematicidas)	-----	-----	-----

S = Sistémico; C = contacto

### 3.6. Diseño experimental

Por las características de este trabajo, no se utilizó un diseño experimental específico y para el análisis de los datos se empleó medidas de centralización y dispersión entre las cuales se consideró la media aritmética entre tres repeticiones por cada producto y testigo absoluto.

### 3.7. Manejo del ensayo

#### 3.7.1. Obtención de suelo libre de nemátodos mediante solarización

El suelo que se utilizó en este trabajo se extrajo de un campo pocosembrado para evitar la infestación con nemátodos. Se colectó la cantidad suficiente para llenar 20 + 315 fundas de polietileno de 2 y 3 kg de capacidad respectivamente.

Este suelo se vació sobre un plástico y se dejó expuesto al sol por varios días hasta estar completamente seco y libre de nemátodos.

### **3.7.2. Obtención del inóculo de *Meloidogyne* spp.**

Para obtener la cantidad necesaria de juveniles del segundo estadio (J2) de *Meloidogyne*, se colectó en una plantación de tomate, plantas infestadas con el nemátodo agallador de raíces, con una pinza punta fina se extrajeron aproximadamente 40 masas de huevo ubicadas sobre las agallas. Estas se colocaron en cajas Petri sobre papel facial y se les agregó agua común para eclosión de los huevos; después de 2-3 días se recogió la solución agua-nemátodos (J2) contenida en las cajas Petri y se depositó en un vaso de precipitación aforándolo en 200 mL.

### **3.7.3. Multiplicación masiva del nemátodo**

Esta población de *Meloidogyne* se multiplicó en un vivero dentro del campo de la FACIAG. Para el efecto, 20 fundas de polietileno se aproximadamente 2,0 kg de capacidad se llenaron con suelo solarizado en las que se trasplantó plántulas de tomate variedad "Floradade"; a estas plantas se inocularon con 10 mL de la solución agua nemátodos obtenidos. Las plantas se extrajeron 45 días después de la inoculación, tiempo en el cual ya se obtuvo suficiente cantidad de nemátodos en el suelo para realizar el trabajo de investigación.

### **3.7.4. Elaboración de semilleros**

Los semilleros utilizados para multiplicación masiva del nemátodo y para la prueba de persistencia de los nematicidas, se elaboraron en bandejas germinativas utilizando Compost como substrato.

### **3.7.5. Procedimiento de prueba de persistencia de nematicidas**

1. Se llenaron 315 fundas de polietileno de 3 kg de capacidad con suelo solarizado (63/producto + 63/testigo sin nematicida).
2. Se regaron las fundas dejando el suelo en capacidad de campo.

3. Cada producto granulado se asperjó sobre la superficie del suelo en 63 fundas, utilizando medidas o taras. Para el caso de terbufos (Counter 15% G) se aplicó 2.0 gramos de producto comercial (p.c.); de cadusafos (Rugby 10% G) 2.0 g.p.c.; etoprop (Mocap 15 % G) 2.0 g. p.c. y de fluopyram (Verango 50 SC) 0.03 cc. En el testigo no se aplicó ningún producto.
4. A partir de la aplicación de los productos, cada dos días, en cada funda se trasplantó una planta de tomate con tres repeticiones. Al mismo tiempo se colocó alrededor de la raíces, aproximadamente 10 cm<sup>3</sup> de suelo infectado con 1000 J2 de *Meloidogyne* spp. (Cuadro 2).
5. A partir de los 30 días de inoculación del nemátodo se extrajeron las plantas y se evaluó la persistencia de los nematicidas expuestos en el suelo (Cuadro 3).

Cuadro 2. Fechas de inoculación de *Meloidogyne* spp. en las raíces de tomate y fechas de evaluación de los productos. UTB, FACIAG. 2020

Días después de aplicación de nematicidas	Fechas de inoculación del nemátodo después de aplicación	Fecha de evaluación de la persistencia después de la inoculación
2	06/09/2020	20/09/2020
4	08/09/2020	22/09/2020
6	10/09/2020	24/09/2020
8	12/09/2020	26/09/2020
10	14/09/2020	28/09/2020
12	16/09/2020	30/09/2020
14	18/09/2020	03/10/2020
16	20/09/2020	05/10/2020
18	22/09/2020	07/10/2020
20	24/09/2020	09/10/2020
22	26/09/2020	11/10/2020
24	28/09/2020	13/10/2020
26	30/09/2020	15/10/2020
28	02/10/2020	17/10/2020
30	04/10/2020	19/10/2020
32	06/10/2020	21/10/2020
34	08/10/2020	23/10/2020
36	10/10/2020	25/10/2020
38	12/10/2020	27/10/2020
40	14/10/2020	29/10/2020
42	16/10/2020	31/10/2020

La aplicación de los nematicidas se realizó el 04/09/2020

### **3.8. Datos evaluados**

A los 15 días del trasplante e inoculación del nemátodo, se evaluó:

- Número de agallas en las raíces causadas por *Meloidogyne* spp.
- Densidad poblacional del nemátodo en las raíces (J2) y suelo.
- Tiempo de reproducción del nemátodo.

#### **3.8.1. Número de agallas en las raíces por planta**

Para determinar el tiempo de ingreso del nemátodo a las raíces se contó el número de agallas (síntoma) por cada planta, para lo cual se lavaron las raíces, se cortaron a nivel de cuello del tallo y a lo largo de cada raicilla se cuantificó el número de agallas o nódulos con la ayuda de una lupa y un contador-chequeador.

#### **3.8.2. Densidad poblacional de nemátodos en raíces**

Para la extracción de los nemátodos de las raíces se utilizó el método de "Licuado-Tamizado" (Triviño, Navia, Velasco, 2013). Las raíces se cortaron en pedazos de 1,0 cm, se mezclaron, se licuaron durante 20 segundos en una licuadora utilizando velocidad baja. El licuado se depositó sobre tres tamices de N° 60 (250  $\mu\text{m}$ ), 100 (150 $\mu\text{m}$ ) y 500 (25 $\mu\text{m}$ ), colocados de arriba hacia abajo; el primero y segundo tamiz se lavaron con una ducha tipo teléfono durante un minuto cada uno y el contenido agua-nemátodos se recogió en el tamiz 500; éste sedimento se colocó en un vaso de precipitación con ayuda de una piceta y se aforó en 100 mL. El líquido del vaso se homogenizó con una pequeña bomba de aire (para pecera), con una pipeta se extrajeron alícuotas de 2 mL y se colocaron en cajas Petri pequeñas rayadas, la cuantificación del número de nemátodos se realizó con el uso de un estereomicroscopio y un contador-chequeador. Por cálculo matemático se obtuvo el número de nemátodos por planta.

#### **3.8.3. Densidad poblacional de nemátodos en suelo**

La extracción de los nemátodos del suelo se realizó por el método de "Incubación" (Triviño, Navia, Velasco, 2013). El suelo de la rizósfera de cada planta

se depositó en una bandeja plástica, se mezcló nuevamente y se midió  $100 \text{ cm}^3$  para la extracción de los nemátodos. Este se colocó en dos platos de aluminio superpuestos de los cuales el primero es calado y el segundo con base, sobre el primero se colocó una malla fina plástica y una hoja de papel facial; se adicionó agua común y se dejó la muestra en incubación por tres días. Transcurrido ese tiempo, se eliminó el suelo del primer plato y el contenido agua – nemátodos se colectó en un vaso de precipitación graduado. De cada muestra o vaso, se eliminó el agua excedente a 100 mL (después de estar en reposo por 1 día o de pasar el agua por un tamiz No. 500), se homogenizó la solución agua-nemátodos con una bomba de aire como en las raíces, se extrajeron alícuotas de 2 mL, se colocaron en cámaras contadoras para cuantificar el número de nemátodos que se realizó con el uso de un estereomicroscopio y un contador-chequeador. Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional de nemátodos existentes en  $100 \text{ cm}^3$  de suelo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación de la persistencia de los nematicidas terbufos, cadusafos, etoprop y Verango en el suelo después de aplicados.

En este trabajo, el dato más práctico para observar el tiempo que pierde la acción un nematicidas es observando el día en que aparecen las agallas en las raíces causadas por *Meloidogyne*, síntoma visible típico de este género de nemátodo.

#### 4.1.1. Evaluación del número de agallas/ planta/ tratamiento.

En el Cuadro 3 se observa que hay variabilidad en el tiempo de acción de los tres nematicidas granulados a pesar de pertenecer al grupo de los organofosforados. Por el número de agallas en raíces de tomate, en este trabajo la persistencia de terbufos fue de 36 días después de aplicación del producto. A partir de los 38 días se inicia la presencia de agallas, mismas que van en aumento conforme pasa el tiempo de aplicación. En orden descendente le siguió etoprop (Mocap) que persistió en el suelo 26 días, presentando entre 11 a 56 agallas durante 28 a 42 días. El nematicida cadusafos (Rugby) y Fluopyram (Verango) persistieron en el suelo hasta los 20 días. El testigo muestra que los nemátodos utilizados estuvieron vivos y formaron agallas desde los dos días de ingresar a las raíces.

### 4.2. Evaluación de la densidad poblacional *Meloidogyne* spp, en plantas de tomate, durante ocho días después de la pérdida de persistencia.

#### 4.2.1. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces.

En el Cuadro 4 se muestra que, la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces fue muy diferente entre los cuatro nematicidas. A los ocho días de la pérdida de persistencia, las poblaciones del nemátodo fueron bajas comparadas con los 1000 nemátodos (J2) que se inocularon al inicio de la prueba. En orden de menor a mayor población estuvieron: terbufos, etoprop, cadusafos y Verango con

183, 317, 558 y 567 J2/planta, respectivamente.

Cuadro 3. Número de agallas causados por *Meloidogyne* spp. en planta de tomate sembrado en suelo tratado con nematicidas químicos, inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB, FACIAG. 2020.

Días después de aplicación de nematicidas	Número de agallas/planta/según persistencia de nematicidas				
	Terbufos (Counter 15% G)	Cadusafos (Rugby10% G)	Etoprop (Mocap10% G)	Fluopyram (Verango 50 SC)	Testigo
2	0	0	0	0	22
4	0	0	0	0	28
6	0	0	0	0	34
8	0	0	0	0	43
10	0	0	0	0	44
12	0	0	0	0	69
14	0	0	0	0	77
16	0	0	0	0	88
18	0	0	0	0	86
20	0	0	0	0	64
22	0	15	0	3	82
24	0	16	0	4	80
26	0	15	0	7	84
28	0	46	11	8	87
30	0	44	13	16	69
32	0	48	15	18	95
34	0	59	16	25	95
36	0	61	17	33	81
38	3	75	44	43	87
40	4	80	40	46	87
42	14	81	56	79	93

Trasplantes e inoculación del nemátodo: Cada dos días después de aplicados los nematicidas hasta encontrar agallas en las raíces, según evaluación efectuada cada 15 días después de inoculación del nemátodo.

Cuadro 4. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces de tomate sembrado en suelo tratado con nematicidas, inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG. 2020.

Días después de aplicación de nematicidas	<i>Meloidogyne</i> spp (J2)/raíz planta/ según persistencia de nematicidas				
	Terbufos (Counter 15% G)	Cadusafos (Rugby10% G)	Etoprop (Mocap10% G)	Fluopyram (Verango 50 SC)	Testigo
2	0	0	0	0	667
4	0	0	0	0	617
6	0	0	0	0	667
8	0	0	0	0	683
10	0	0	0	0	783
12	0	0	0	0	1258
14	0	0	0	0	1958
16	0	0	0	0	2042
18	0	0	0	0	2017
20	0	0	0	0	1525
22	0	200	0	200	1417
24	0	225	0	500	1492
26	0	267	0	375	1592
28	0	300	108	442	1675
30	0	558	192	567	1725
32	0	1175	242	667	1708
34	0	1250	267	825	1792
36	0	1350	317	858	1483
38	33	1550	550	892	1850
40	50	1733	633	1050	1825
42	183	1808	733	1150	1858

Trasplantes e inoculación del nemátodo: Cada dos días después de aplicados los nematicidas hasta encontrar agallas en las raíces, según evaluación efectuada cada 15 días después de inoculación del nemátodo.

#### 4.2.2. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en suelo.

En el Cuadro 5 se presenta la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. obtenida en 100 cm<sup>3</sup> de suelo. A los ocho días de la pérdida de persistencia de los productos, las poblaciones del nemátodo registradas presentaron la misma tendencia que en raíces. El orden de menor a mayor población fue: terbufos, etoprop, fluopyram y cadusafos cuyos valores fueron de 100, 433, 683 y 700 J2/100

cm<sup>3</sup> de suelo, respectivamente.

Cuadro 5. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en suelo tratado con nematicidas, inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG. 2020.

Días después de aplicación de nematicidas	<i>Meloidogyne</i> spp (J2)/100 cm <sup>3</sup> suelo, según persistencia de nematicidas				
	Terbufos (Counter 15% G)	Cadusafos (Rugby10% G)	Etoprop (Mocap10% G)	Fluopyram (Verango 50 SC)	Testigo
2	0	0	0	0	833
4	0	0	0	0	867
6	0	0	0	0	833
8	0	0	0	0	867
10	0	0	0	0	1050
12	0	0	0	0	1183
14	0	0	0	0	1583
16	0	0	0	0	1583
18	0	0	0	0	1533
20	0	0	0	0	1567
22	0	333	0	283	1167
24	0	567	0	383	1483
26	0	567	0	533	1500
28	0	650	0	600	1517
30	0	700	167	683	1450
32	0	750	217	667	1583
34	0	1050	233	817	1417
36	0	1200	317	883	1500
38	17	1367	433	950	1700
40	50	1633	550	767	1650
42	100	1950	533	800	1717

Trasplantes e inoculación del nemátodo: Cada dos días después de aplicados los nematicidas hasta encontrar agallas en las raíces, según evaluación efectuada cada 15 días después de inoculación del nemátodo.

#### 4.3. Evaluación del efecto de los nematicidas probados en la reproducción de *Meloidogyne* spp.

En el Cuadro 6 se observa que el tiempo de persistencia de los nematicidas en el suelo fue extremadamente corto, sin embargo estos productos afectaron significativamente el ingreso de los nemátodos inoculados (1000 J2/planta), y la

reproducción de los mismos; mientras que en el testigo, en la mayoría de evaluaciones este valor superó a 1 ( $IR = Pf/Pi = > 1$ ).

Cuadro 6. Evaluación del efecto de nematicida en la reproducción de *Meloidogyne* spp. inoculado en tomate para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG. 2020.

Días después de aplicación de nematicidas	IR <i>Meloidogyne</i> spp (J2) en tomate/después de aplicación de nematicidas				
	Terbufos (Counter 15% G)	Cadusafos (Rugby10% G)	Etoprop (Mocap10% G)	FluopyramVeran go 50 SC	Testigo
2	0	0	0	0	0,7
4	0	0	0	0	0,6
6	0	0	0	0	0,7
8	0	0	0	0	0,7
10	0	0	0	0	0,8
12	0	0	0	0	1,3
14	0	0	0	0	2,0
16	0	0	0	0	2,0
18	0	0	0	0	2,0
20	0	0	0	0	1,5
22	0	0,2	0	0,2	1,4
24	0	0,2	0	0,5	1,5
26	0	0,3	0	0,4	1,6
28	0	0,3	0,1	0,4	1,7
30	0	0,6	0,2	0,6	1,7
32	0	1,1	0,2	0,7	1,7
34	0	1,2	0,3	0,8	1,8
36	0	1,3	0,3	0,8	1,5
38	0,03	1,5	0,5	1,0	1,8
40	0,05	1,7	0,6	1,1	1,8

Índice de reproducción del nemátodo (IR) = Población final (Pf)/Población inicial (Pi).  
Testigo sin aplicación de nematicida.

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- En este trabajo el tiempo de persistencia que presentaron los nematicidas probados fueron bajos. Se registró 36 días para terbufos (counter), 26 días etoprop (Mocap) y 20 días para cadusafos (Rugby) y Fluopyram (Verango).
- La densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces de tomate a los ocho días de la pérdida de persistencia de los nematicidas terbufos, etoprop, cadusafos y Verango fue de 183, 317, 558 y 567 J2/planta, respectivamente.
- Los nematicidas probados afectaron considerablemente el ingreso de los nemátodos inoculados en las raíces y la reproducción de los mismos, mientras que en el testigo en la mayoría de evaluaciones este valor superó a 1.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En el presente ensayo se plantean las siguientes recomendaciones:

- Realizar otros trabajos similares utilizando muestras de estos productos previos a un análisis de calidad.
  
- Validar el mismo ensayo, pero utilizando como material genético otra hortaliza; con la finalidad de verificar sus efectos y resultados.
  
- Efectuar otras investigaciones sobre la incidencia de los nemátodos y la persistencia de los productos en el suelo en otras condiciones agroecológicas.

## VII. RESUMEN

El trabajo se realizó en el vivero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. El objetivo principal fue evaluar la persistencia de los nematicidas terbufos (Counter 15% G.), cadusafos (Rugby 10% G), etoprop (Mocap 15% G.) y fluopyram (Verango 50 SC) en el suelo; determinar la densidad poblacional *Meloidogyne* spp, en las raíces de tomate durante ocho días después de la pérdida de persistencia, y evaluar el efecto de estos nematicidas en la reproducción del nemátodo. Las dosis de los nematicidas granulados fueron 2,0 g p.c/planta y de Verango 0,03 cc/planta con tres repeticiones. Se utilizó a *Meloidogyne* spp. y tomate cv. "Floradade" como referenciales, suelo solarizado, semilleros elaborados en bandejas germinativas y Compost como substrato. Cada producto se asperjó en 63 fundas plásticas de 3 kg de capacidad, cada dos días después de aplicación se trasplantó una planta de tomate con tres repeticiones y se colocó alrededor de la raíces 10 cm<sup>3</sup> de suelo infectado con 1000 J2 de *Meloidogyne* spp. A los 15 días de inoculación del nemátodo se extrajeron las plantas hasta encontrar agallas en las raíces. Los datos evaluados fueron número de agallas y densidad poblacional del nemátodo en raíces y suelo. Según los resultados obtenidos, el tiempo de persistencia que presentaron los nematicidas fue bajo. Se registró 36 días para terbufos, 26 días etoprop y 20 días para cadusafos y fluopyram (Verango). La densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces de tomate a los ocho días de la pérdida de persistencia de los nematicidas terbufos, etoprop, cadusafos y Verango fue de 183, 317, 558 y 567 J2/planta, respectivamente. Los nematicidas probados afectaron considerablemente el ingreso de los nemátodos inoculados en las raíces y la reproducción de los mismos, mientras que en el testigo en la mayoría de evaluaciones este valor superó a 1.

**Palabras claves:** densidad poblacional, nemátodo agallador de raíces, persistencia, suelos.

## VIII. SUMMARY

The work was carried out in the nursery of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo. The main objective was to evaluate the persistence of the nematicidas terbufos (Counter 15% G.), cadusafos (Rugby 10% G), etoprop (Mocap 15% G.) and fluopyram (Verango 50 SC) in the soil; to determine the population density of *Meloidogyne* spp, in tomato roots for eight days after the loss of persistence, and to evaluate the effect of these nematicidas on nematode reproduction. The doses of the granulated nematicidas were 2.0 g p.c/plant and Verango 0.03 cc/plant with three repetitions. *Meloidogyne* spp. and tomato cv. "Floradade" as references, solarized soil, seedlings made in germination trays and Compost as substrate. Each product was sprinkled in 63 plastic bags of 3 kg capacity, every two days after application a tomato plant was transplanted with three repetitions and 10 cm<sup>3</sup> of soil infected with 1000 J2 of *Meloidogyne* spp was placed around the roots. At 15 days of inoculation of the nematode, the plants were extracted until galls were found on the roots. The data evaluated were number of galls and population density of the nematode in roots and soil. According to the results obtained, the persistence time presented by the nematicidas was low. 36 days were recorded for terbufos, 26 days for etoprop and 20 days for cadusafos and fluopyram (Verango). The population density of *Meloidogyne* spp. in tomato roots, eight days after the loss of persistence of the nematicidas terbufos, etoprop, cadusafos and Verango was 183, 317, 558 and 567 J2/plant, respectively. The nematicidas tested considerably affected the entry of the inoculated nematodes into the roots and the its reproduction, while in the control in most evaluations this value exceeded 1.

**Keywords:** population density, root-knot nematodes, persistence, soils.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés, M. (2015). Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparasitarios. Ciencia y Medio Ambiente - Segundas jornadas científicas sobre medio ambiente del CCMA-CSIC: 221-227 (2002)
- Armendáriz, I., Quiña, D., Ríos, M., Landázuri, P. (2015). Nematodos. *Fitopatógenos y sus estrategias de control. Ecuador. Recuperado de: [https://doi.org/10.13140/RG.2\(1599.9446\)](https://doi.org/10.13140/RG.2(1599.9446)).*
- Bayer. 2019. Producto Verango 50 SC. Disponible en <https://www.cropscience.bayer.ec/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Ecuador-Internet/PAGIN%20WEB%20BAYER%20ECUADOR/PRODUCTOS/Fichas%20Tecnicas/VERANGO.ashx?la=es-EC>
- Bridge, J. y Starr, J. (2017). Plant Nematodes of agriculture importance: A color hand Book migratory endoparasite. Academic Press. Londres. pp.57- 59.
- CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). (2016). *Helycotylenchus* (Onion) (en línea, sitio web). Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <https://www.cabi.org/cpc/restricted/?target=%2Fcpcc%2Fdatasheet%2F16034>.
- Cando Tuarez, C. G. (2019). *“Efectos del trinchado de raíces de banano (Musa AAA) sobre la masa radical y la densidad poblacional de nemátodos”* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019).
- Díaz, F., Rivera, J., Duran, L. (2016). Como proteger de las plagas del suelo los cormos-semilla de plátano y banano (en línea). Lima, Cortes, s.e. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en [www.fhia.org.hn](http://www.fhia.org.hn).
- EDIFARM. 2019. Producto Counter 15% G. Disponible en <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/COUNTER-20160816-115258.pdf>
- Esquivel, A. (1996). Influencia del suelo sobre las poblaciones de nematodos. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Costa Rica.
- FARMAGRO. 2019. Producto Rugby. Disponible en [http://www.farmagro.com.pe/media\\_farmagro/uploads/ficha\\_tecnica/rugby\\_10g\\_ficha\\_tecnica.pdf](http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/rugby_10g_ficha_tecnica.pdf)
- Galicia, R. (2016). Evaluación de Abamectina, en el tratamiento a semilla de pepino *Cucumis sativus* L., para el control del nematodo de los nodulos radiculares

- Meloidogyne incognita*. s.l., Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. 2-71 p.
- Gómez, L., Rodríguez, M. G., Enrique, R., Hernández-Ochandía, D., Rodríguez, Y., Lorenzo, A., Díaz-Viruliche, L. (2015). Evaluación del co-producto de CIKRON-H para la biodesinfección de suelos. Efecto nematocida. *Revista de Protección Vegetal*, 26(3), 149-155.
- Guzmán, OA. (2015). Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multincinctus* (Cobb) Golden y *H. dihystrera* (Cobb) Sher, en banano y plátano (en línea). *agron* 19(2):19-32. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en: [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19\(2\)\\_3.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19(2)_3.pdf).
- Guzmán-Piedrahita, O., Castaño-Zapata, J., Villegas-Estrada, B. (2016). Diagnóstico de enfermedades de plantas de origen biótico. *Agronomía*, 17(2), 7-24.
- Hidalgo, D. (2016). Actividad nematocida sobre *Meloidogyne hapla* de extractos acuosos de especies arbóreas y arbustivas de la zona sur de Chile (en línea). s.l., Universidad Austral de Chile. 7-8 p.
- Holguin, A. (2018). Nematodos parásitos asociados al cultivo de banano (*Musa* spp.) en el distrito de la matanza, VALLE DEL ALTO PIURA (en línea). s.l., UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. 2-56 p. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1287/AGR-HOL-QUI-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). Datos tomados en la Estación Meteorológica de la FACIAG de la UTB. INAMHI, 2019.
- Jaraba, I.D., Lozano, Z. y Espinoza, M. (2016). Nematodos agalladores asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el Departamento de Córdoba, Colombia. *Agronómica Colombiana*. 124-130.
- Meza, P; INIA. (2017). Nematodo agallador (en línea). La Platina, s.e. Consultado 24 abr. 2019. Disponible en [www.sag.gob.cl](http://www.sag.gob.cl).
- Moens, T., Araya, M., Swennen, R., Waeles, D. (2013). Biodegradación acelerada de nematocidas en *Musa*. *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos*, 105-118.
- Perry, RN., Moens, M., Starr, JL. (2015). *Meloidogyne* species- a diverse group of

- novel and important plant parasites. Cambridge, USA, CABI. p. 488.
- Rea Reyes, J. D. (2020). *Evaluación de la eficiencia de enraizadores en el incremento de la masa radical del banano (Musa AAA) y su efecto en las poblaciones de nemátodos* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).
- Rivera, C. (2017). Conceptos introducidos en Fitopatología. San José de Costa Rica. EUNED. 346P. Disponible en: [http://books.google.com.gt/books?.id=xpTHXEWG\\_t8c&p](http://books.google.com.gt/books?.id=xpTHXEWG_t8c&p).
- Sikora, RA., Coyne, D., Hallman, J., Timper, P. (2018). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 3 ed. Sikora, R (ed.). Boston, CABI. 876 p.
- Souza, RM., Bressan - Smith, R. (2015). Coffee - Associated *Meloidogyne* spp. Ecology and interaction with Plants (en line). Dordrecht, Springer Netherlands. P.123-147 DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8720-2-7>.
- TACSA. 2019. Producto Mocap 15 % G. Disponible en [http://tacsamx/DEAQ/src/productos/3809\\_23.htm](http://tacsamx/DEAQ/src/productos/3809_23.htm)
- Talavera, M. (2015). Manual de nematología. *Quadernsd'Agricultura. Conselleriad'Agricultura i Pesca, Govern de les Illes Balears*.
- Taylor, A. L. (1983). Biología, Identificación y Control de los nematodos de nódulos de la raíz (Especies de *Meloidogyne*). Proyecto Internacional *Meloidogyne*. Artes Gráficas de la Universidad de Carolina del Norte, USA, 2-9.
- Torrado-Jaime, M., Castaño-Zapata, J. (2015). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos (en línea). *Agronomía Colombiana* 27(2):237-244. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/1803/180316234012/>.
- Triviño, C. y Farias, E. (2004). Antagonistas nativos para el manejo de *Radopholussimilisen* banano, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Guayaquil, EC. Boletín técnico N° 111. p. 2 - 4.
- Triviño, C., Farias, E. (2003). Antagonistas Nativos Para Manejo De *Radopholus similis* En Banano (en línea). Guayaquil, s.e. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=anUzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=características+morfologicas+de+radopholus+similis&ots=n dU05kAT32&sig=JNZ0VWWujTbkX5rltd2QuHgA5So#v=onepage&q=caract>

erísticas morfológicas de *Radopholus similis*.

- Triviño, C.G, Navia-Santillán. D.F., Velasco, L.A. (2013). Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nemátodos en raíces y suelo. Yaguachi, EC. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur Dr. Enrique Ampuero Pareja. Boletín Divulgativo No. 433. 17pp.
- Trudgil, D. and Blok, VC. (2011). Apomiotic, Polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. Annual Review of Phytopathology 39: 53-77.
- Villegas, C., Arango, L. (2015). *Nematodos en plátano Dominico hartón enano Musa AAB*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Voley, C. (2015). Past and present of the nematode *Radopholus similis* (Cobb) Thorne with emphasis on Musa: a review (en línea). Agronomía Colombiana 29(3):433-440. Consultado 21 abr. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n3/v29n3a12.pdf>.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Cuadros de resultados

Cuadro 7. Número de agallas causados por *Meloidogyne* spp. en planta de tomate sembrado en suelo aplicado con nematicidas químicos e inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG, 2020.

Nematicidas	Rept.	Número de agallas/planta/según persistencia de nematicidas																				
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
1. Counter	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	12
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	15
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	15
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	14
2. Rugby	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	18	12	42	40	42	60	62	75	77	72
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	16	19	51	52	55	57	58	73	80	83
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	13	44	41	47	60	62	77	83	87
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	16	15	46	44	48	59	61	75	80	81
3. Mocap	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	13	15	18	40	45	53
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	15	15	17	16	50	52	55
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	15	15	17	41	47	60
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	15	16	17	44	40	56
4. Verango	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	6	9	15	15	22	30	43	49	70
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	8	9	17	17	27	33	47	48	82
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	8	7	15	22	25	35	40	42	85
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	7	8	16	18	25	33	43	46	79
5. Testigo	1	20	27	35	32	43	65	73	85	77	82	89	90	95	83	65	95	97	82	90	92	95
	2	22	27	36	48	52	83	87	83	88	53	76	70	75	82	83	93	98	73	85	87	95
	3	25	29	31	48	36	59	71	97	93	57	81	80	81	96	59	97	90	87	87	82	90
	X	22	28	34	43	44	69	77	88	86	64	82	80	84	87	69	95	95	81	87	87	93

Aplicación de nematicidas sobre el suelo sin nemátodos: 4 de septiembre/2020

Trasplantes e inoculación del nemátodo: Cada dos días después de aplicación hasta encontrar agallas en las raíces según evaluación efectuada cada 15 días después de inoculación.

Cuadro 8. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces de tomate sembrado en suelo aplicado con nematicidas químicos e inoculado con el nemátodo para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG, 2020.

Nematicidas	Rept	<i>Meloidogyne</i> spp (J2)/planta/día/después de aplicación de nematicidas																					
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	
1. Counter	terbufos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	50	225	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	75	200	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	25	125	
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	50	183	
2. Rugby	cadusafos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	225	250	250	500	1050	1175	1300	1725	1750	1875	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	250	300	350	575	1200	1250	1325	1400	1500	1625	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	200	250	300	600	1300	1325	1425	1525	1950	1925	
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	225	267	300	558	1175	1250	1350	1550	1733	1808	
3. Mocap	etoprop	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	200	225	275	325	500	625	825	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	150	225	250	275	550	600	625	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	225	275	275	350	600	675	750	
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	192	242	267	317	550	633	733	
4. Verango	fluopyram	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	875	325	375	500	575	725	750	700	825	1075	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	350	425	450	575	675	950	950	900	1125	1175	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	275	375	500	625	750	800	875	1075	1200	1200	
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	500	375	442	567	667	825	858	892	1050	1150	
Testigo		1	700	500	650	675	750	1300	1750	2000	1750	1975	1500	1500	1625	1575	1625	1875	1925	1800	1875	1800	1875
		2	625	725	700	675	800	1375	2000	1875	2075	1325	1500	1525	1625	1800	1825	1575	1700	1575	1750	1925	1950
		3	675	625	650	700	800	1100	125	250	2225	1300	1250	1450	1525	1650	1725	1675	1750	1075	1925	1750	1750
		X	667	617	667	683	783	1258	1958	2042	2017	1525	1417	1492	1592	1675	1725	1708	1792	1483	1850	1825	1858

Cuadro 9. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en suelo aplicado con nematicidas químicos para pruebas de persistencia de estos productos. UTB-FACIAG, 2020.

Nematicidas		Rept.	<i>Meloidogyne</i> spp (J2)/100 cm <sup>3</sup> suelo/día/después de aplicación de nematicidas																				
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
1.	Counter	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	150
	terbufos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	50
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	50
2.	Rugby	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	450	350	600	600	750	850	1100	1450	1500	1750
	cadusafos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	500	500	850	900	650	1100	1150	1300	1500	1750
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	750	850	500	600	850	1150	1350	1350	1900	2350
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	333	567	567	650	700	750	1050	1200	1367	1633	1950
3.	Mocap	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	250	250	350	500	600	650
	etoprop	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	250	200	250	400	700	450
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	150	250	350	400	350	500
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	217	233	317	433	550	533
4.	Verango	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	450	650	750	650	650	950	1000	900	650	650
	fluopyram	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	350	500	550	650	850	900	900	800	750	850
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	350	450	500	750	500	600	750	1150	900	900
		X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	383	533	600	683	667	817	883	950	767	800
5.	Testigo	1	900	900	800	850	1000	1100	1500	1500	1500	1450	1500	1500	1750	1650	1750	1750	1350	1600	1750	1600	1750
		2	750	950	900	850	1100	1250	1500	1750	1650	1650	1000	1550	1750	1600	1150	1650	1400	1650	1500	1850	1900
		3	850	750	800	900	1100	1200	1750	1500	1450	1600	1000	1400	1050	1300	1450	1350	1500	1250	1850	1500	1500
		X	833	867	833	867	1050	1183	1583	1583	1533	1567	1167	1483	1500	1517	1450	1583	1417	1500	1700	1650	1717

**Anexo 2. Fotografías de raíces de tomate con presencia de agallas causadas por *Meloidogyne* spp.**



Fig. 1. Mostrando agallas en raíz, tomada a 42 días de aplicado el nematicida cadusafos (Rugby).



Fig. 2. Exponiendo agallas en raíz, tomada a 42 días de aplicado el nematicida terbufos (Counter).



Fig. 3. Evaluando agallas en raiz, a 42 días de aplicado el nematicida etoprop (Mocap).



Fig. 4. Verificando agallas en raiz, tomada a 42 días de aplicado el nematicida fluopyram (Verango).



Fig. 5. Revisando agallas en raíz, tomada en el testigo, a 42 días después de inoculación con J2 de *Meloidogyne*.



Fig. 6. Segundo estadio juvenil infectivo (J2) de *Meloidogyne* spp.

### Anexo 3. Actividades desarrolladas durante la investigación



Fig. 7. Construcción del vivero



Fig. 8. Vivero culminado para iniciar el ensayo



Fig. 9. Elaboración del semillero de tomate



Fig. 10. Llenado de funda para el trasplante



Fig. 11. Suelo infestado 100cm<sup>3</sup> por funda



Fig. 12. Trasplante de las plántulas de tomate a las fundas



Fig. 13. Cultivo en desarrollo



Fig. 14. Aplicación de los productos nematocidas en los diferentes tratamientos.



Fig. 15. Visita de la Tutora Dra. Carmen Triviño Gilces y el coordinador de Titulación de la carrera Msc. Luis Sánchez Jaime.