



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**EMPLEO DE MEDIOS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE
NEMÁTODOS DEL GÉNERO MELOIDOGYNE SPP EN PIMIENTO
(*Capsicum Annuum* L.) PRODUCIDOS EN CASAS DE CULTIVO
PROTEGIDOS.**



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL**

Autor: Ing. Odaymis Herrera Alvarez

Tutor: M. Sc. Alina García Pérez

**Matanzas
2022**

PENSAMIENTO

En los pueblos que han de vivir de la agricultura, los gobiernos tienen el deber de enseñar, preferentemente, el cultivo de los campos.



José Martí

DEDICATORIA

- A mi familia por tanto apoyo para que alcanzara la meta.
- A Verónica y Lázaro Abel, la luz de mi vida.

RESUMEN

Debido a las afectaciones ocasionadas por los nemátodos del género *Meloidogyne* spp. en las Casas de Cultivos Protegidos en el territorio de Jagüey Grande y la utilización para su control de nemátocidas químicos (Agrocelhone) que afectan el medio ambiente, se realizó la presente investigación. Se tomó como objeto de estudio la Unidad Empresarial de Base (UEB) Cultivos Protegidos de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, específicamente en una casa del modulo de Jagüey, tipo MSC Española con un área de 0,12 há, con el objetivo de demostrar la efectividad y factibilidad de la lucha biológica para el control de nemátodos de este género. Los resultados demuestran que cuando existen niveles medios de afectación por nemátodos es factible la utilización de medios biológicos, que con la utilización de *Trichoderma harzianum* se reducen las infestaciones y que este biopreparado mezclado con materia orgánica aumenta su efectividad sobre los nemátodos del género *Meloidogyne* spp.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 El pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) en casas de cultivos protegidos	4
2.2 Descripción del género <i>Meloidogyne</i> spp	5
2.2.1 Cuadro de daños	6
2.3 Manejo de nemátodos	7
2.3.1 Rotación de cultivos	8
2.3.2 Barbecho	10
2.3.3 Labranza en la estación seca	10
2.3.4 Uso de variedades resistentes y tolerantes	10
2.3.5 Solarización	11
2.3.6 Métodos biológicos	12
2.3.7 Estrategia de control biológico con <i>Trichoderma</i> spp	14
2.3.8 Métodos químicos	16
2.3.9 Fertilización orgánica	19
2.3.10 Efectos sobre el medio ambiente	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Ubicación de la experiencia	22
3.2 Material vegetal y manejo del cultivo	22
3.3 Tratamientos estudiados.	22
3.4 Diseño experimental.	23
3.5 Evaluación de la propagación de <i>Meloidogyne</i> spp.	23
3.6 Identificación de la especie de <i>Meloidogyne</i> spp. presente en el suelo	25
3.7 Determinación del rendimiento del cultivo pimiento	26
3.8 Valoración económica	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Evaluación de los niveles de infestación antes de realizar el experimento	29
4.2 Evaluación de los niveles de infestación posterior a la realización del experimento	31
4.3 Resultado de la identificación de la especie de nemátodo presente.	34

4.4 Resultado de los rendimientos alcanzados en el experimento	34
4.5 Valoración económica de los resultados	38
5. CONCLUSIONES	41
6. RECOMENDACIONES	42
7. BIBLIOGRAFÍA	43

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad se enfrenta a importantes desafíos debido a un incremento de la población mundial sin precedentes, que pone en tensión la producción de alimentos y hace necesario que el desarrollo social conjuntamente con el económico permita a millones de personas garantizar sus necesidades alimentarias (Jiménez *et al.*, 2001).

En la actualidad los países tropicales, que pertenecen en su inmensa mayoría al tercer mundo son los que más están sufriendo los efectos de la superpoblación, desnutrición, desigualdades sociales y son los más vulnerables a los desafíos del futuro; sin embargo, presentan el menor índice de producción alimenticia del mundo.

La agricultura se encuentra en el centro de este desafío, por ser la fuente de gran parte de los alimentos, fibras y materias primas. Los vegetales, por ejemplo, constituyen parte esencial de la dieta de la población a nivel mundial por su alto contenido en vitaminas y minerales muy necesarios al organismo humano (Jiménez *et al.*, 2011).

En Cuba la producción de hortalizas frescas en sistemas bajo condiciones protegidas se introduce en el país a partir de 1994 y en la actualidad abarca alrededor de 130 ha, con un creciente desarrollo en los próximos años. Su producción se distribuye en cuatro provincias del país o grandes polos productivos: La Habana, Matanzas, Ciego de Ávila y Holguín (Casanova *et al.*, 2004) en la producción bajo condiciones protegidas por tratarse de una forma intensiva de producción, incide de manera importante diferentes agentes nocivos del suelo, como: nemátodos, hongos y malezas, para cuyo control en el mundo se recurrió al uso del bromuro de metilo como esterilizante del suelo.

Tanto en Cuba como en el mundo, las producciones se ven grandemente afectadas por el ataque de los nemátodos parásitos de las plantas, que se considera uno de los problemas más serios e importantes, por los innumerables daños reportados en muchos cultivos, como consecuencia de la acción de estos microorganismos (Fernández, 2014). *Meloidogyne* spp. se considera el género de nemátodos de mayor importancia económica en el cultivo de las hortalizas, ya que tiene una distribución cosmopolita y ataca la mayoría de ellas (Román, 2003). Se pudiera decir que los nemátodos agalleros están presentes en casi todos los cultivos hortícolas y en Cuba es el género de nemátodos más distribuido y sin lugar a dudas el de mayor importancia.

El combate de los nemátodos no es tarea fácil y en la agricultura alternativa es particularmente difícil. La búsqueda de medios económicos y eficaces para combatirlos es uno de los campos más activos de la nematología; los resultados de muchos trabajos científicos a lo largo de los años han demostrado la viabilidad de una serie de medios de combate (Román, 2003) para disminuir las pérdidas por esta plaga.

Para elegir un método de control, se debe tener en cuenta, además, la conservación del medio ambiente ya que la utilización indiscriminada de productos químicos puede aumentar la contaminación, agotar el ozono y ocasionar daños a la salud humana, mientras que con otros métodos de control se obtienen buenos resultados sin todos los inconvenientes anteriormente planteados (Fernández, 2014).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que sostiene la producción agrícola eliminando o excluyendo en gran medida los fertilizantes y pesticidas sintéticos (Altieri, 1999), los sistemas orgánicos bien manejados usan menos pesticidas, fertilizantes y antibióticos sintéticos por unidad de producción que los convencionales, lo que baja los costos de producción y disminuye los efectos potenciales a la salud, sin que decrezcan los rendimientos de los cultivos.

Debido al incremento de este sistema de agricultura en la provincia de Matanzas y a la alta incidencia de nemátodos del género *Meloidogyne* spp. que presentan los huertos, organopónicos y casa de cultivos protegidos, es necesario buscar alternativas de control que no incluyan la lucha química (Magunacelaya, 2016)

Problema

En las casas de cultivos protegidos de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” de Jagüey Grande, se presentan afectaciones producidas por los nemátodos del género *Meloidogyne* spp. Para su control se utilizaba tradicionalmente productos químicos o sintéticos con resultados satisfactorios, pero su uso ha sido restringido debido a que algunos de estos productos agotan la capa de ozono y contaminan el medio ambiente.

Hipótesis

La utilización de la lucha biológica como una alternativa al método químico para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp. pudiera reducir las poblaciones de éstos patógenos y disminuir las afectaciones a los cultivos.

Objetivo General

Evaluar la efectividad técnico-económico de medios biológicos para reducir las infestaciones de nemátodos en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) en las casas de cultivo protegido de Jagüey Grande.

Objetivos Específicos

- 1- Determinar la efectividad biológica del *Trichoderma harzianum* Rifae cepa - 34 en el control de nemátodos del genero *Meloidogyne* spp. en el suelo.
- 2- Evaluar los resultados de la aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifae cepa - 34 en el comportamiento agro productivo del pimiento en casas de cultivo protegido.
- 3- Realizar valoración económica.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El pimiento (*Capsicum annuum* L.) en casas de cultivos protegidos

El Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD), lleva a cabo un programa sobre la producción de híbridos de pimiento para sistemas de cultivos protegidos, que ha liberado varios cultivares de frutos grandes de excelente calidad, muy productivos, de color rojo o amarillo al madurar, y con atributos de estabilidad y resistencia a enfermedades virales de importancia económica, estos cultivares son utilizados en los sistemas de producción protegida de hortalizas con resultados favorables. En la producción de pimiento bajo cultivo protegido se utilizan híbridos F₁ ya que son los cultivares que mejor se adaptan a estas condiciones. Algunas de las características principales de estos híbridos son: el color en la maduración es rojo o amarillo, con una forma rectangular o cuadrada, el pericarpio es grueso con tres o cuatro lóbulos y un peso de 150 a 170 gramos (Casanova *et al.*, 2013).

Estos híbridos tienen hábito de crecimiento erecto que permite el alargamiento del período de cosecha y por tanto del ciclo vegetativo; la densidad de población depende de diversos factores, tales como: el cultivo empleado, hábitos de crecimiento, época de plantación, localidad y manejo de las podas; teniendo en cuenta estos factores debe oscilar entre 1,8 y 2,2 plantas.m² los cuales pueden distribuirse de dos formas a doble hilera sobre el cantero y a una sola hilera sobre el cantero de 40 cm de ancho, esta forma es una alternativa con la que se logra buenos resultados productivos y calidades de frutos; tiene la ventaja de facilitar el manejo, la cosecha y la aplicación de una adecuada defensa fitosanitaria (Depestre y Rodríguez, 2004).

Se definen dos épocas de producción durante al año, invierno que se extiende de septiembre a febrero y primavera- verano de marzo a agosto. A este cultivo se le realizan diferentes labores culturales como poda de frutos, formación, aclareo y rejuvenecimiento; deshoje; polinización; decapitado y tutorado que dentro de lo novedoso y positivo del manejo es la conducción a la planta tallo a tallo con ayuda del cordel tomatero (Casanova *et al.*, 2013). En la cosecha y poscosecha debemos prestar debido importancia al envase, manipulación y transporte ya que cumpliendo con las aplicaciones de practicas de manejo agronómicas adecuadas deben esperarse rendimiento de 70 t.ha⁻¹ en cada ciclo.

2.2 Descripción del género *Meloidogyne* spp

De acuerdo con (Cebolla *et al.*, 1999; Duniway *et al.*, 1999) Chitwood hizo una separación del género *Heterodera* spp., colocando las formas productoras de nudosidades, dentro del género *Meloidogyne* spp. Este último investigador dividió las formas en cinco especies y dos sub. - especies.

- *Meloidogyne exigua*, Goedi, 1887.
- *Meloidogyne javanica*, (treub) chitwood, 1949
- *Meloidogyne hapla*, Chitwood, 1949
- *Meloidogyne arenaria*, (Neal) Chitwood 1949
- *Meloidogyne arenaria thamesi*, Chitwood, 1949
- *Meloidogyne incognita*. (kofoid and White) Chitwood, 1949
- *Meloidogyne incognita acrita*, Chitwood, 1949
- *Meloidogyne brevicauda*, Loos, 1953

Los huevos miden de 30 a 52 x 67 a 128 micrones. Son de forma elíptica, algunas veces ligeramente cóncavas en uno de sus lados. Las larvas en la primera fase miden de 12 a 15 micrones de diámetro, por 375 a 500 micrones de longitud.

El macho es de aspecto vermiforme y alcanza un tamaño de 0,03 x 1,2 a 1,5 mm.

El estilete mide 18 a 20 micrones y las espículas 35 micrones.

La hembra tiene forma de pera y mide de 0,27 a 0,75 x 0,40 a 1,3 mm, tiene el cuello ancho en la base y agudo en el extremo.

Los huevos de *Meloidogyne* spp. están retenidos dentro de una matriz gelatinosa secretada por la hembra (Wright y Perry, 2006), denominada ooteca, la que se encuentra expuesta hacia el exterior de la raíz, cuando las agallas son pequeñas (al inicio de las infestaciones), y en el interior de éstas, en raíces altamente agalladas, aspecto que debe tenerse en cuenta cuando se seleccionan medidas biológicas para el manejo de las poblaciones (Hidalgo *et al.*, 2000). Con relación a la cantidad de huevos producidos por cada hembra se plantea que el valor oscila desde 500 a 1 500 huevos (Ornat y Sorribas, 2008).

El ciclo completo en las condiciones de Cuba dura aproximadamente entre 20 y 30 días y comienza con los huevos que tienen forma ovalada y eclosionan cuatro o cinco días

después de haber sido ovopositados, si las condiciones le son favorables (Jiménez *et al.*, 2011).

La larva que se encuentra dentro del huevo está completamente desarrollada, excepto sus órganos reproductores (Calderón *et al.*, 2001), para llegar a formarlos debe pasar varias mudas o estadio de desarrollo, la primera muda ocurre dentro del huevo y eclosiona el segundo estadio larval, las que se introducen en las raíces, comienzan a engrosar hasta que adoptan forma de salchicha, lo que representa el tercer estadio larval, después de la tercera muda comienza el cuarto estadio larval y finalizado éste es que comienzan a diferenciarse sexualmente las larvas.

La larva que da lugar al macho, abandona la vieja cutícula y emigra al suelo, desde allí busca a la hembra que se encuentra en las raíces para fertilizarla. La larva que se diferencia como hembra muda su piel y sigue engrosando en el sitio de alimentación original. Allí expulsa sus huevos a través de la vulva y los deposita en una matriz gelatinosa, generalmente el saco de huevos se proyecta fuera de la agalla, aunque en ocasiones puede encontrarse gran parte de él dentro de los tejidos vegetales.

El género *Meloidogyne* spp. ubicado en el grupo de los endoparásitos sedentarios, ha evolucionado hacia una relación de alimentación con sus hospedantes muy compleja y especializada (Hussey y Williamson, 1998), de ahí que este grupo de nemátodos biotróficos viven en estrecha relación con el hospedante a través de las células de las que se alimentan “sin matarlas” (Gómez, 2017).

2.2.1 Cuadro de daños

M. incognita y *M. javanica* son especies endoparásitos sedentarias. El proceso de parasitismo comienza con la penetración por la región del meristemo apical de la raíz (caliptra) y migración en las raíces de las larvas juveniles del segundo estadio (J₂), que son vermiformes. Estas se colocan muy cerca del cilindro vascular y comienzan a inyectar toxinas que provocan un crecimiento anormal de los tejidos, mientras el nemátodo se alimenta, aumenta de tamaño y adopta el estadio de hembra adulta periforme o globoso (Crozzoli, 2000).

Los nemátodos causan en general retardo del crecimiento de la planta, al disminuir el número de raíces activas, incapacitándolas para una nutrición normal. Los daños causados por nemátodos fitoparásitos constituyen uno de los problemas principales en la obtención de productos agrícolas. El alcance del daño en un determinado cultivo depende de la especie de la planta misma, la especie de nemátodo, el grado de ataque y otros factores (Matheus, 1997; Crozzoli y Casassa, 1998; Costa *et al.*, 2020).

A medida que el número de nemátodos aumenta, disminuye el peso de la parte aérea, cuando la población de nemátodos vence las propiedades compensatorias del sistema radical (Díaz *et al.*, 2013).

2.3 Manejo de los nemátodos

El manejo de los nemátodos está considerado en el contexto de la sostenibilidad y el manejo integrado de plagas (MIP). Varios métodos usualmente utilizados para limitar o prevenir el daño provocado por los nemátodos a los cultivos, han sido evaluados como tácticas potenciales en los sistemas de MIP.

En la implementación de la agricultura sostenible el manejo integrado de nemátodos incluye el estudio de las pérdidas en las cosechas, sistemas de cultivo y biomonitoreo así como estrategias y tácticas, que comprenden el mantenimiento de la sanidad, la resistencia de las plantas, la rotación de los cultivos, el uso de plantas de cobertura, la fecha de plantación, el barbecho y el laboreo en correspondencia con la conservación del suelo, enmiendas al suelo, métodos físicos de control de nematodos, control biológico y control químico (Cordero y Acevedo, 2019).

El establecimiento del manejo sostenible y ambientalmente sano de nemátodos parásitos de plantas, depende de la estimación precisa de las densidades de población y del conocimiento de los umbrales del daño (Ciancio *et al.*, 1998).

Un MIP comprende acciones que mantengan las poblaciones en niveles por debajo de los que causan perjuicios económicos (Fortuner, 1991). La integración de todas las medidas debe implicar el manejo económico y ecológicamente sano de la plaga y el cultivo.

2.3.1 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es un sistema en el cual varios cultivos se siembran en una sucesión reiterativa y en una secuencia determinada sobre un mismo terreno (Jhonson *et al.*, 2015). Se refiere a la sucesión de cultivos conocidos como no hospedantes a un patógeno, es decir en los que no ocurre la multiplicación del nematodo, con el propósito de reducir su densidad poblacional a un nivel que no sea de importancia económica para el cultivo principal. Experimentos que han durado más de 100 años en la Estación Experimental Agrícola Illinois (Estados Unidos) y Rotterdam (Inglaterra), han proporcionado importante información acerca de los efectos de la rotación de cultivos (Brock, 1997). Las rotaciones son el medio primario para mantener la fertilidad del suelo y lograr el control de malezas, plagas y enfermedades en los sistemas agrícolas orgánicos (Jhonson *et al.*, 2015).

La rotación puede ser más efectiva si se incluyen cultivos no hospederos que estimulen la eclosión de los huevos de nemátodos, o que aún cuando permitan la invasión a sus raíces, el ciclo de vida del fitonemátodo sea interrumpido, impidiendo su multiplicación, es decir que posean el efecto de cultivo trampa (Franco *et al.*, 1998). De acuerdo a Bridge (1990), la rotación de cultivos puede ser uno de los medios más efectivos para el control de nemátodos en sistemas agrícolas de bajos insumos. Así mismo, menciona que el principio básico de la rotación de cultivos para el manejo de nemátodos, es la reducción inicial de las poblaciones de especies dañinas a niveles que permitan que el siguiente cultivo se pueda establecer y completar su ciclo antes de que ocurra una reinfestación económicamente importante.

El comportamiento exitoso de los sistemas orgánicos de producción depende del diseño de rotaciones de cultivos viables, definidos como aquellos que mantienen la fertilidad y contribuyen al control de malezas, plagas y enfermedades (González, 1985). Una rotación debe equilibrar en el tiempo la acumulación de fertilidad, con la extracción que hacen los cultivos; incorporar cultivos de leguminosas, incluir cultivos con diferentes sistemas radiculares, separar en el espacio y/o tiempo los cultivos que presentan susceptibilidades similares a plagas y enfermedades, alternar malezas susceptibles con cultivos supresores de malezas, emplear cultivos para abono verde y de cobertura que permitan minimizar la

exposición del suelo al invierno y mantener o incrementar los niveles de materia orgánica del suelo (Doran *et al.*, 2002).

Investigadores como Khan (1970) y McGill *et al.* (1986) indican que durante la rotación de cultivos se producen en el suelo modificaciones microbiológicas y bioquímicas, que producen y mantienen mayores niveles de biomasa microbial y actividad enzimática, en relación a suelos manejados con rotaciones culturales limitadas o con monocultivos. Se han comparado sistemas de rotación con otros sistemas que recibían estiércol o fertilización convencional, encontrándose en los sistemas de rotación mayores niveles de poblaciones de bacterias (Martinuk y Wagener, 2005).

Dentro de las especies vegetales que se desarrollan en un agroecosistema dado, se requiere una rotación adecuada durante las diferentes épocas del año de acuerdo a su ciclo vegetativo. Una especie vegetal proporciona el aumento de enemigos naturales de los patógenos. Una buena rotación evita las reinfestaciones de una misma especie de plagas y ayuda a disminuirla al no encontrar el hospedero idóneo que se encuentra en el suelo. Esta práctica es muy efectiva cuando se rotan especies susceptibles con no susceptibles pertenecientes a familias ampliamente separadas taxonómicamente (Bello *et al.*, 1999).

En la rotación de cultivos las plantas susceptibles se alternan con las inmunes o altamente resistentes, la población de nematodos disminuye porque la reproducción de estos es menos que la mortalidad natural debida a la carencia de alimento y a la actividad de los depredadores, hongos y a las enfermedades. Al final de una o más épocas de cultivo, dependiendo de la especie de nematodos presentes, la población del suelo habrá disminuido hasta un punto en el que el cultivo susceptible puede ser sembrado de nuevo con ningún o poco daño (Suárez y Rosales, 2018).

En cualquier método de rotación, el tiempo entre la siembra de los cultivos susceptibles varía con la clase de nemátodo involucrado y con el clima (Casassa *et al.*, 1997).

La posibilidad del uso de plantas trampas en la lucha contra los nemátodos parásitos de estas fue planteada por (Cordero y Acevedo, 2019).

2.3.2 Barbecho

Según Tacconi *et al.* (1995), el mejor método es un embarbechado total no permitiendo que crezca nada ni aún las malezas o hierbas. Esto asegura que los nemátodos no tendrán plantas hospederas y no habrá reproducción.

Hay que tener en cuenta que el suelo es un recurso natural agotable, renovable y manteniéndolo expuesto a las altas temperaturas, el viento, la lluvia, se afecta la microflora bacteriana del suelo y las propiedades físicas y químicas de éste.

2.3.3 Labranza en la estación seca

Se puede obtener un buen control mediante una simple labranza del terreno durante la estación de la seca. Esta expone a muchos nemátodos a la desecación y a la muerte.

La preparación de los suelos mediante pase de arado y grada influye en la población de nemátodos fitopatógenos del suelo, pues disminuye la humedad del suelo y los expone a las condiciones adversas al medio; lo que se refleja en la disminución del daño de las plantas. Petit y Crozzoli (2005) lograron una reducción del 87% de la población mediante labores de aradura a 20 cm de profundidad.

2.3.4 Uso de variedades resistentes y tolerantes

Uno de los mejores métodos de control de nemátodos es el empleo de variedades resistentes de plantas de cultivo. Frecuentemente éste es el único método económico y práctico en países subdesarrollados (Suárez *et al.*, 2018).

El uso de variedades resistentes dentro de un sistema de rotación con variedades altamente susceptibles, en períodos de tres a cinco meses, es efectivo y capaz de reducir las poblaciones de fitonemátodos entre uno y dos grados. Cuadra *et al.* (2000), concluyen que la aplicación de los cultivos de ciclo corto para el control de nemátodos no implica cambios en el proceso de producción, no contamina el medio ambiente ni produce gastos adicionales al productor, además este método es compatible con la de los medios biológicos, ya que no se contraponen y por el contrario su combinación ellos aumenta la efectividad del control.

2.3.5 Solarización

La solarización fue desarrollada en Israel en la década de los setentas, ensayado y propuesto por primera vez en 1981 (Katan *et al.*, 2016). Es un método de control físico ya que los patógenos son afectados por altas temperaturas que se crean por el efecto invernadero del polietileno colocado sobre el suelo. Es una técnica empleada para el control de muchos patógenos y plagas del suelo que captura la energía solar de tal modo que provoca cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo.

Para ello se coloca una cubierta de polietileno transparente sobre el suelo húmedo durante los meses más calurosos del verano con el fin de aumentar la temperatura del suelo a niveles letales para muchos fitopatógenos, semillas y plántulas de malezas. Al ser la lámina de polietileno de baja permeabilidad a muchos gases, el CO₂ se acumula bajo la cubierta de plástico hasta alcanzar concentraciones 35 veces mayores a las observaciones en un suelo no cubierto (Rubín y Benjamín, 1984).

Porter y Merriman (2003) indican que las cubiertas de polietileno empleadas en la solarización evitan la pérdida de calor del suelo causada por evaporación y convección, y también atrapan radiación de onda larga creando el efecto invernadero antes mencionado. La solarización del suelo también mejora la nutrición de las plantas al incrementar la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes esenciales (Pullman *et al.*, 2014). Por otro lado, Bridge (1990) considera que la solarización es un método muy efectivo para el control de nemátodos en el suelo, y que si se usa en áreas pequeñas como viveros, es económicamente accesible.

Otro factor de importante para tener éxito con la aplicación de esta técnica es el contenido de humedad del suelo al momento de cubrir el plástico el terreno. Al respecto Katan *et al.* (2016), indican que el suelo debe conservarse húmedo para incrementar la sensibilidad térmica de los fitopatógenos y facilitar la conducción del calor a través de los poros del suelo. Estudios realizados en Estados Unidos por Overman y Jones (1988), Heald y Robinson (1997), Mc Sorley y Parrado (2002) indican que las poblaciones de *R. reniformis*, *M. incognita* fueron reducidas a un 90% utilizando la técnica de solarización de cuatro a nueve semanas. En Italia Cartia *et al.* (2000), las poblaciones de *M. incognita* fueron reducidas a un 50% luego de cuatro semanas de utilizar esta técnica.

Obviamente esta tecnología resulta más efectiva en aquellos lugares con clima cálido durante períodos continuos de por lo menos cuatro a seis semanas, que en zonas templadas (Katan, 1992b). La profundidad del suelo hasta donde se puede tener control satisfactorio, depende fundamentalmente de la duración del tratamiento, de la intensidad de la radiación solar y de la conductividad térmica del suelo.

En comparación a otros métodos de desinfección del suelo, la solarización tiene la ventaja de no mostrar efectos colaterales de fitotoxicidad por liberación de manganeso y otras sustancias tóxicas, así como tampoco permite la rápida reinfestación del suelo debido a la creación del vacío biológico que ocurre cuando el suelo es esterilizado por el efecto de fumigantes o del calor generado por vapor de agua.

2.3.6 Métodos biológicos

La lucha biológica consiste en la introducción artificial del microorganismo antagonista en el patosistema, para controlar el patógeno y favorecer a la planta reduciendo el inóculo del patógeno o la intensidad de los síntomas posteriores para controlarlo y favorecer a la planta reduciendo el inóculo del patógeno a la intensidad de los síntomas posteriores a la infección (Varaschin, 2019).

El control biológico tiene dentro de sus objetivos particulares:

1. Reducir el inóculo del patógeno a través de medidas que impliquen una supervivencia del mismo más restringida entre las cosechas, una menor producción o liberación de propágulos viables y una menor difusión de los mismos.
2. Reducir la infección del hospedero por el patógeno.

El control biológico es la piedra angular de los sistemas de MIP establecidos en Cuba (Pérez y Vázquez, 2001). El desarrollo alcanzado en la cría y liberación de entomófagos así como la producción masiva de entomopatógenos ha permitido disponer de cantidades apreciables de controles biológicos en las localidades agrícolas pues los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) que se encuentran distribuidos por todo el país en diferentes regiones, poseen una capacidad de producción que pueden garantizar cada año las aplicaciones de medios biológicos en más del 60% de la superficie cultivada (Pérez y Vázquez, 2001).

Las investigaciones sobre el control biológico de plagas se han estado realizando desde la década de 1960. El conocimiento generado hizo posible el cambio a una estrategia de control biológico de plagas a escala nacional como respuesta a la crisis agrícola de la década de 1990. Más de 270 CREE, fueron establecidos en todo el país. La producción de agentes de biocontrol (hongos, bacterias, nemátodos e insectos benéficos) es a pequeña escala y descentralizada (Funes, 2018).

Trichoderma spp. es un hongo que habita fundamentalmente en el suelo y puede actuar sobre diversos hongos fitopatógenos que causan graves enfermedades en los cultivos, principalmente en los semilleros. Las especies del género *Trichoderma* spp. se utilizan como agentes de control biológico porque son fáciles de aislar y cultivar, crecen rápidamente en muchos sustratos y afectan raramente a plantas superiores, producen antibióticos y tienen una amplia gama de patógenos, además de mostrar una alta efectividad antagónica e hiperparasita por lo que son capaces de destruir las paredes celulares e interior de las células del hongo fitopatógeno debido a su actividad enzimática lo cual reduce su desarrollo y provoca su destrucción (Menge, 2003).

Después del triunfo de la Revolución, el desarrollo de la Protección de Plantas en Cuba ha transitado por cuatro etapas o fases decisivas, con una tendencia agroecológica (Vázquez y Almaguer, 1997).

Con el Manejo Integrado de Plagas (MIP) como política del Estado en 1982 y el establecimiento en 1988 del Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos (Pérez *et al.*, 1995), se garantiza el uso de los bioplaguicidas dentro de la estrategia concebida por la producción agropecuaria cubana.

En el establecimiento del nuevo modelo agrícola en Cuba, una de las tareas más urgentes es encontrar las vías para continuar reduciendo el uso de plaguicidas sintéticos en el manejo de plagas en general. El control biológico es una de estas vías y de hecho, constituye actualmente la alternativa principal (Rosset y Benjamín, 1994; Pérez, *et al.*, 1995).

En el campo de los nemátodos fitoparásitos, la lucha biológica surge como una alternativa a la química, pues los productos químicos utilizados para reducir las poblaciones de

fitonemátodos del suelo se precisan en más cantidad y suelen ser más caros y tóxicos (Mora, 2014).

En la producción agrícola, incluyendo la urbana, se utilizan productos biológicos obtenidos en forma artesanal y semi-industrial para el control de numerosas plagas y enfermedades a partir de un MIP, en el cual se usan biopreparados que estén al alcance de los productores, en dosis adecuadas (Estrada y López, 2004).

Como todos los organismos, también los nemátodos tienen sus enemigos naturales. Una gran proporción de nemátodos son muertos por enemigos naturales existentes en todos los suelos agrícolas. Estos incluyen insectos, nemátodos predadores y otros animales (Aguirre, 2016).

Aparentemente, cuando las condiciones ecológicas del suelo son favorables al desarrollo, los enemigos del nemátodo por lo regular existen naturalmente; si las condiciones son desfavorables los organismos introducidos no prosperan. Bustillo *et al.* (2000), sugieren que la infestación natural es mínima en la regulación de *M. incognita*, pero puede incrementarse con selección de cepas virulentas o alterando las enmiendas del suelo.

2.3.7 Estrategia de control biológico con *Trichoderma* spp

Especial importancia debe dársele al control biológico, considerado por muchos autores como la piedra angular del MIP y al control cultural, de forma tal que puedan aprovechar al máximo la acción de los mecanismos naturales de regulación de plagas (alimento, resistencia, repelencia, atracción, preferencia, alelopatía, barreras, etc.). En los últimos años se han obtenido buenos resultados, tanto a escala de investigación, como en la práctica, con el control etológico, fundamentalmente con la utilización de las feromonas (Murguido, 2012).

Entre las consideraciones más importantes que se señalan cuando se establecen las estrategias de control biológico con *Trichoderma* spp. se indica que el antagonismo del suelo frente a este hongo es el factor más importante en la regulación de su posible nivel de inóculo cuando se aplica en un ambiente natural (Gidekel *et al.*, 1999).

El control biológico con *Trichoderma* spp. se puede llevar a cabo según Jensen (1992) de la siguiente manera:

1. Introduciendo el antagonista en el suelo: Con una base alimenticia mediante preparaciones comerciales de conidios o en polvos, pasta o píldoras de alginato que contienen biomasa obtenida por fermentación.
2. Por tratamiento de semillas: Se requiere menor cantidad de material biológico y el éxito dependerá de:
 - Aislamientos utilizados
 - Tipo de enfermedad y tipo de cultivo
 - Edad de los antagonistas
 - Temperatura y el pH del suelo
 - Tipo de suelo y los microorganismos que existan en él
 - Estado nutricional del antagonista
 - Densidad del inóculo en la semilla
 - Potencial de inóculo del antagonista en el suelo
 - Momento de la siembra
3. Por aplicación a partes aéreas de la planta (en hojas, en heridas de árboles o en el momento de la poda). Estas formulaciones suelen ser líquidas (Chaet, 1994).

Una respuesta positiva y concreta a la campaña mundial de limpieza del planeta es la utilización de microorganismos antagónicos competitivos para la protección de los cultivos de los patógenos fúngicos del suelo, en particular especies del género *Trichoderma* spp. han merecido la atención máxima como agente biocontrol (Edwards, 2017).

Para el caso del manejo de infestaciones de nemátodos en los canteros de los organopónicos o huertos se puede utilizar también a *T. harzianum* incorporándolo a toda la masa del sustrato como mínimo tres veces y después mantener el uso de este hongo como está establecido en las semillas, posturas y plantas en desarrollo para mantener colonizado al hongo (Edwards, 2017).

Este hongo hiperparásito actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, y micoparasitismo, además produce sustancias promotoras de crecimiento de las plantas. El mismo coloniza las semillas y protege las plántulas en la fase post-emergente de

patógenos fúngicos, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos (Esser, 1993).

Algunos hongos han sido reconocidos, como *Trichoderma* spp., tiene singular importancia, como antagónico de patógenos del suelo, por su elevado grado de adaptabilidad ecológica que lo hace común en suelos de todo el mundo (Edwards, 2017).

Por ello, este hongo ha sido un atractivo candidato para una variedad de aplicaciones y eventualmente puede reducir el uso, o reemplazar a muchos pesticidas tóxicos (Edwards, 2004).

2.3.8 Métodos químicos

A partir de la Segunda Guerra Mundial, hubo un crecimiento vertiginoso de la industria de los agroquímicos, en que los plaguicidas y su tecnología de utilización se desarrollaron al extremo de que han contribuido al surgimiento de problemas medioambientales, sociales y económicos de diversas índoles, clasificándose este período tecnológico como “Revolución Verde”, por que el propósito fundamental ha sido obtener incrementos productivos, independientemente de las consecuencias colaterales (Vázquez, 2005).

Una preocupación particular en cuanto a la interpretación del término agroquímicos es la redefinición que las compañías hacen del mismo, utilizándolo para impulsar la venta de sus plaguicidas (Waibel *et al.*, 1999). La apropiación del MIP le permite a las corporaciones transnacionales de agrotóxicos enarbolar su filosofía del uso “seguro” y “eficaz” de productos fitosanitarios, en la que el control químico es la principal herramienta para la solución del problema de las plagas, tal y como se puede ver en uno de sus manuales: “es importante aclarar que en los programas de MIP el control químico no es el último recurso como a veces se afirma” (Rivera *et al.*, 2002).

Como todo el sector agrícola conoce, el desinfectante de suelos Bromuro de Metilo quedará prohibido en Europa, a excepción de lo que se pueda conceder como usos críticos en algunos cultivos. Agrocilhone es el sustituto que permite controlar hongos, nemátodos, bacterias e insectos y tiene una pequeña acción herbicida sólo sobre malas hierbas en germinación. Así mismo, está dentro de las principales normas europeas de calidad, como son AENOR y EUREPGAP, producción integrada lo que permite exportar la

producción a toda Europa. Agrocelhone ha sido utilizado por las empresas y cooperativas más representativas de España en el mismo terreno durante varias campañas consecutivas, controlando la producción y calidad de las cosechas (Magunacelaya, 2016). Con esta desinfección se ha permitido desarrollar un cultivo libre de agentes patógenos, y todo ello con unos costos más económicos que con las mezclas de los productos tradicionalmente utilizados. Este producto está ya registrado para los cultivos intensivos más significativos (fresón, tomate, pimiento...). Su aplicación se puede hacer tanto en inyección mecanizada, como a través del riego por goteo, con el nuevo y revolucionario formulado: AGROCELHONE NE (concentrado emulsionable), siendo aun pionero en el mundo en este apartado (Magunacelaya, 2016).

Es un producto fruto de una investigación desarrollada por Agroquímicos de Levante S.A. iniciada en el año 1996 por la prohibición del Bromuro de Metilo en el Protocolo de Montreal en el año 1992 y desarrollando una alternativa técnica y económicamente viable compuesta de una mezcla de Cloropicrina + 1,3 Dicloropropeno para la fumigación de suelos como alternativa al Bromuro de Metilo (Magunacelaya, 2016).

El suelo estará limpio del cultivo anterior, bien mullido y libre de terrones. Para ello se le dará pases de medios topes, gradas o cultivador, a una profundidad de 35-40 cm para aumentar la penetración del producto, y pases de rotovator con el objetivo de allanar el terreno y facilitar su distribución. En suelos arenosos el suelo estará limpio del cultivo anterior y se recomienda dar pases de cuchillas con la finalidad de abrir el suelo sin perder el enarenado y favorecer la penetración del producto. La incorporación de materia orgánica, deberá hacerse antes del tratamiento, ya que después, el suelo tratado no se moverá para nada (Martínez *et al.*, 2005).

Las líneas de riego se extenderán en la línea de plantación e inmediatamente después el suelo debe ser regado para chequear que los goteros funcionan perfectamente. En el caso de que la línea de plantación sea una cama, esta debe ser hecha después de las labores de suelo y antes de colocar las líneas de riego. Después, el suelo debe ser cubierto con una lámina de plástico de polietileno preferiblemente transparente (25-35 micras de grosor), el suelo a desinfectar debe estar cubierto por completo. Los cultivos

que practiquen el acolchado del suelo, podrán utilizar el mismo plástico del suelo para el tratamiento (Martínez *et al.*, 2005).

Después se darán riegos durante cuatro y cinco días (según tipo de suelo), hasta alcanzar el 60% de humedad de su capacidad de campo. El día anterior a la aplicación del producto no se regará. La humedad y temperatura aumentarán la actividad de los patógenos del suelo. Se aplicarán sobre el suelo desnudo en presiembra o preplantación del cultivo a través del riego por goteo (Nicholls, 2012).

La incorporación del producto a la red de riego se realiza con un sistema de bomba inyectora, que permite la correcta dosificación del producto teniendo en cuenta la concentración del mismo en el agua, consiguiendo un reparto uniforme en el suelo y proteger la instalación de riego (Nicholls, 2012).

Si la incorporación del producto a la red de riego se realiza desde el cabezal, se recomienda que el punto de inyección esté en la salida, donde se distribuyen los sectores, conectando directamente con el sector que vayamos a tratar, después de los filtros, etc. Debemos conectar a pie de campo el punto de inyección si la parcela a tratar está a más de 150 m del cabezal (Nicholls, 2012).

El método químico ha sido utilizado desde hace mucho tiempo pero en la actualidad se están buscando alternativas para su empleo ya que se está luchando por disminuir las contaminaciones provocadas por los productos químicos y los desbalances ecológicos que provocan ya que afectan el equilibrio natural del ecosistema agrario (Akhtar y Mahmood, 2004).

Uno de los mayores problemas que tienen los productos químicos es el desbalance que ejerce sobre las diferentes especies beneficiosas, consecuentemente con esto, se pueden presentar reinfestaciones rápidas y repentinas después de los tratamientos con productos químicos. Las modificaciones ambientales causadas por la aplicación de pesticidas se han reconocido como uno de los problemas principales en el control de plagas. Es suficiente y a menudo notablemente perjudiciales para la eficacia de los enemigos naturales de las plagas (Rodríguez *et al.*, 2005).

Como se puede apreciar, todos los métodos de control tienen sus limitantes y muchas veces los resultados obtenidos no se pueden generalizar. Para una lucha eficaz es

necesaria la conjugación oportuna de todas las medidas que se conocen actualmente, basados en las particularidades locales. Bernal *et al.* (2001), han señalado que el MIP en los invernaderos y en las casas de cultivos protegidos es una vía de control muy efectiva para asegurar los rendimientos, por tener en cuenta todas las interacciones posibles, en esos sistemas de producción.

2.3.9 Fertilización orgánica

Debido al alto costo de los fertilizantes nitrogenados y el retiro de muchos nemátocidas efectivos, actualmente existe la necesidad de analizar la resistencia de las leguminosas para el desarrollo de los nemátodos (Matheus *et al.*, 1997).

La adición de materia orgánica al suelo para mejorar la fertilidad y controlar las plagas y enfermedades es una práctica tan antigua como la agricultura (Martin y Gershuny, 1992). A finales del siglo IX, Justus von Liebig y colaboradores propusieron que las sales minerales reemplazaran las enmiendas orgánicas como fuente de nutrientes esenciales en la producción de cultivos agrícolas (Brock, 1997). Este nuevo énfasis en la química, y la industrialización de la agricultura en América y Europa durante la primera mitad del siglo XX, provocó una reducción en el uso de materia orgánica como la principal fuente de fertilidad al suelo (Howard, 2012).

Bridge (1990), encontró que un alto contenido de materia orgánica en el suelo estimula la actividad microbiana e incrementa la presencia de microorganismos benéficos antagonistas a los nemátodos. Por otro lado la descomposición de residuos orgánicos en el suelo favorece la acumulación de compuestos químicos específicos que con frecuencia muestran actividad nemátocida. Utilizar fuentes de materia orgánica en el control de fitopatógenos, es parte integral en la producción de cultivos hortícolas en los trópicos (Valenzuela, 2004), y el uso de las mismas, provee la oportunidad de reciclar materiales que de otra manera aumentarían la cantidad de desechos agrícolas.

Normalmente la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo y la descomposición de sus componentes contribuyen al buen desarrollo de la planta y en consecuencia a tolerar el ataque de nemátodos. Así mismo, las enmiendas orgánicas contribuyen a la producción

de compuestos tóxicos y proporciona las condiciones adecuadas para el desarrollo de nemátodos predadores y microorganismos biocontroladores (Franco y Matos, 1993).

La aplicación de materia orgánica al suelo promueve el aumento de poblaciones de microorganismos que intervienen en la descomposición de materia orgánica y en el reciclaje de nutrientes. Un sin número de enmiendas orgánicas han sido utilizadas en el manejo de nemátodos. En diferentes experimentos, las poblaciones de nemátodos han sido positiva o negativamente correlacionadas con el contenido de materia orgánica (Mannion *et al.*, 2004).

2.3.10 Efectos sobre el medio ambiente

Se estima que en los países en desarrollo 10 000 personas mueren cada año intoxicadas por plaguicidas y unas 400 000 padecen gravemente sus efectos. Los residuos liberados por los plaguicidas recorren largas distancias y se introducen en la cadena alimentaria, afectando de ese modo a las personas y otros organismos lejos del sitio donde han sido aplicados (Rivera *et al.*, 2002).

En las décadas de 1970 y 1980, los científicos empezaron a descubrir que la actividad humana estaba teniendo un impacto negativo sobre la capa de ozono. El adelgazamiento de la capa de ozono expone a la vida terrestre a un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de piel y cataratas, reducir la respuesta del sistema inmunitario, interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas y afectar al crecimiento del fitoplancton oceánico (De vito *et al.*, 2008).

Debido a la creciente amenaza que representan estos peligrosos efectos sobre el medio ambiente, muchos países intentan aunar esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, los CFC pueden permanecer en la atmósfera durante más de 100 años, por lo que la destrucción del ozono continuará durante décadas (De vito *et al.*, 2008).

El uso extensivo de pesticidas sintéticos derivados de los hidrocarburos clorados en el control de plagas ha tenido efectos colaterales desastrosos para el medio ambiente. Estos pesticidas órgano clorados son muy persistentes y resistentes a la degradación biológica. Muy poco solubles en agua, se adhieren a los tejidos de las plantas y se acumulan en los

suelos, el sustrato del fondo de las corrientes de agua y los estanques, y la atmósfera. Una vez volatilizados, los pesticidas se distribuyen por todo el mundo, contaminando áreas silvestres a gran distancia de las regiones agrícolas, e incluso en las zonas ártica y antártica (Ortiz, 2001).

Debido al peligro que los pesticidas representan para la fauna silvestre y para los seres humanos, y debido también a que los insectos han desarrollado resistencia a ellos, el uso de hidrocarburos halogenados como el Dicloro-difenil-tricloro-etano (DDT) está disminuyendo con rapidez en todo el mundo occidental (Windham *et al.*, 1993).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la experiencia

La investigación se realizó en la UEB de Cultivos Protegidos de la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón", en el Modulo de Jagüey Grande, en la casa 108 tipo MSC Española, con un área de 0,12 ha divididas en 13 canteros, sembradas a una sola hilera y con una distancia de 40 x 20 cm, que presentaban un grado medio de infestación de nemátodos parásitos.

3.2 Material vegetal y manejo del cultivo

Se utilizó la variedad de pimiento Gandal, la que fue plantada el 9 de diciembre de 2019 y concluyo su ciclo vegetativo el 30 de junio de 2020.

La preparación de suelo se realizó de forma mecanizada y el sistema de riego es localizado, el experimento fue atendido por el operario agropecuario especializado que trabaja en la casa asesorada por el técnico que atiende el módulo.

3.3 Tratamientos estudiados.

A: Testigo sin tratar

B: Agrocelhone-NE, se realizó una aplicación de 300 L.ha⁻¹ con el suelo mullido y húmedo, se colocó una lámina de polietileno sobre los canteros, se efectuó un riego dos o tres veces y no se regó el día antes de la aplicación y se realizó la siembra a los 16 días posteriores.

C: *Trichoderma harzianum* cepa C-34, se aplicó 8 Kg.ha⁻¹ con una concentración de esporas 1,8 X 10⁹, tres días antes de la siembra y otro tratamiento a los seis días después de emerger, esta aplicación se realizó de forma líquida a razón de 40 L.ha⁻¹, con una solución final de 400 L.ha⁻¹ y una concentración de 2 x 10⁸.

D: Materia orgánica + *Trichoderma harzianum* cepa C-34, se incorporó 500 Kg.ha⁻¹ de materia orgánica al suelo y las mismas dosis de *T. harzianum* del experimento anterior.

3.4 Diseño experimental

Previamente a la realización de este experimento se hizo un muestreo de suelo para determinar el porcentaje de infestación y las especies de nemátodos presentes en el área. También se determinaron los valores de pH en cada parcela para determinar si el suelo se encontraba en los rangos de acidez previstos para la aplicación del experimento.

Los tratamientos se realizaron bajo un diseño de bloque al azar con cuatro réplicas por cada variante, distancias de un metro entre cada tratamiento para evitar casos de interacción (Figura 1).

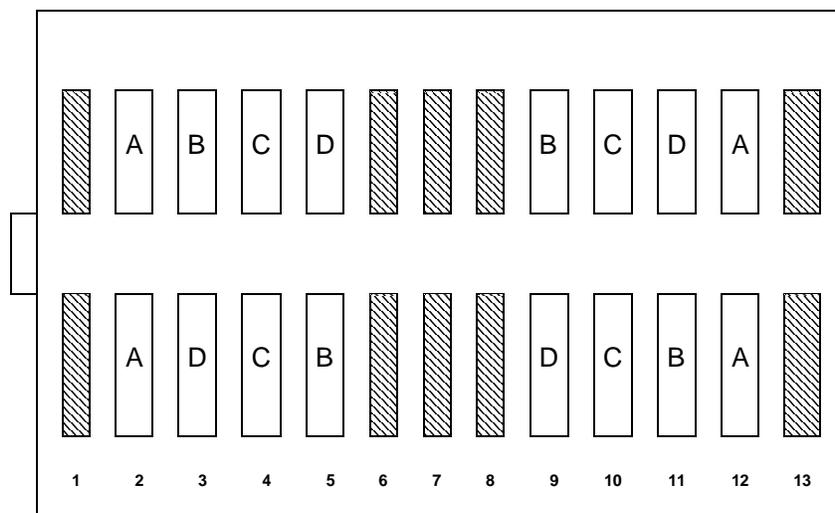


Figura 1. Diseño de bloque al azar

3.5 Evaluación de la propagación de *Meloidogyne* spp.

Para la evaluación de la propagación de este nemátodo en el suelo, se tomaron muestras en los canteros a una profundidad entre 15 y 25 cm y sub muestras en diferentes puntos de la diagonal cruzada, para conformar una muestra de 1 kg de suelo y raíces por variantes.

El diagnóstico se realizó por medio de plantas indicadoras calabaza (*Cucurbita moschata* L.), sembrando cinco plantas por bolsas de polietileno con un tiempo de permanencia de 45 días. Pasado este tiempo las plantas se evaluaron, utilizando la

escala de daños (Zeck, 1971) y se determinó la propagación con la valoración del índice de agallas en las raíces (Figura 2).

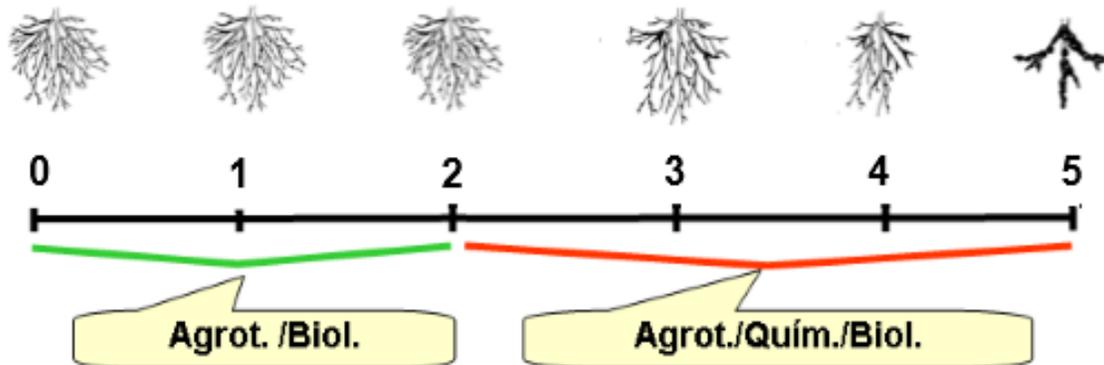


Figura 2. Diagrama del índice de infestación por agallas de nemátodos.

La tabla 1 muestra para cada grado las características que indican su distribución de plantas afectadas.

Tabla 1. Características de plantas afectadas por grado.

Grado	Observación
0	Raíces sin nódulos
1	Desde pequeños nódulos, difíciles de descubrir hasta pequeños nódulos en cantidades numerosas distribuidos en todas las raicillas.
2	Desde gran número de pequeños nódulos radicales (algunos de ellos pueden estar ya encadenados entre sí) caracteriza el aspecto de la raigambre, sin inhibir seriamente sus funciones y pueden presentarse adicionalmente algunos nódulos grandes, pero la mayor parte de la raigambre continúa funcionando normalmente.
3	Desde un 25% de raigambre está altamente contaminada e incapacitada hasta un 50% de la raigambre incapacitada para funcionar.
4	Desde un 75% de la raigambre incapacitada para funcionar hasta la totalidad de la raigambre contaminada de nódulo quedando interrumpida la alimentación de la planta, no obstante la planta conserva aun su aspecto verde.
5	Desde la raigambre está completamente contaminada, quedando putrefacta una parte de ella, la planta muestra síntomas externos del daño y raigambres están muertas.

La propagación de la *Meloidogynosis* en % se calculó según la ecuación:

$$D = \frac{(N- n) \times 100}{N}$$

Donde D = propagación de la *Meloidogynosis* en %

N = Total de plantas observadas

n = Total de plantas sanas

La intensidad de la afectación por *Meloidogyne* spp. o grado medio de infestación se determina según la fórmula.

$$Ia = \frac{\sum (axb)}{N- n}$$

Donde a = grado de infestación radicular según escala de 5 grados.

b = Número de plantas observadas por cada grado de Infestación.

N = Total de plantas observadas.

n = Total de plantas sanas.

El Índice de infestación al cultivo por *Meloidogyne* spp. (Ii) se determina según la fórmula Townsend.

$$Ii = \frac{\sum (axb) \times 100}{N \times K}$$

Donde a, b y N son los mismos elementos señalados para la fórmula anterior.

K = grado superior de la escala utilizada.

3.6 Identificación de la especie de *Meloidogyne* spp. presente en el suelo

Para la identificación de la especie de nemátodo presente se tomaron muestras de suelo y raíces en un m² en cada tratamiento, las cuales fueron colocadas en bolsas de nylon bien identificadas sobre una superficie separada del suelo para evitar la contaminación. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV), para su identificación.

3.7 Determinación del rendimiento del cultivo pimiento

Al concluir el ciclo se evaluó en cada parcela el rendimiento de un m², mediante el pesaje en una balanza comercial de los frutos de todas las plantas comprendidas en la superficie experimental de cada parcela y el sistema radical de 10 plantas al azar, evaluándose el índice de infestación en las raíces según los criterios de (Taylor y Sasser, 1978); (García y Fernández, 1983) y (García *et al.*, 1984) y la evaluación de las calidades según (Casanova *et al.*, 2013).

La eficacia se calculó utilizando la fórmula de Henderson-Tilton:

$$\% \text{ eficacia} = (1 - Td/Cd \times Ca/Ta) \times 100.$$

Donde:

- Ta = Infestación en parcela tratada antes del tratamiento.
- Td = Infestación en parcela tratada después del tratamiento.
- Ca = Infestación en parcela testigo antes del tratamiento.
- Cd = Infestación en parcela testigo después del tratamiento.

El procesamiento estadístico de los resultados obtenidos en el experimento fue realizado mediante análisis de varianza de clasificación simple y se establecieron las diferencias entre los tratamientos mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación del 5%.

Para la evaluación de la calidad (Tabla 2) se tuvo en cuenta entre otras características que los pimientos deben estar enteros, sanos (se excluyen los frutos afectados por podredumbre o por alteraciones que los hagan no aptos para el consumo), limpios, que el pedúnculo tuviera una longitud máxima de 1 cm y ser cosechados a partir de su madurez técnica, desde verde hecho hasta maduro consistente (Casanova *et al.*, 2013).

Tabla 2. Características de los frutos por categoría.

Categoría	Características
Selecta o Extra	Los pimientos de esta categoría deben ser de calidad superior, firmes, consistentes y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad y que satisfaga los requisitos mínimos establecidos.
Primera	Los pimientos clasificados en esta categoría deben ser de buena calidad, suficientemente firmes, no deben mostrar grietas sin cicatrizar, solo podrán presentar defectos leves y daños siempre que no afecten el aspecto general del producto. Estos defectos y daños son: <ol style="list-style-type: none"> 1. Deformación y color 2. Defecto de la epidermis 3. Daños cicatrizados de hasta 1cm de longitud.
Tercera	En esta categoría se comprenderán los pimientos que no podrá clasificar en las anteriores deberán ser firmes y no presentar grietas sin cicatrizar, podrán presentar defectos leves y daños siempre que no afecten el aspecto general del producto. Estos defectos y daños son: <ol style="list-style-type: none"> 1. Deformación y color 2. Defecto de la epidermis 3. Daños cicatrizados de hasta 3cm de longitud.

3.8 Valoración económica

Para realizar la valoración económica del experimento en áreas de producción se utilizaron los siguientes indicadores:

- Costo de producción.
- Costo unitario de la producción
- Valor de la producción
- Costo por peso de producción
- Ganancia
- Rentabilidad.

Para la determinación del costo de producción en cada uno de los tratamientos, se tuvieron en cuenta los siguientes gastos:

- Gastos de salario básico y seguridad social.
- Gastos de producto fitosanitario aplicado.

- Gastos de fertilizante.
- Gastos de riego
- Gastos de almacén

Para la determinación del valor de la producción se tuvo en cuenta el precio con que comercializan una tonelada de producto de este cultivo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de los niveles de infestación antes de realizar el experimento

Los resultados obtenidos en las muestras tomadas antes de realizar el experimento (Tabla 3) indican que el índice de infestación de nemátodo en el suelo era medio.

Tabla 3. Resultado de las evaluaciones antes de realizados los tratamientos

Tratamientos	D	la	li
Testigo	40	1,15	0,24
Agrocelhone	50	1,44	0,36
Trichoderma	38	1,23	0,21
Trich + M.O	40	1,43	0,27
E.S.	1,2ns	0,03ns	0,01ns
CV (%)	12,9	11,3	24,0

N=20 Test de Tukey HSD

Los datos de D se transformaron la RAIZ (1/D) y los de IA y II a RAIZ (p+0.5)

Según los trabajos realizados por Pérez *et al.* (1997), *T. harzianum* es efectivo contra *Meloidogyne* spp. Estos autores evaluaron la acción del hongo sobre la eclosión de huevos y sobre la población del fitonemátodo en suelo inoculado (macetas infestadas y cámaras de organopónico), encontrando que la efectividad técnica de las aplicaciones del hongo al suelo alcanzan valores elevados cuando las poblaciones del fitonemátodo no exceden un grado promedio de 2,15. El uso de esta experiencia se ha extendido a diez provincias, lográndose incrementos de los rendimientos de un 50% en pepino y más de un 100% en habichuela.

De esta forma Bridge (1990) plantea, que estas aplicaciones pueden ocasionar una reducción de los niveles poblacionales de los nemátodos, permitiendo rendimientos económicamente aceptables, sin acudir al empleo de otras tácticas que pueden afectar los organismos benéficos del medio ambiente. De este último aspecto podemos sacar como

conclusión otra de las ventajas de los bioplaguicidas, y es que no alteran el entorno, como pueden hacerlo los productos químicos.

Se pudo observar que el pH en el área era ligeramente ácido (Tabla 4), esto coincide con lo planteado por Volcy (1990) al manifestar que el pH es uno de los factores que regulan la distribución, reproducción y severidad del ataque de los nemátodos, en experimentos realizados en invernadero con pH 4,1; 4,8; 6,0 y 7,3 en tomate Roma encontró que el grado de infección fue alto a pH 6,0 y 7,3 y se tuvo la impresión de que el nemátodo es arrasador y provoca incluso (con el tiempo) la muerte de las plantas bajo estas condiciones.

Tabla 4. Evaluaciones de pH antes de realizados los tratamientos

Parcela	pH
Agrocelone	6,9
Trichoderma	6,5
Trich + M.O	6,8
Testigo	6,2

De acuerdo con Schmith (1989) la eficacia de los nemátocidas generalmente estaba influida por el pH del suelo, siendo importante, aunque probablemente de forma indirecta para la actividad de los nemátodos; generalmente a pH 6,0 se indica la mayor relación hospedero - parásito.

Con la dosis inferior de materia orgánica aplicada en nuestro experimento coincidimos con el estudio realizado por Sainz *et al.* (2002) mostrando que con una aplicación de 30 t.ha⁻¹ de materia orgánica aumentó significativamente el pH del suelo comparado con el tratamiento químico y testigo además observaron que la aplicación de materia orgánica a suelos levemente ácidos aumentaron el pH de 6,5 a 7,2.

4.2 Evaluación de los niveles de infestación posterior a la realización del experimento

En la tabla 5 se observa que después de realizados los tratamientos los niveles de propagación, grado de infestación e índice de infestación disminuyeron en todos los casos con respecto al testigo sin aplicación, existiendo diferencias significativas entre el testigo sin tratar con respecto a los demás tratamientos B, C, y D; coincidiendo con los resultados obtenidos por Funes (2006).

Tabla 5. Resultado de las evaluaciones después de realizados los tratamientos

Tratamientos	D	IA	II
Testigo	40,0 a	1,2 a	0,2 a
Agrocelhone	10,0 b	0,5 b	0,1 b
Trichoderma	17,0 b	0,8 b	0,1 b
Trich + M.O	14,0 b	0,8 b	0,1 b
E.S.	0,01**	0,04**	0,01**
CV (%)	27,8	23,7	8,1
N= 40	Test de Tukey HSD		

Los datos de D se transformaron la RAIZ (1/D) y los de IA y II a RAIZ (p+0.5)

Los mejores resultados se obtienen en el tratamiento B con la utilización del Agrocelhone (Figura 3) aunque no muestran diferencias significativa con el resto de los tratamientos lo cual coincide con lo planteado por Aballay (2008).

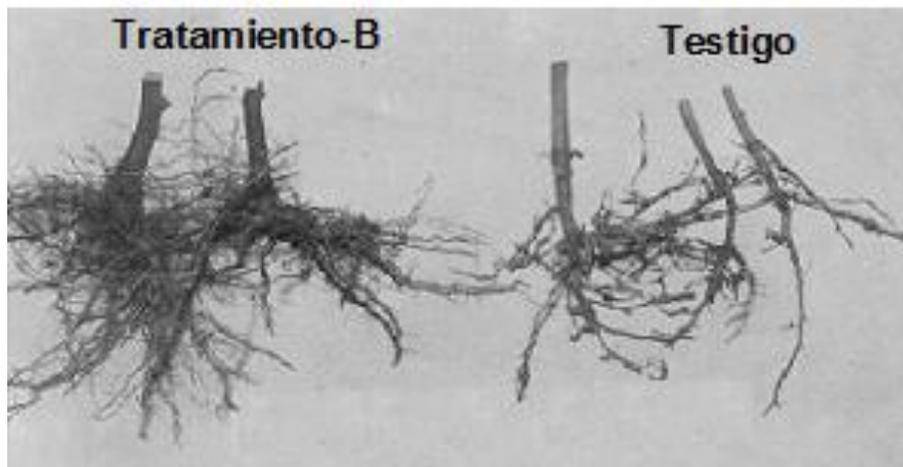


Figura 3. Raíces tratadas con producto químico comparada con el testigo

Este autor refiere que Agrocelhone NE es una fórmula desarrollada específicamente para su empleo en tratamientos de suelos desnudos preparados para la siembra o plantación, con acción contra nemátodos (*Meloidogyne* spp., *Ditylenchus* spp., *Heterodera* spp., *Pratylenchus penetrans*, *Longidorus attenuatus* y *Meloidogyne javanica*, *Aphelenchoides fragariae*; *Xiphinema diversicaudatum*) y hongos del suelo, (*Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Verticillium dahliae* y *Phytophthora* spp.), insectos, bacterias, malas hierbas en germinación, parásitos que atacan a la raíz y al cuello de las plantas.

La acción biocida de Agrocelhone se concentra en la capa superficial del suelo (20-30 cm) por lo que la fauna microbiana que vive en la parte inferior del suelo, pronto emerge a la superficie regenerándolo de nuevo. Su aplicación resulta menos peligrosa que el bromuro de metilo, porque apenas existe contacto con el producto y su alto punto de ebullición 107 °C - 112 °C lo mantienen durante toda la aplicación en estado líquido (Aballay, 2008).

En el caso de los tratamientos con alternativas de control biológico se obtienen iguales resultados en las variantes en estudio (*T. harzianum* más materia orgánica y *T. harzianum*) estas variantes tienen diferencias aunque no significativa con la variante B comprobándose lo planteado por Montiel *et al.* (1997), quienes señalan que *T. harzianum* es efectivo contra nemátodos del género *Meloidogyne* spp. y que la efectividad técnica de las aplicaciones en el suelo se alcanzan cuando no existen valores elevados de las poblaciones del parásito.

En los tratamientos realizados con materia orgánica los resultados fueron menos alentadores pero se observan diferencias con respecto al testigo sin aplicación coincidiendo con Edwards *et al.* (2004), quienes plantean que los suelos tratados con material orgánico poseen un alto potencial antifitopatógeno, que permite sembrar por algunos años un mismo cultivo sin peligro de que disminuyan los rendimientos a consecuencia de los fitonemátodos.

Comprobándose el resultado planteado por Bowers y Locke (2002), quienes sugieren mezclar los productos biológicos con materia orgánica para acentuar y mejorar la efectividad de estos microorganismos en el control de nemátodos y hongos del suelo.

La importancia de la materia orgánica en el suelo es un hecho indiscutible que ha sido comprobado a través de los años por varios investigadores a nivel mundial (Roe, 1998; Verma, 2005). En la agricultura ecológica, se ha comprobado que es posible obtener rendimientos económicos adecuados y una estabilidad de producción a través del tiempo (Kolmans y Vázquez, 1995), contrario a lo que ocurre en la agricultura convencional en donde por el uso excesivo de fertilizantes se observan problemas de salinidad y toxicidad en los suelos.

La materia orgánica, mejora la estructura, fertilidad y productividad del suelo, a través del efecto favorable que ejerce sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Gross, 2001). Aplicaciones de sulfato de amonio aumentaron la acidez del suelo, mientras que las enmiendas orgánicas actuaron como un amortiguador en el suelo. Uno de los efectos secundarios de esta práctica es que mantiene una población microbiana más abundante y variada que favorece el control biológico de fitopatógenos habitantes del suelo (Zavaleta, 1987a). La materia orgánica incorporada al suelo aumenta la cantidad de nutrientes y la capacidad de retención de humedad; mejora el desarrollo de las plantas e incrementa la tolerancia a nemátodos.

De acuerdo a Chavarría *et al.* (2002), las enmiendas orgánicas son efectivas en la reducción de poblaciones de nemátodos fitoparasíticos. Además Stirling (2001), señala que uso de materia orgánica ha sido efectiva en el control del nemátodo nodulador *Meloidogyne* spp.

4.3 Resultado de la identificación de la especie de nemátodo presente

Los resultados obtenidos de las muestras que fueron enviadas al laboratorio provincial de sanidad vegetal (LAPROSAV), para su identificación indican que la especie presente en el suelo era *Meloidogyne incognita* (Figura 4).



Figura 4. Nemátodo *Meloidogyne* spp. y nódulos que produce.

4.4 Resultado de los rendimientos alcanzado en el experimento

En la tabla 6 se puede observar que existe diferencias significativas entre los tratamientos y que el rendimiento de las diferentes variantes aumenta en la medida que la efectividad de los tratamientos es mayor es decir los mejores rendimientos se obtienen en las parcelas menos afectadas por el ataque de nemátodos esto se debe a que ellos causan en general retardo del crecimiento de la planta, al disminuir el número de raíces activas, incapacitándolas para una nutrición normal.

Coincidiendo con Lazarovits *et al.* (1997) y Hewlett y Dickson (2000) quienes plantean que los daños causados por nemátodos fitoparásitos constituyen uno de los problemas principales en la obtención de productos agrícolas debido a que el daño que causan es directamente proporcional a sus densidades de población. Esta relación ha sido establecida para muchos nemátodos en numerosos cultivos y en varios lugares su conocimiento se utiliza para predecir daños y determinar cuando debe aplicarse una medida de control, jugando un papel importante en este aspecto el concepto de nivel crítico poblacional por debajo de la cual no ocurre un daño apreciable al cultivo.

Tabla 6. Rendimientos obtenidos en cada parcela

Parcela	Rendimientos (t.ha ⁻¹)
Agrocelone	70,4 a
Trichoderma	62,5 b
Trich + M.O	66,7 b
Testigo	53,7 c

ES = 0,24** CV = 19,2

Se comprueba lo planteado por Netscher y Sikora (1990) citados por Ornat y Sorribas (2008) que este género de nemátodos llega a provocar pérdidas en vegetales del 30% en condiciones de campo. Señalaron además que *Meloidogyne* parasita a los vegetales en campo abierto y en las instalaciones de producción protegida y que la importancia económica de este género depende de la frecuencia de infestación y los niveles poblacionales. Los daños son grandes en los vegetales en las casas de cultivos, debido a la susceptibilidad de las variedades empleadas, la intensidad del cultivo y los factores ambientales (Rodríguez *et al.*, 2005).

Los nemátodos fitoparasíticos son reconocidos como un factor limitante en los sistemas de producción agrícola. A nivel mundial, los nemátodos fitoparasíticos provocan pérdidas de aproximadamente un 12% en los rendimientos de los cultivos agrícolas, representando una pérdida de \$78 billones anualmente demostrado por Johnson (1995).

En las regiones tropicales, los cultivos de café, tabaco, plátano y hortalizas, son afectados seriamente por nemátodos fitoparasíticos, especialmente los del género *Meloidogyne* spp., causando pérdidas considerables en la agricultura de Puerto Rico y de otros países (Román y Acosta, 1984). De acuerdo a Pinochet (1987), en Centro América se informan pérdidas en producción de 10% a 50% en cucurbitáceas y más de un 10% en hortalizas. Estas pérdidas reducen la producción de pequeños agricultores entre un 25% a 50% (Taylor y Sasser, 1978). En Puerto Rico, el nemátodo nodulador es la especie de mayor distribución geográfica, afectando la mayoría de los cultivos de

importancia económica, estando de acuerdo con estos planteamientos ya que se puede apreciar en nuestros resultados que varían los rendimientos entre un 13 y 17% cada tratamiento con respecto al testigo.

Se refleja la veracidad de lo planteado por varios autores que en Cuba, donde los estudios de pérdida son escasos, se sabe que *Meloidogyne* spp. provocó pérdidas de 19% en pimiento (Castillo, 1988); 20% en tomate y quimbombó y 17% en berenjena (Stefanova y Fernández, 2015). En casos de altas poblaciones, se han informado pérdidas en pepino relacionadas con *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood, de más del 70% (Gómez, 2017), de ahí la importancia de implementar medidas para el manejo de estos nemátodos en las áreas de producción de hortalizas.

Se demuestra que los trabajos desarrollados en la provincia de Matanzas por Rodríguez *et al.* (1996), donde se presenta a un grupo de fitonemátodos asociados a las hortalizas y destacan que la especie de más amplia distribución en los organopónicos es *Rotylenchulus reniformis* Lindford y Oliveira, presente en el 55% de las muestras, aunque no asociado a daños.

El género *Meloidogyne* spp. del cual la única especie detectada es *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, es el único fitonemátodo que pudo ser asociado con daños en varios cultivos, entre los que se destacan como susceptibles: acelga (*Beta vulgaris* Lin), ajo porro (*Allium porrum*, Lin), cebollino (*Allium schoenoprasum*, Lin), col (*Brassica oleracea*, Lin., var. Capitata L), habichuela (*Phaseolus vulgaris* Lin), pepino (*Cucumis sativus* Lin), pimiento (*Capsicum frutescens* L. var grossum), rabanito (*Raphanus sativus*, Lin), remolacha (*Beta vulgaris* Lin), tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) y zanahoria (*Daucus carota sativa*, D. C). Reportes similares fueron realizados en nuestro país por (Gandarilla y Fernández, 1986 y 1989; Fernández *et al.*, 1996 y en el extranjero por Busquets *et al.*, 2014).

En la tabla 7 se aprecia que el mayor porcentaje de calidad selecta se encuentra en las parcelas que se encontraban bajo tratamiento ya sea de forma química o biológica y de forma general se obtuvo un 89% de aprovechamiento del cultivo para la venta y exportación en fresco.

Tabla 7. Los porcentos de calidad en cada parcela

Tratamientos	Porciento de calidad				Total
	Selecta	1 ^{ra}	3 ^{ra}	Otras	
A- Testigo	-	-	2	3	5
B- Agrocelhone	39	1	3	-	43
C- Trichoderma	20	1	1	-	22
D- M. orgánica + Trichoderma	27	1	2	-	30

Según Casanova *et al.* (2003) los nemátodos causan en general retardo del crecimiento de la planta, al disminuir el número de raíces activas, incapacitándolas para una nutrición normal. Estos daños causados por nemátodos fitoparásitos constituyen uno de los problemas principales en la obtención de productos agrícolas. El alcance del daño en un determinado cultivo depende de la especie de la planta misma, la especie del nemátodo, el grado de ataque y otros factores. Cuando las plantaciones sufren ataque intenso de nemátodos, las inversiones en concepto de fertilizantes se pierden, pues el sistema nutricional se encuentra severamente destruido y las pérdidas pueden ser del 40%.

Según Aguirre (2006) los frutos del pimiento deben presentar un pericarpio grueso, de color generalmente rojo en la maduración, aunque algunos cultivares presentan otras coloraciones, por lo que presentan diferentes formas y tamaño. Los de uso industrial alcanzan una masa promedio entre 50 y 120 g, mientras que los de consumo fresco superan los 120 g.

Debido a su alto potencial reproductivo, ciclos de vida cortos, capacidad de parasitar unas 2 000 especies de plantas y los daños que provoca, *Meloidogyne spp.*, es considerado plaga en la producción de alimentos, así por ejemplo, hoy se sabe que constituye una importante plaga en las plantaciones en campo abierto y el factor limitante de la producción protegida de diferentes cultivos en Cuba (Rodríguez, 1996; Gómez, 2017), de ahí la importancia de establecer medidas de manejo para disminuir el impacto de estos parásitos sobre los rendimientos y calidad de las cosechas, debido a

sus daños directos y a su capacidad de intervenir en enfermedades de etiología compleja junto a hongos y bacterias.

Al concluir el experimento se pudo comprobar la efectividad de los medios biológicos en el control de los nemátodos del género *Meloidogyne*.

4.5 Valoración económica de los resultados

Para realizar la valoración económica de los tratamientos se utilizaron indicadores económicos como costo de producción, costo unitario de la producción, valor de la producción, costo por peso de producción, ganancia y rentabilidad.

Para la determinación del costo de producción en cada uno de los tratamientos, se tuvo en cuenta los gastos de salario básico, amortización de la construcción de la casa de cultivo, gasto de producto aplicado, gasto de fertilizante, gastos de semillas, gastos de seguridad social, gasto de riego, gasto de almacén; para la determinación del valor de la producción se tuvo en cuenta el precio de una tonelada de cultivo.

Al analizar los resultados obtenidos para una hectárea de cada variante (Tabla 8) en estudio, observamos que en todos los tratamientos las ganancias son superiores al testigo sin aplicación, demostrándose que en las áreas donde existen afectaciones de nemátodos y no se realizan tratamientos para su control, disminuyen los rendimientos y por tanto la ganancia y la rentabilidad en los mismos disminuye.

Tabla 8: Evaluación Económica del experimento

INDICADORES	UM	TRATAMIENTOS			
		Testigo	Agrocelhone	Trichoderma	M. orgánica + Trichoderma
Rendimiento	t.ha ⁻¹	53,7	70,4	62,5	66,7
Costo de Producción	MP.ha ⁻¹	18,7	19,4	19,8	19,9
Costo Unitario	MP.t	0,35	0,28	0,32	0,30
Valor de la Producción	MP.ha ⁻¹	56,4	73,9	65,6	70,0
Costo x Peso	Pesos	0,33	0,26	0,30	0,28
Ganancia	MP.ha ⁻¹	37,7	54,5	45,8	50,1
Rentabilidad	%	202	281	231	252

Fecha Siembra: 9 -12-19 Fecha de Cosecha: 30 -06-20 Duración del ciclo: 202 días

Los resultados obtenidos en estos indicadores permitieron conocer que con una disminución de los fungicidas químicos, en este cultivo y al incrementarse las aplicaciones de medios biológicos, como una alternativa al control de enfermedades, resultados que concuerdan con Cordero y Acevedo (2019) al expresar que se debe trabajar para disminuir los fungicidas, producto a las exigencias internacionales en la comercialización de alimentos exportables con menor residuos agroquímicos. Reafirmando la factibilidad del uso de los medios biológicos en control de nemátodos en las casas de cultivos protegidos del municipio de Jagüey Grande.

En el experimento se incluye un tratamiento control con Agrocelhone (Cloropicrina + 1,3 Dicloropropeno), que es un producto tóxico y tenemos que valorar que el tratamiento de una hectárea con este producto cuesta al estado \$1 548.00 CUC y se le cobra a los productores al mismo precio, pero en moneda nacional, por lo que si analizamos el gasto que se incurre al tratar una hectárea con los tratamientos estudiados (tabla 9) además que el resto de los tratamiento es solo en moneda nacional, nos damos cuenta que para su aceptación por los productores no basta solo con el impacto ecológico positivo de estos productos, sino que es necesario demostrar su factibilidad económica a través de la ganancia y rentabilidad obtenida.

Tabla 9: Gasto de producto por hectárea.

Tratamientos	CUP	CUC
B- Agrocelhone	0	1 548
C- Trichoderma	137	0
D- M. orgánica + Trichoderma	2 262	0
A- Testigo	0	0

5. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados expuestos y discutidos en esta investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

- Se comprobó que cuando existen niveles de ligero a medio de afectación por nematodos es factible la utilización de medios biológicos como una alternativa para su control.
- *Trichoderma* spp. constituye una nueva alternativa para el control biológico de nemátodos del género *Meloidogyne* factible de aplicar ya que la producción y empleo del biopreparado implica un menor gasto en cuanto al empleo de productos químicos para su control.
- Se demostró la efectividad del biopreparado *T. harzianum* sobre *Meloidogyne* spp. a una dosis de 8,0 Kg.ha⁻¹ directo al suelo con un tratamiento antes de la siembra y otro después de emerger.
- La eficacia del hongo en el suelo se incrementan a medida que se establece el mismo.
- La mezcla del biopreparado *T. harzianum* más materia orgánica aumenta su efectividad.

6. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados experimentales alcanzados y las conclusiones obtenidas se realizan las siguientes recomendaciones:

- Aplicar el Biopreparado *T. harzianum* cepas-34 en las casas de cultivos protegidos siempre que las afectaciones de nemátodos se encuentren en un nivel de ligero a medio.
- Continuar el estudio de las posibilidades del biopreparado *T. harzianum* para el control de nemátodos a diferentes cultivos asociados a las casas de producción de hortalizas.
- Extender el empleo combinado de la materia orgánica con los diferentes biopreparados en todos los módulos de la unidad de cultivos protegidos para el control de nemátodos en el suelo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABALLAY, E. 2008. Afectaciones de nemátodos en Jardinería. INFOJARDÍN. 28(1): 119-122.
- ALTIERI, M. 1999. Agroecología. Bases Científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay. p. 338.
- AKHTAR, M. Y MAHMOOD, I. 2004. Población de nemátodos y crecimiento de tomate en suelos enmendados con compostas de estiércol vacuno, urea, sulfato de amonio y productos a base de neem. Nematropica. 24(2): 169 – 173.
- AGUIRRE, Y. 2016. Efecto de diferentes densidades poblacionales de *Meloidogyne incognita* (Nematoda; Tylenchida) sobre el rendimiento de tres especies hortícolas. Maracay. Tesis en opción al título de Máster. Universidad Central de Venezuela.
- BADII, M. H.; FLORES, A. E.; FOREUGHBAKHCH, R.; QUIROZ, H. Y TORRES, R. 1996. Ecología de manejo integrado de plagas (MIP) con observaciones sobre control biológico de insectos. En: Avances recientes en la biotecnología de *Bacillus thuringiensis*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. p. 40-47.
- BELLO, A.; ESCUER, M. Y TELLO, J. 1999. Problemas nematológicos de los cultivos de Guatemala y su manejo agronómico. Nematropica. 29: 116-117.
- BELLO, A. Y MELO, M. J. 1998. Reducción de las poblaciones de nematodos con técnicas alternativas al bromuro de metilo. In: Memoria de Actividades 1998, Resultados de Ensayos Hortícolas, Generalitat Valenciana, Fundación Caja Rural de Valencia. p. 347-350.
- BERNAL, B.; RIVERO, L.; FERNÁNDEZ, E. Y PÉREZ, W. 2001. Manejo de Plagas en híbridos de tomate bajo condiciones de cultivo protegido. Fitosanidad. 5(1): 57 - 61.
- BOWERS, J. H. Y LOCKE J. C. 2002. Effect of botanical extracts on soil populations of Fusarium and other soil-borne pathogens. International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Nov. 3-5, San Diego, California. p. 1-4.

- BRYAN, H. Y LANCE, C. J. 2001. Compost trials on vegetables and tropical crops. *Biocycle*. 27: 36-37.
- BRIDGE, J. 1990. Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. *Annu. Phytopathol.* 34: 201-225.
- BROCK, W. H. 1997. Justus von Liebig, the chemical gatekeeper. Cambridge University Press, England.
- BUSQUETS, J. O.; SORRIBAS, J. Y VERDEJO, S. 2014. Potencial reproductor del nemátodo *Meloidogyne* en cultivos hortícolas. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetal*. 9(3): 493 – 499.
- BUSTILLO, Y.; CROZZOLI, R.; GRECO, N. Y LAMBERTI, F. 2000. Efecto del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento de la lechosa (*Carica papaya*) en vivero. *Nematol. Medit.* 28: 163-170.
- CALDERÓN, L.; SOLÍS, F.; TRABANINO, E.; BARILLAS, E. Y GARCÍA, E. 2001 The effect of alternative treatments as methyl bromide for nematode control in different crops: 1998-1999. Abstract. XXXII Annual Meeting of ONTA, 16-20 abril, Auburn, Alabama. p. 7- 48.
- CARTIA, G.; CIPRIANO, T. Y GRECO, N. 2000. Effect of solarization and fumigants on soil borne pathogens of peppers in greenhouse. *Acta Horticulturae*. 225: 111-116.
- CASANOVA, A.; GÓMEZ, O. Y HERNÁNDEZ, M. 2013 Manual para la producción protegida de hortalizas. Editorial Liliana. La Habana, Cuba. 130 p.
- CASANOVA, A.; GÓMEZ, O.; DEPESTRE, T.; CARDOZA, H.; PUPO, R.; ARANGUREN, D. Y HERNÁNDEZ, M. 2013. Caracterización, evolución y problemática actual del cultivo protegido en Cuba. p. 9.
- CASASSA, A. M.; MATHEUS, J.; CROZZOLI, R.; BRAVO, V. Y GONZÁLEZ, C. 1997. Respuesta de algunas selecciones de guayabo al nemátodo *Meloidogyne incognita* en el Municipio Mara del estado Zulia. *Fitopatol. Venez.* 10: 5-8.
- CASTILLO, A. M. 1988. Biología y control fitotécnico de *Meloidogyne incognita* en el pimiento en la provincia Granma. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.

- CASTILLO, L.; CHAVERRI, F.; RUEPERT, C.; CATHARINA WESSELING (eds.). 1995. Manual de Plaguicidas: guía para América Central. Programa de Plaguicidas: desarrollo, salud y ambiente. EUNA, Heredia. 680 p.
- CEBOLLA, V.; BARTUAL, R.; GINER, A.; BUSTO, J.; POMARES, F.; ZARAGOZA, S.; TUSET, J. J.; CABALLERO, P.; MUT, M.; CASES, B.; DE MIGUEL, M. D.; FOMBUENA, P.; MAROTO, J. V.; MIGUEL, A. Y PORCUNA, J. L. 1999. Chemical and non-chemical alternatives to methyl bromide in the area of Valencia. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Creta (Greece). p. 141-145.
- CHAET, I. 1994. Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 48: 37-43.
- CHAVARRÍA, J. A.; OSORIO, L. F.; SILVA, L. Y ROSA, E. 2002. Use of poultry litter and sewage sludge compost for the management of plant-parasitic nematodes on plantain. *Nematropica*. 30(2): 119.
- CIANCIO, A.; CARBONELL, E. Y CROZZOLI, R. 1998. Ecología y biodiversidad de *Pasteuria* spp., antagonistas naturales de nematodos fitoparasíticos. *Fitopatología. Venez.* 11: 2-9.
- CORDERO, M. Y ACEVEDO, R. 2019. Evaluación de la capacidad de parasitismo en hongos asociados con el nematodo quiste de la papa, *Globodera* sp. *Fitopatol. Venez.* 13: 29-33.
- CORDERO, M. Y ACEVEDO, R. 2001. Densidad poblacional y estudio morfométrico de los nematodos del quiste de la papa, *Globodera* spp., en la microcuenca Páramo El Rosal, estado Táchira. *Fitopatol. Venez.* 14: 13-15.
- COSTA, T.; GRECO, N.; SUÁREZ, A. Y RIVAS, D. 2020. Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne incognita* en *Vigna unguiculata*. *Nematropica*. 28: 99-103.
- CROZZOLI, R. 2000. Identificación de especies de la familia Criconematidae (Nematoda: Tylenchida) en Venezuela. Maracay. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

- CROZZOLI, R. Y CASASSA, A. M. 1988. Identificación de especies y razas de *Meloidogyne* asociadas al cultivo del guayabo en el municipio Mara del estado Zulia. *Fac. Agron. (LUZ)*. 15: 107-108.
- CUADRA, R.; CRUZ, X. Y FAJARDO, J. L. 2000. Cultivos de ciclo corto como trampa para el control del nemátodo agallador. *Nematropica*. 30 (2): 241-246.
- DÍAZ-VIRULICHE, L.; PINILLA, A. Y LÓPEZ, J. A. 2013. Biominerales y efecto biofumigante de los abonos verdes. XXXII Annual Meeting of the Organization of Nematologist of Tropical American (ONTA), April 16-20, Auburn, Alabama, USA.
- DEPESTRE, T. Y RODRÍGUEZ, Y. 2004. Impacto de cultivares de pimiento en condiciones de Cultivos Protegidos. II Curso Internacional de Cultivos Protegidos de hortalizas en condiciones tropicales. IIHLD. La Habana, Cuba.
- DE VITO, M.; CROZZOLI, R. Y VOVLAS, N. 2008. Pathogenicity of *Meloidogyne exigua* on coffee (*Coffea arabica* L.) in pots. *Nematropica*. 30: 55-61.
- DORAN, J. W.; FRASER D. G.; CULIK M. N. Y LIEBHARDT, W. C. 2002. Influence of alternative and conventional agriculture management on soil microbial processes and nitrogen availability. *American Journal of Alternative Agriculture*. 2: 99-106.
- DULMAGE, H. T.; CORREA, J. A. Y GALLEGOS, G. 1990. Potential for improved formulation of *Bacillus thuringiensis israelensis* through standarization and fermentation development. In: *Bacterial control of mosquitoes & black flies*. Edit. Rutgers University Pries. p. 110-131.
- DUNIWAY, J. M.; XIAO. C. L.; AJIWA H. Y GUBLER, W. D. 1999. Chemical and cultural alternatives to methyl bromide fumigations of soil for strawberry. Annual Intern. Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions, Nov. 1-4, San Diego, California. 2 p.
- EDWARDS, J. H. Y WALKER, R. H. 2017. Using organic residuals on highly erodible soil. *BioCycle*. 38: 56-57.
- ESSER, R. P.; SMITH, G. T. Y O'BANNON, J. H. 1993. An eleven year phytoparasitic nematode survey of Florida citrus groves and their environs. Fla. Dept. Agric. Consumer Serv. Division of Plant Industry. Bulletin 15. 70 p.

- ESTRADA, J. Y LÓPEZ M. T. 2004. Los Bioplaguicidas en la Agricultura Sostenible Cubana [en línea]. Disponible en: <http://www.clades.org/r11-art7.htm>. [Consulta: octubre 19 2021].
- FRANCO, J. Y MATOS, A. 1993. Manejo Integrado del Nemátodo quiste de la papa, *Globodera* spp. Centro Internacional de la Papa (CIP). Programa de Investigación en Papa (PROINPA). 172 p.
- FRANCO, J.; OROS, R. Y MAIN, G. 1998. Trap crops: An effective component for Integrated Management of potato nematodes in the Andean region. p. 351-382.
- FERNÁNDEZ, E.; BERNAL, B.; VÁZQUEZ, L.; GANDARILLA, H.; HERNANDEZ, R.; GONZÁLEZ, G.; HECHEVARRIA, S.; AMAT, Z.; VAZQUEZ, T. Y FAJARDO, J. L. 2014. Manejo Integrado de Plagas en los organopónicos, Boletín Técnico. INISAV. 3: 8-12.
- FERNÁNDEZ-LARREA, O. 2003. Los microorganismos en el Control Biológico. Producción en Cuba. Manejo Integrado de Plagas en la Producción Agraria Sostenible. INISAV. Cuba. p. 83-93.
- FERNÁNDEZ-LARREA, O. 2001. Temas interesantes acerca del control microbiológico de plagas. INISAV. Cuba. p. 17-138.
- FORTUNER, R. 1991. The Hoplolaiminae. En Nickle WR (Ed) Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker. New York. p. 669-720.
- FUNES, M. F. 2018. ¿Sustitución de insumos o agricultura ecológica?. Agroecología LEISA. 22(7): 9-10.
- GALÁN, L. J.; GARCÍA, J. A.; ELLIS, S. M.; QUINTERO, Z. I. Y LUNA, H. A. 1996 Production of *Bacillus thuringiensis*. En: Avances en la biotecnología de *Bacillus thuringiensis*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. p. 139-152.
- GARCÍA, O. Y FERNÁNDEZ, E. 1983. Metodología para determinar el comportamiento varietal de cultivos agrícolas a los nemátodos parásitos; La Habana - Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. 8 p.
- GARCÍA, O.; FERNÁNDEZ, E. Y PÉREZ, J. 1984. Modulación matemática y método para evaluar pérdidas económicas producidas por *Meloidogyne* spp. en cultivos

- temporales; Ciencia y Técnica en la agricultura. Protección de Plantas. 7(2): 79 - 90.
- GANDARILLA, H. Y FERNÁNDEZ, E. 1986. Las especies de *Meloidogyne* de climas cálidos y algunos métodos de lucha; Boletín de Reseñas; Protección de Plantas 23.
- GANDARILLA, H Y FERNÁNDEZ, E. 1989. Susceptibilidad de diferentes variedades de cultivos hortícolas a *Meloidogyne incognita*. Agrotecnia de Cuba. 21(2): 15 - 19.
- GIDEKEL, M.; GUTIÉRREZ, A. Y ZURITA, A. 1999. Excreción de critinasas, B-1,3-Glucanasas y proteasas en *Thichoderma* spp. enfrentadas a *Venturia* que infecta manzano. V. de Biotecnología. U. Irapecato. México. XXXVI Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara. México.
- GÓMEZ, L. G. 2017. Diagnóstico de nematodos agalleros y prácticas agronómicas para el Manejo de *Meloidogyne incognita* en la Producción Protegida de Hortalizas. La Habana. Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. p200. Cuba. Universidad Agraria de La Habana.
- GONZÁLEZ, L. C. 1985. Introducción a la Fitopatología: Nemátodos Fitoparasíticos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. p. 57-64.
- GROSS, A. 2001. Abonos. Guía práctica de la fertilización Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 560 p.
- HARRISON, H. C.; STAUB, J. E. AND SIMON, P. W. 1985. The effects on sludge, bed and genotype on carrot and cucumber flavor. Hort Science. 20: 209-211.
- HEALD, C. M. AND ROBINSON, A. F. 1997. Effects of soil solarization on *Rotylenchulus reniformis* in the Lower Rio Grande Valley of Texas. J. Nematol. 19: 93-103.
- HEWLETT, T. E. Y DICKSON, D. W. 2000. Efficacy of tannis for control of root-knot nematodes. Abstract. XXXII Annual Meeting of ONTA, 16-20 April, Auburn, Alabama, O-29, 57.
- HIDALGO-DÍAZ, L.; BOURNE, J. M.; KERRY, B. R. Y RODRÍGUEZ, M. 2000. Nematophagous *Verticillium* spp. in soils infested with *Meloidogyne* spp. in Cuba: Isolation and screening. Int. J. Pest. Manag. 46: 277-284.

- HOWARD, A. 2012. An agricultural testament. Oxford Press, New York, USA. Special Rodale Press Edition.
- HUSSEY, R. S. Y VALERIE M. W. 1998. Physiological and Molecular Aspects of Nematode Parasitism. En Plant and Nematode Interactions. p. 87-108.
- JENSEN, D. F. 1992. New approaches in biological control of soil – borne diseases. Copenhagen: European. Foundation for Plant Pathology/International. Organization for Biological Control. 140 p.
- JIMÉNEZ, N.; CROZZOLI, R. Y GRECO, N. 2011. Effect of *Globodera rostochiensis* on the yield of potato in Venezuela. Nematol. mediterr. 28: 295-299.
- JOHNSON, G. W.; VAUPEL, S.; KEGEL, F. R. Y CADET, M. 2015. Crop and farm diversification provide social benefits. California Agriculture. 49(1): 10-16.
- KARAMANLIDOU, G.; LAMBROPOULOS, A. F.; KOLAIS, S. I.; MANOISIS, T.; ELLAR, D. Y KASTRITSIS, C. 1991. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to laboratory populations of the olive fruit fly (*Dacus oleae*). Appl. Environ. Microbiol. 57: 2277-2282.
- KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H. AND GRINSTEIN, A. 2016. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. Phytopathology. 66: 683-688.
- KATAN, J. 1992a. Soil solarization research as a model for the development of new methods of disease control. Phytoparasitica. 21(2): 95-99.
- KATAN, J. 1992b. Nonchemical methods for the control of soilborne pathogens. Phytoparasitica. 15(1-2): 41-48.
- KHAN, S.U. 1970. Enzymatic Activity in a Gray Wooded Soil As influenced by cropping Systems and Fertilizers. Soil. Biol. Biochem. 2: 137-139.
- KOLMANS, E. Y VÁSQUEZ, D. 1995. Manual de Agricultura Ecológica. Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe MAELA. Primera Edición, SIMAS, CICUTES - Managua, Edit. Enlace. 222 p.
- LAZAROVITS, G.; CONN, K. Y KRITZMAN, G. 1997. High nitrogen containing organic amendments for the control of soilborne plant pathogens. International Research

Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Nov. 3-5, San Diego, California, 3, 1-2.

- MACIAS, L. M. 1995. *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* una Alternativa para el control Biológico de Mosquitos. tesis de Licenciatura. Laboratorio de Ecología Microbiana del IIQB. Facultad de Biología/UMSNH. Ciudad Universitaria Morelia, Mich. p.13-16.
- MAGUNACELAYA, J C. 2016. Control de Nemátodos fitoparásitos mediante uso de materia orgánica. [en línea]. Disponible en: <http://mazinger.sisib.uchile.cl/vepositonio/b/cienciasagronomicas/montealegrej/18.htm/> [Consulta: octubre 19 2021].
- MANNION, C. M.; SCHAFFER, B.; OZORES, M.; BRYAN, H. H. Y MCSORLEY, R. 2004. Nematode population dynamics in municipal solid wasted amended soil during tomato and squash cultivation. *Nematropica*. 24(1): 17-23.
- MARTIN, D. L. Y GERSHUNY, G. (eds.). 1992. *Rodale Book of Composting*. Rodale Press, Emmanus, Pennsalvania, USA.
- MARTÍNEZ, M. V.; ROMERO, A. A.; CABALLERO, G. R. Y CÁRDENA, D. L. 2005. Diagnóstico Agroecológico del municipio Jagüey Grande (2003-2005), ACTAF-CITMA- Delegación Municipal de la Agricultura. p. 28.
- MARTINUK, S. Y WAGENER, G. H. 2005. Quantitative and Qualitative examination of Soil Microbial associated with Different Management Systems. *Soil Sci*. 125: 343-350.
- MATHEUS, J.; SUÁREZ, H. Z.; ROSALES, L. C.; CASASSA, A.; BRAVO, V. Y NAVA, A. 1997. Caracterización histológica de cuatro selecciones de *Psidium guajava* y una de *Psidium friedrichsthalianum* en un campo infestado con *Meloidogyne* spp. en el estado Zulia. XXXIX Reunión Anual de la Organización de Nematólogos Americanos (ONTA), Cancún, México. Junio 29 – julio 4. Resúmenes. p. 76.
- MCGILL, W. B.; CANNON, K. B.; ROBERTSON, J. A. Y COOK, F. 1986. Dynamics of Soil Microbial Biomass and Water-Soluble Organic C in Breton L after 50 years of Cropping to two rotations. *Can J. Soil Scil*. 66: 1-19.

- MCSORLEY, R.; OZORES, M.; STANSLY, P. A. Y CONNER, J. M. 1999. Nematode management, soil fertility, and yield in organic vegetable production. *Nematropica*. 29: 205-213.
- MCSORLEY, R. Y PARRADO, J. L. 2002. Application of soil solarization to rockdale soils in a subtropical environment. *Nematropica*. 16: 125 - 140.
- MENGE, J. A. 2003. Prospects for Biological control of *Phytophthora* Root Rot of citrus. ISC. Congress. Orlando. Florida. Dic.3-7. p.73.
- MORA, F. 2014. Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas, *Agronomía Mesoamericana*. 5: 171 - 183.
- MONTIEL, C. A; SOSA, A.; MEDRANO, C. Y ROMERO, D. 1997. Nemátodo fitoparásitos en plantaciones de plátano (*Musa AAB*) de la margen izquierda del río Chama, Estado Zulia, Venezuela. *Fac. Agr. (LUZ)*. 14: 245-251.
- MURGUIDO, C. A. 2012. Manual sobre manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo del frijol. CIDISAV. INISAV. Ciudad de la Habana, Cuba, p. 42.
- NETSCHER, C. Y SIKORA, R. A..1990. Nematodes parasites of vegetables. p. 237-283 En: *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. Luc, M.; Sikora, R.A.; Bridge, J. (Eds.) CAB International. Institute of Parasitology. UK.
- NICHOLLS, C. I. 2012. Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. [en línea]. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip56/art1-c.htm>. [Consulta: noviembre 22 2021].
- NIVIA, E. 2001. Por la eliminación de los plaguicidas extremada y altamente tóxicos. Los plaguicidas en Colombia. [en línea]. Disponible en: www.semillas.org.co/articulos.htm?x=30087&cmd%5B111%5D=c-1-21. [Consulta: octubre 19 2021].
- ORNAT, C. Y SORRIBAS, F. J. 2008. Integrated Management of Root-knot Nematodes in Mediterranean horticultural crops. p. 295-319. En *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio & K. G. Mukerji (eds.). Springer.

- ORTIZ, O. 2001. La información y el conocimiento como insumos principales para la adopción del Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. p. 12-22.
- OVERMAN, A. J. Y JONES, J. P. 1998. Efficacy of soil solarization in full bed mulch culture of tomato. Abstract of 25.
- PÉREZ, J. M.; ANDREU, C.; ACOSTA, O.; ROBAINA, N.; FERNÁNDEZ, Y.; RODRÍGUEZ, R. C.; BASTERRECHEA, M.; OLIVARES, N.; DEVISA, L. J.; MARTÍNEZ, I.; PANEQUE, M.; GANDARILLA, H.; FERNÁNDEZ, E.; ESTEFANOVA, M.; LLUVIDES, J. Y PÉREZ, A.. 1997. Harvisav, alternativa biológica para el control de nemátodos en Cuba. V Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas; Ciudad Habana 22 - 23 Octubre.
- PÉREZ, N.; FERNÁNDEZ, E. Y VÁZQUEZ L. 1995. Concepción del Control de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Orgánica. En Conferencias y Mesas Redondas del II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, 17 al 19 de mayo. La Habana Cuba. p. 48-55.
- PÉREZ, N. Y VÁZQUEZ, L. 2001. Manejo Agroecológico de plagas. El movimiento Cubano de Agricultura Orgánica. Transformando el campo cubano. 1^{ra} edición, La Habana Cuba. p. 191-218.
- PETIT, P. Y CROZZOLI, R. 2005. Nemátodos fitoparasíticos asociados a cultivos de ornamentales en Venezuela. Fitopatol. Venez. 8: 41-44.
- PINOCHET, J. 1987. Management of plant parasitic nematodes in Central America: The Panama experience. p. 105-113. In Vistas on Nematology. Ed. by J. A. Veech and D. W. Dickinson. De León Springs, Florida.
- PORTER, I. J. Y MERRIMAN, P. R. 2003. Effects of Solarization of Soil on Nematode and Fungal Pathogens at two sites in Victoria. Soil Biol. Biochem. 15(1): 39-44.
- PULLMAN, G. S.; DE VAY, J. E.; ELMORE, C. L. Y HART, W. H. 2014. Soil Solarization. A Nonchemical Method for Controlling Diseases and Pests. Leaflet 21377. Cooperative Extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources.
- RIVERA, A.; MARÍA, M. Y ORAMA REY, A. 2002. Informe de tema. Principales plagas reportadas en la E. E. P. M." Dr. Juan T. Roig".

- RODRÍGUEZ, M. G.; SÁNCHEZ, L.; GÓMEZ, L.; HIDALGO, L.; GONZÁLEZ, E.; GÓMEZ, M.; DÍAZ, L.; CASANOVA, A.; CUADRA, R.; FERNÁNDEZ, E. Y HERNÁNDEZ, R. 2005. *Meloidogyne* spp., Plaga de las hortalizas: Alternativas para su manejo en sistemas de cultivos protegidos. *Protección Veg.* 20(1): 1-10.
- RODRÍGUEZ – KABANA, R.; KOKALIS, N.; ROBERTSON, D. G. Y WELLS, L. W. 1996. Evaluación del Ajonjolí para el control de *Meloidogyne arenaria* y *Sclerotium rolfsii* en Maní. *Nematropica.* 24(1): 55 - 61.
- ROE, N. E. 1998. Compost utilization for vegetable and fruit crops. *HortScience.* 33: 26-34.
- ROMÁN, J. Y ACOSTA, N. 1984. Nemátodos, diagnóstico y combate. Servicio de extensión agrícola, Univ. de Puerto Rico. Publ. H-159.
- ROMÁN, G. 2003. El uso de MIP para el control de nemátodos en casas de cultivo protegido. *Protección de Plantas.* 323: 45
- ROSSET, P. Y BENJAMÍN, M. 1994. The greening of the revolution: Cuba's experiment with organic agriculture. Melbourne (Australia), Ocean Press.
- RUBIN, B. Y BENJAMIN, A. 1984. Solar heating of the soil: Involvement of Environmental Factors in the Weed Control Process. *Weed Science.* 32: 138-142.
- SAINZ, M. J.; TABOADA, M. T. Y VILARINO, A. 2002. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. *Plant and Soil.* 205: 85-92.
- SCHMITH, D. P. 1989. Effect of soil, pH on nematicide efficacy and Soybean. *Supplement to Journal of Nematology.* 21(45): 615 – 618.
- STATÍSTICA (Data análisis software system), version 6.1. StatSoft, Inc. 2003. www.statsoft.
- STEFANOVA, M. Y FERNÁNDEZ, E. 2015. Principales Patógenos del Suelo en las Hortalizas y su Control. En: *Producción Intensiva de Hortalizas en los Trópicos Húmedos* (Labrada, R. Eds.). División de Producción y Protección Vegetal, FAO, Roma, Italia. p. 111-120.
- STIRLING, G. R. 2001. *Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes.* CAB International, Wallingford, U.K.

- SUÁREZ, H. Z.; ROSALES, L. C.; GONZÁLEZ, M.; RONDÓN, A.; TELLECHEA, V. Y NAVAS, R. 2018. Alteraciones histológicas inducidas por *Rotylenchulus reniformis* en parchita (*Pasiflora edulis* sp.) *Flavicarpa*. Fitopatol. Ven. 6(1): 11-14.
- SUÁREZ, H. Z. Y ROSALES, A. L. C. 2018. Nemátodos asociados a frutales de importancia y su control. II. Frutales anuales. Fonaiap Divulga 60: 38-41.
- TACCONI, R.; BIANCARDI, E. Y OLIMPIERI, R. 1995. Effect of rotation of main crops and intercalated crops of resistant trap-plants on *Heterodera schachtii*. Nematology Mediterranean. 23: 191 - 195.
- TAYLOR, A. L. Y SASSER, J. N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Cooperative publications, Dept. Plant Pathology, North Carolina State Univ. and U.S. Agency of International Development, Raleigh. 111 p.
- VALENZUELA, H. R. 2004. Ecologically based practices for vegetable production in the tropics. Horticultural Reviews. 24: 139-228.
- VARASCHIN, C. 2019. Evaluación in Vitro de *Trichoderma* sp. para el control biológico de *Ustilago bullata* Berk. de *Bromus* sp. Instituto Fitotécnico de Sta. Catalina. F.C.A.F. Institutos de Investigaciones Biotecnológicas. Buenos aires. Argentina. XXVI congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara. México.
- VÁZQUEZ, L. 2003., Manejo Integrado de Plagas. CIDISAV. La Habana, Cuba. p. 324 – 326.
- VÁZQUEZ, L.. Y ALMAGUEL, L. 1997. Tendencia Agro ecológica de la Protección de Plantas en Cuba. 1^{ra} Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Ciudad de La Habana, Cuba.
- VÁZQUEZ, L. 2005 El manejo agro ecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. INISAV-MINAG. La Habana, Cuba. 121 p.
- VERMA, L. N. 2005. Conservation and efficient use of organic sources of plant nutrients. Pp. 101-143 in: Thampan, P.K. (ed.) Organic Agriculture. Peekay Tree Crops Development Foundation, Cochin, India.

- VOLCY, C H. 1990. *Meloidogyne incognita* en tomate y su relación con el PH del suelo. Actualidades de Sanidad Vegetal. 2(4): 9 - 10.
- WAIBEL, H.; FLEISCHER, G.; KENMORE, P. Y FEDER, G. 1999. Evaluation of IPM Programs - Concepts and Methodologies [en línea]. Disponible en: www.ifgb1.uni-hannover.de/ppp/ppp08.htm. 1999. [Consulta: noviembre 22 2021].
- WRIGHT, D. Y PERRY, R. 2006. Nematode Biology and Plant Responses. Reproduction, Physiology and Biochemistry. En: Plant Nematology (Perry, R. y Moens, M. Eds). CAB International, Wallingford, UK. Part II, Chapter 7. p. 188-207.
- WINDHAM, G. L.; WINDDHAM, M. R. Y. PEDERSON, G. A. 1993. Influencia recíproca de *Trichoderma harzianum*, *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne arenaria* sobre *Trifolium ripens*, Nematrópica. 23(1): 99 - 103.
- ZAVALETA, M. E. 1987a. Los modificadores orgánicos y su efecto sobre los nemátodos fitoparásitos. Mex. Fitopatología. 5(1): 105-111.