



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS
"CAMILO CIENFUEGOS"
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA EL
MANEJO DE *Meloidogyne* spp EN CONDICIONES DE
AGRICULTURA URBANA.**



**Tesis en opción al Título Académico de Master en Ciencias
Agrícolas.**

Autor: Ing. Mabel Viltres Brizuela

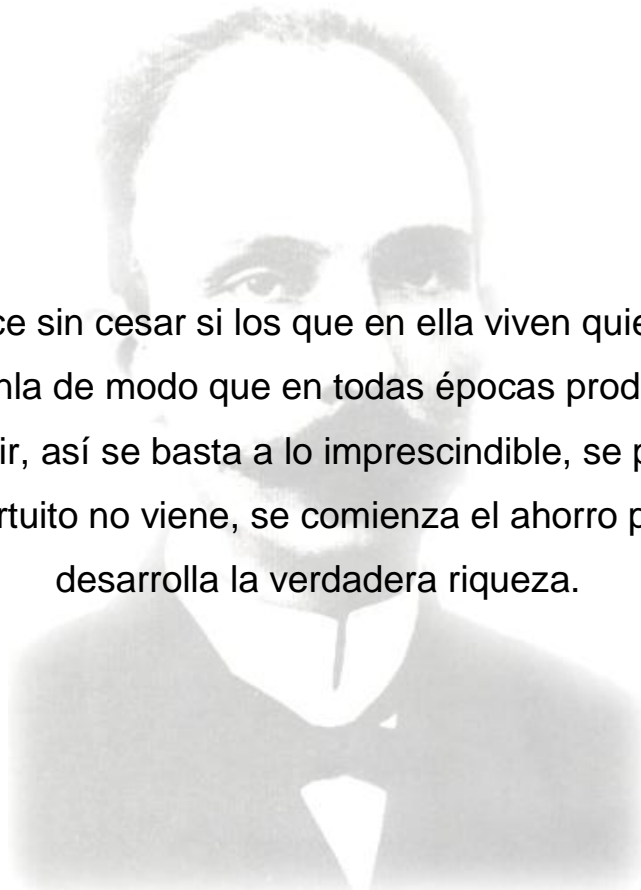
Tutores: Dr.C. Ramón Liriano Gonzalez.

MSc Rubén Rodríguez Barrera.

Matanzas, 2011

PENSAMIENTO

La tierra produce sin cesar si los que en ella viven quieren librarse de miseria, cultívenla de modo que en todas épocas produzca mas de lo necesario para vivir, así se basta a lo imprescindible, se previene lo fortuito y cuando lo fortuito no viene, se comienza el ahorro productivo que desarrolla la verdadera riqueza.



José Martí

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Evaluación

DECLARACION DE AUTORIDAD

Declaro que yo, Ing. Mabel Viltres Brizuela soy la única autora de esta Tesis de Maestría, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: _____

Ing. Mabel Viltres Brizuela

DEDICATORIA

- A mis dos tesoros más preciados, mis hijos Javier y Zenia María.
- A mis padres.
- A mi compañero Delvis Martínez Rodríguez.

AGRADECIMIENTOS

- A esta Revolución, sin la cual no hubiese podido lograr mi formación académica.
- A mis dos hijos, por comprenderme y apoyarme en todo.
- A mi esposo Delvis Martínez Rodríguez, por su especial apoyo, ayuda y comprensión en todo momento, a toda su familia.
- A mis tutores Ramón Liriano Glez y Rubén Rodríguez Barrera, por su atención y ayuda incondicional durante toda la preparación, organización y elaboración del presente trabajo. Sin el apoyo y perseverancia de Liriano no lo hubiese logrado.
- A Migdalia Quevedo Díaz, mi amiga y abuela de mis hijos por apoyarme y alentarme cuando más lo necesite.
- A Yannerys Candelario Angulo, sin su apoyo no hubiese podido llegar al final.
- A los trabajadores del organopónico “4 de Abril”.
- A mis compañeros de trabajo
- A todos los que de una forma u otra contribuyeron a que felizmente culminara este trabajo.

A todos, Muchas Gracias.

OPINION DEL TUTOR

El trabajo titulado “Evaluación de productos biológicos para el manejo de *Meloidogyne* spp en condiciones de Agricultura Urbana”, desarrollado por la Ing. Mabel Viltres Brizuela, en opción al Título de Master en Ciencias, es de gran actualidad e importancia pues el combate de los nemátodos no es tarea fácil y la utilización de la lucha biológica como alternativa al método químico para el manejo de nemátodos del género *Meloidogyne* sp. redujo las poblaciones de éstos patógenos, disminuyendo las afectaciones a los cultivos y al medio ambiente, respondiendo la presente tesis al interés mostrado por las autoridades de la Agricultura Urbana en el municipio de Jagüey Grande y la provincia de disminuir las poblaciones de nemátodos en los canteros organopónicos .

La investigación fue desarrollada en condiciones de producción en áreas de la Granja Urbana del municipio de Jagüey Grande, donde se aplicaron las normas investigativas y científicas establecidas para el desarrollo de la presente tesis. Debemos resaltar la responsabilidad, dedicación, el rigor en la evaluación de los diferentes parámetros observados, el cumplimiento en el tiempo establecido de cada una de las etapas previstas y la independencia en la toma de decisiones mostrada por la maestrante durante el desarrollo de la misma.

La investigación constituye una Transferencia Tecnológica, cuyo resultado tiene gran significación, al confirmar que las cepas de *Trichoderma* sp y *Bacillus thuringiensis* que se reproducen en los diferentes Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) del país, resultaron efectivas en el manejo de *M. incognita*, el cual constituye actualmente uno de los principales problemas en la producción de hortalizas en condiciones de Agricultura Urbana.

Este resultado tiene importancia en la sustitución de importaciones de productos nemátocidas utilizados para la desinfección de sustratos y una repercusión ambiental favorable al no presentar efectos adversos sobre el entorno. Es posible su aplicación en los diferentes sistemas de producción de la agricultura, debiendo generalizarse como

uno de los componentes del Sistema de Manejo de nemátodos en las áreas de producción de la Granja Urbana del municipio de Jagüey Grande.

La investigación posee rigor científico, se consultó un gran número de bibliografías relacionadas con el tema, con un alto grado de actualización.

Los resultados obtenidos se presentaron en el Evento CIUM 2011 y se elaboró un artículo el cual se encuentra en proceso de arbitraje para su publicación en la Revista Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de Las Villas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante el desarrollo de la maestría, y la dedicación manifestada durante el proceso investigativo, ponemos a consideración de este prestigioso tribunal para que emita la evaluación que estime pertinente y a título personal le expreso mi respeto y felicitación por el trabajo realizado.

Tutor: Dr. C. Ramón Liriano Glez

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en áreas de la Granja Urbana del municipio Jagüey Grande, con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación de productos biológicos en el manejo de *Meloidogyne* spp en condiciones de organopónico. Se realizaron dos experimentos, uno en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) donde se estudiaron las especies *Trichoderma viride* (cepa Ts – 3) y *Trichoderma harzianum* (cepa A -34) a una dosis de 10 kg/ha y 20 kg/ha, respectivamente y otro en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) evaluándose la aplicación de *Bacillus thuringiensis* (cepas LBT 3, LBT 13, LBT 24 y LBT 26). Se determinó el nivel de infestación inicial, según los criterios de Taylor y Sasser (1978), García y Fernández (1983) y García *et al.*, (1984), la identificación de especies de *Meloidogyne* sp. presentes en organopónico se efectuó en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) según los criterios de Esser *et al.*, (1981) y se determinó la efectividad técnica de los tratamientos; la evaluación del rendimiento y sus componentes. El diseño experimental utilizado fue un Bloque al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se determinó la factibilidad económica de la aplicación de productos biológicos en el manejo de *Meloidogyne* spp. Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza doble y se compararon las medias mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan, utilizando el paquete profesional estadístico STATISTIC, versión 6.0 para WINDOWS. La especie *Trichoderma viride* (cepa Ts – 3) a 20 kg/ha, manifestó la mayor efectividad técnica con un 42,58 % en el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo del tomate y *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT 24) con 57,11 % en el cultivo del pepino y resultaron los tratamientos que alcanzaron los mayores rendimientos con 5,1 Kg/m² y 3,36 Kg/m² respectivamente. La aplicación de los productos biológicos *Trichoderma* spp y *Bacillus thuringiensis* para el manejo de *Meloidogyne incognita*, en los cultivos estudiados, mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancias.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PROBLEMA	3
3. HIPÓTESIS	4
4. OBJETIVOS	5
5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
5.1. El cultivo del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> , Mill).	6
5.1.1. Origen y evolución.	6
5.1.2. Taxonomía.	6
5.1.3. Importancia alimenticia y económica.	6
5.1.4. Morfología.	7
5.1.5. Requerimientos edafoclimáticos.	8
5.1.6. Fitotecnia	8
5.1.7. Cosecha y manipulación.	9
5.2. El cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i> , L).	9
5.2.1. Origen y evolución.	9
5.2.2. Taxonomía.	10
5.2.3. Importancia alimenticia y económica.	10
5.2.4. Morfología.	10
5.2.5. Requerimientos edafoclimáticos.	11
5.2.6. Fitotecnia	11
5.2.7. Cosecha y manipulación.	12
5.3. Los nemátodos fitoparásitos.	12
5.3.1. Importancia	12
5.3.2. Características generales.	13
5.3.3. <i>Meloidogyne</i> spp.	15
5.3.3.1. Aspectos del ciclo de vida	17
5.3.3.2. Condiciones ecológicas para su desarrollo.	19
5.3.4. Métodos de control de los fitonemátodos	19
5.3.4.1. Control Químico.	20
5.3.4.2. Control Físico	21

5.3.4.3. Control Cultural	22
5.3.4.4. Control Biológico	23
6. MATERIALES Y MÉTODOS	26
6.1. Localización y características climáticas de la zona donde se desarrollaron los experimentos.	26
6.2. Material de siembra utilizado	26
6.3. Caracterización química del sustrato organopónico.	26
6.4. Experimento I. Cultivo del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> , Mill).	27
6.4.1. Tratamientos a evaluar	28
6.5. Experimento II. Cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	28
6.5.1. Tratamientos estudiados.	29
6.6. Evaluaciones realizadas.	30
6.7. Diseño experimental.	32
6.8. Métodos estadísticos utilizados en el procesamiento de los resultados.	32
6.9. Determinación de la factibilidad económica.	33
7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
7.1. Experimento I. Cultivo del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> , Mill).	35
7.2. Experimento II. Cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	39
8. CONCLUSIONES	44
9. RECOMENDACIONES	45
10. BIBLIOGRAFÍA	46

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad se enfrenta a importantes desafíos debido a un incremento de la población mundial sin precedentes, que ya rebasó los 7 000 millones de habitantes y que pone en tensión la producción de alimentos. 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.*, 2001).

La Agricultura Urbana en Cuba como forma fundamental de producción de hortalizas ha tenido un gran auge e impactos en el orden económico y social, por su contribución significativa a la oferta de vegetales y otros productos agrícolas frescos y libres de residuos de agroquímicos, disponibles en los propios sistemas de producción, para ser adquiridos directamente por las personas que habitan en los pueblos y ciudades del país (Vázquez y Fernández, 2007). La meta de un rendimiento de 20 Kg/m²/año de productos hortícolas debe convertirse en la cifra promedio que se debe alcanzar en cada organopónico del país, así como 15 Kg/m²/año en la variante de los huertos intensivos (Rodríguez *et al.*, 2007).

Las producciones agrícolas tanto en Cuba como en el mundo, se ven grandemente afectadas por el ataque de los nemátodos parásitos de las plantas, considerándose uno de los problemas más serios e importantes, por los innumerables daños reportados en muchos cultivos, como consecuencia de la acción de estos microorganismos.

Meloidogyne (Kofoid) 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). 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.

Trabajos realizados en la provincia de Matanzas por Rodríguez y colaboradores en el periodo 1991 – 1996 señalan que *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood es la única especie de este género que fue detectada en la Agricultura Urbana, ocupando el segundo lugar en distribución y frecuencia de aparición con un 32%, siendo el único nemátodo que pudo ser asociado con daños en los cultivos.

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 para disminuir las pérdidas por esta plaga.

El incremento de las áreas destinadas a la producción de hortalizas en condiciones de Agricultura Urbana en la provincia de Matanzas y la alta incidencia de nemátodos del género *Meloidogyne* (Kofoid) que presentan los organopónicos y huertos intensivos, hacen necesario estudiar alternativas de control que no incluyan la lucha química.

2. PROBLEMA

La Agricultura Urbana constituye actualmente la alternativa más eficiente en la producción de hortalizas para consumo fresco, reportándose la presencia de nemátodos en organopónicos, como una de las principales plagas que afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento de estos cultivos.

3. HIPÓTESIS

La aplicación de los productos biológicos *Trichoderma* spp y *Bacillus thuringiensis* pudiera disminuir los índices de infestación de *Meloidogyne* spp en los cultivos de tomate y pepino y elevar sus rendimientos bajo condiciones de Agricultura Urbana.

4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de la aplicación de productos biológicos en el control de *Meloidogyne* spp en condiciones de organopónico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Determinar la efectividad técnica de la aplicación de productos biológicos en el manejo de nemátodos del genero *Meloidogyne* (Kofoid) en condiciones de organopónico.
- 2 Evaluar los resultados de la aplicación de los productos biológicos *Trichoderma* spp y *Bacillus thuringiensis* en el comportamiento agroproductivo del cultivo del tomate y del pepino en condiciones de organopónico.
- 3 Determinar la factibilidad económica de los productos biológicos estudiados.

5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1. El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill)

5.1.1. Origen y evolución.

El género *Lycopersicon* tiene su origen en la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, teniendo sus diferentes especies un crecimiento espontáneo en esta área (Esquina - Alcazar, 1995), al respecto Darwin *et al.*, (2003) plantean que es originario de zonas montañosas de los Andes (*S. lycopersicum*) en América del Sur.

Se plantea que la domesticación del tomate, al parecer, partió de cultivares primitivos de *S. lycopersicum*, variedad *cerasiforme* desde México y Centroamérica (Peralta *et al.*, 2006); constituyendo la capacidad de esta planta de adaptarse a diversos climas y condiciones edáficas, junto a sus cualidades gustativas, las causas que propiciaron que hoy se cultiven diversas variedades (Causse *et al.*, 2000).

5.1.2. Taxonomía.

Pertenece a la clase Dicotiledóneas, orden Salariales, familia *Solanaceae*, género *Lycopersicon* y la especie *Lycopersicon esculentum* Mill, (Porrás *et al.*, 1990). En la actualidad se utilizan otras nomenclaturas como *Solanum lycopersicon* L. y *Lycopersicon lycopersicum* L., no obstante, la más empleada es la propuesta por Miller en 1978 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Jones *et al.*, 1997).

5.1.3. Importancia alimenticia y económica.

El tomate es una hortaliza con un alto valor comercial y una gran importancia como alimento (Castellanos y Muñoz, 2003). Desde el punto de vista alimenticio no puede considerarse como alimento energético, aunque un kg de fruto puede proporcionar 176 calorías, su aroma estimula el apetito, es rico en vitaminas C, A, B1, B2 y B6, es abundante en potasio y bajo en energía calorífica (Santiago *et al.*, 1998).

El tomate está considerado entre las hortalizas más importantes a escala mundial, estadísticas de la FAO (2001), muestran su presencia en casi la totalidad de los países, observándose una expansión en el área dedicada a ellos.

Según Gómez, *et al.*, (2000); entre los países de América Latina y el Caribe, Cuba se ubica en el lugar 29 en cuanto a rendimiento, en el sexto lugar en superficie cosechada y en el décimo lugar en cuanto a producción en toneladas métricas. Se destaca además entre los países de Latinoamérica por su consumo per cápita (27 kg/habitante/año), calificado como uno de los mayores consumidores de tomate conjuntamente con México y República Dominicana.

5.1.4. Morfología.

El sistema radical del tomate consta de una raíz principal y un sistema de raíces adventicias, la raíz principal puede alcanzar más de 120 cm de longitud, pero el mayor volumen de su sistema radical se encuentra en un espesor de suelo de 60 cm a 70 cm de profundidad (Huerrez y Caraballo, 1996). En tal sentido Michelle le Strange (2002), señala que el tomate posee una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias.

El tallo es anguloso y de desarrollo variable en función del hábito de crecimiento. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta y su crecimiento es limitado en variedades determinadas e ilimitado en variedades indeterminadas (Chamorro, 1995).

Las hojas se disponen sobre el tallo alternadamente, son compuestas e imparipinnadas, constituidas por folíolos lobulados.

Las flores son hermafroditas con cinco o más sépalos verdes y cinco o más pétalos de color amarillo intenso, las cuales pueden variar desde claro a más oscuro. La floración se produce en forma de racimos simples o compuestos (Lawrence, 2003).

El fruto de tomate es una baya plurilocular, de color generalmente rojo en la maduración, presentan diferentes formas y tamaños en dependencia de la variedad (Agrobit, 2003).

5.1.5. Requerimientos edafoclimáticos.

- Temperatura: La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 °C y 30 °C durante el día y entre 1 °C y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 °C - 35 °C afectan la fructificación, temperaturas inferiores a 12 °C – 15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula (Torres de la Noval, 2005). Al respecto Moreno (2007), expone que el rango óptimo de temperatura para el proceso de fotosíntesis se encuentra entre 18 °C – 24 °C y disminuye a su nivel mas bajo entre 35 °C – 40 °C.

- Humedad: La humedad relativa óptima oscila entre un 60 % y un 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación.

- Luminosidad: Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta.

- Suelo: La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos.

5.1.6. Fitotecnia

A continuación se relacionan ciertos aspectos de la fitotecnia empleada en algunas variedades del cultivo del tomate en condiciones de Agricultura Urbana según el Grupo Nacional de Agricultura Urbana (GNAU) (2007). (Tabla 1).

Tabla 1. Aspectos fitotécnicos del cultivo del tomate en condiciones de Agricultura Urbana (GNAU, 2007).

	Época de siembra			Distancia siembra	
	Normal	Óptima		Hileras (cm)	Plantas (cm)
Cuba C 27- 81	Sept -Dic	Oct-Nov	130 a 140	2 hileras	25
HC 38-80	Oct-Enero	Oct-Dic	115 a 130	2 hileras	25
Tropical FL - 5	Sept -Feb	Oct -Dic	120 a 140	2 hileras	25
Manalucie	Sept-Dic	Oct-Nov	120 a 140	2 hileras	30
Placero Habana	Todo el año	Feb-May Agost-Dic	100 a 140	2 hileras	30 a 40
Vyta	Sept-Marzo	Nov-Enero	90 a 110	2 hileras	25 a 30
INIFAT -28	Enero-Abril	Oct-Dic	120 a 130	2 hileras	25 a 30

En los organopónicos y huertos intensivos, principales modalidades productivas de la Agricultura Urbana, es indispensable realizar un conjunto de labores que propicien obtener los mayores rendimientos en el cultivo del tomate entre las que se encuentran el trasplante, raleo o entresaque, la eliminación de la vegetación indeseable durante todo el ciclo vegetativo y el aporque de las plantas, entre otras.

5.1.7. Cosecha y manipulación.

Huerrez y Caraballo (1996), señalan que el tomate en Cuba se cosecha manual, en los siguientes estados de maduración: verde no maduro, verde maduro, pintoneado, pintón y maduro. El producto cosechado se envasa en cajas de madera, plásticas o en cajas paletas, dejando un espacio de 25 mm entre la última camada y el borde de la caja para evitar que se dañen los frutos en la manipulación.

5.2. El cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L).

5.2.1. Origen y evolución.

El pepino es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3.000 años.

5.2.2. Taxonomía.

Pertenece a la clase *Paenopsida*, orden *Cucurbitales*, familia *Cucurbitaceae*, género *Cucumis* y la especie *Cucumis sativus* Lin, (Huerrez y Caraballo, 1996).

5.2.3. Importancia alimenticia y económica.

El valor alimenticio del pepino es muy bajo, ya que contiene de un 95 % a 96 % de agua, pero su agradable sabor y el complemento que constituye para las comidas ricas en grasas, proteínas y elementos calóricos en general, hace que tenga una alta aceptación por la población. En Cuba puede cultivarse todo el año, con satisfactorios resultados productivos.

5.2.4. Morfología.

Desarrolla una raíz principal que puede alcanzar una profundidad entre 100 cm y 120 cm, de esta parten las raíces secundarias que se extienden horizontalmente, situándose la mayor parte en una capa de suelo de 20 cm a 30 cm. El sistema radical del pepino en general es poco profundo y de un nivel extractivo relativamente bajo (Huerrez y Caraballo, 1996).

El tallo es rastrero, veloso y anguloso, en el mismo se forman zarcillos los cuales constituyen órganos de sujeción de la planta a diferentes superficies, así como raíces adventicias.

Las hojas son palmeadas, con cinco lóbulos y vellosas.

El fruto es una baya pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, su color varia desde verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto.

5.2.5. Requerimientos edafoclimáticos.

- Temperatura: La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 18 °C y 32 °C., temperaturas inferiores a 14 °C, el crecimiento se detiene y las flores caen durante la floración, lo que provoca una disminución del rendimiento. La germinación de las semillas es óptima a 25 °C y 30 °C (Anónimo, 2005).

- Humedad: Un buen desarrollo y una fructificación normal de las plantas se logra cuando la humedad del suelo oscila de un 70 % a un 80 % de la capacidad de campo. La humedad relativa del aire es más favorable a un 80 %.

- Luminosidad: El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas; a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción.

- Suelo: La planta de pepino es exigente a las condiciones físicas y químicas del suelo. Requiere buena aireación y la reacción del suelo mas apropiada oscila de ligeramente ácida a neutra (pH de 6,5 -7).

5.2.6. Fitotecnia

Algunos aspectos de la fitotecnia utilizada en las principales variedades del cultivo del pepino en organopónicos y huertos intensivos según el GNAU (2007); se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Aspectos fitotécnicos del cultivo del pepino en organopónicos y huertos intensivos (GNAU, 2007).

	Época de siembra			Distancia siembra	
	Normal	Óptima		Hileras (cm)	Plantas (cm)
Hatuey-1	Todo el año	Abril-Junio	80	2 hileras	25 a 30
Poinset	Todo el año	Sept - Dic	80	2 hileras	25 a 30
Japonés	Todo el año	Feb - Abril	80 a 90	2 hileras	25 a 30
Puerto Padre	Abril -Sept	Jun - Agost	80 - 100	2 hileras	25 a 30
Tropical SS -5	Todo el año	Feb - Marzo	80 a 90	2 hileras	25 a 30

Al igual que en el cultivo del tomate, en el pepino es imprescindible realizar un conjunto de labores que propicien la obtención de buenos rendimientos en organopónicos y huertos intensivos, entre estas labores citamos el raleo o entresaque, la eliminación de la vegetación indeseable, el control de plagas agrícolas, entre otras.

5.2.7. Cosecha y manipulación.

El pepino se cosecha manual, si es para consumo fresco, los frutos deben haber alcanzado la madurez tecnológica, o sea, verdes, tiernos y de un tamaño acorde a la variedad; si es para industria la longitud de los frutos no debe exceder los 12 cm. El producto cosechado se envasa en cajas de madera, plásticas o en cajas paletas y su llenado se efectúa dejando un espacio de 25 mm entre la última camada y el borde de la caja para evitar que se dañen los frutos en la manipulación (Huerrez y Caraballo, 1996).

5.3. Los nemátodos fitoparásitos.

5.3.1. Importancia

Los nemátodos fitoparásitos retardan el crecimiento de las plantas, al disminuir el número de raíces activas, incapacitándolas para una nutrición normal, constituyendo sus daños uno de los problemas principales en la obtención de productos agrícolas, dependiendo su magnitud de la especie de planta, de la especie de nemátodo, del

grado de ataque y de otros factores (Costa *et al.*, 2000). 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-Viruliche *et al.*, 2003).

A los daños mencionados anteriormente, se agregan otros igualmente importantes, causados por asociaciones con otros patógenos, o por la acción conjunta de varias especies de fitonemátodos (Potter y Olthof, 1993). La acción conjunta de hongos o bacterias y nemátodos puede tener efectos aditivos o sinérgicos favoreciendo el desarrollo de los daños en los cultivos o modificando los signos clínicos de las enfermedades (Chaves y Torres, 2005).

Según Whitehead (1998), los nemátodos fitoparásitos causan pérdidas de alrededor del 10 % de la producción agrícola mundial. Entre los que más afectan, se encuentran los del género *Meloidogyne*, considerados de suma importancia económica a nivel mundial (Trudgill y Blok, 2001).

5.3.2. Características generales.

Los representantes del Phylum Nematoda (Nemata) han existido por billones de años, haciendo de éste uno de los grupos de animales más antiguos y diversos que pueblan la tierra (Wang *et al.*, 1999), 25 géneros son parásitos de plantas superiores, mientras otros afectan a los animales (incluyendo los insectos) y el hombre. Otro grupo importante es el que representa a los nemátodos de vida libre, los que son comunes en la rizosfera y juegan un rol importante en la descomposición y liberación de nutrientes en el suelo.

Estos nemátodos poseen algunas características comunes. Son organismos no segmentados, poseen simetría bilateral. Tienen una cutícula exterior que es secretada desde la hipodermis. Los músculos se unen longitudinalmente a la hipodermis, permitiéndoles moverse dorso-ventralmente. Poseen sistema digestivo, reproductivo, excretor, nervioso y muscular. Carecen de sistema circulatorio y respiratorio,

dependiendo de las paredes de su cuerpo para la difusión del agua, gases y metabolitos. Casi todas las especies poseen sexos separados y, por lo general, los machos son más pequeños que las hembras, presentándose dimorfismo sexual en algunos géneros (Decraemer y Hunt, 2006).

Los nemátodos fitoparásitos o parásitos de plantas se distinguen del resto por poseer una estructura parecida a una aguja hipodérmica llamada estilete, la que utilizan para perforar las células, introducir en la planta proteínas y metabolitos que le facilitan el proceso de parasitismo y tomar sus alimentos. Estos nemátodos poseen además un sofisticado sistema nervioso y órganos sensoriales que les permiten encontrar la planta hospedante, localizar células específicas, aparearse y reproducirse (Lambert y Bekal, 2002; Decraemer y Hunt, 2006).

De acuerdo a sus hábitos de alimentación los fitonematodos se agrupan en:

Ectoparásitos migratorios, los que durante todo el ciclo de vida se mantienen fuera de la raíz y se alimentan de células de la epidermis o células poco profundas en la raíz.

Ectoparásitos sedentarios, se mantienen fuera de la raíz durante todo el ciclo de vida y se alimentan de células modificadas en un mismo sitio por largos períodos.

Endoparásitos migratorios, penetran al sistema radical y se alimentan de las células a medida que se mueven o migran a través de las raíces.

Endoparásitos sedentarios, penetran al sistema radical y se alimentan de células modificadas, pierden la capacidad de moverse y mantienen su sitio activo de alimentación durante todo el ciclo.

Al respecto Crozzoli (2000); plantea que *M. incognita* y *M. javanica* son especies endoparásitos sedentarias, comenzando el proceso de parasitismo 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, 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.

En los Endoparásitos de bulbos y tallos, el juvenil de cuarto estado penetra los tejidos de estos órganos y una vez en el interior, se alimenta como un endoparásito migratorio. Los Endoparásitos de hojas, desarrollan su ciclo de vida en el interior de las hojas penetrando a través de los estomas y una vez en el interior, migran y se alimentan. Mientras que los Endoparásitos de semillas, primeramente se alimentan de las hojas y cuando las plantas florecen, penetran el primordio floral y se alimentan de la semilla en desarrollo, mudan y continúan alimentándose hasta que destruyen las semillas (Hussey y Williamson, 1998; Nicol, 2002; Barker, 2003).

5.3.3. *Meloidogyne* spp.

El género *Meloidogyne* (Kofoid) dispone de un amplio rango de hospederos y es extremadamente patogénico para la mayoría de los cultivos hortícolas, pues existe una relación negativa entre los niveles poblacionales pre - plantación del fitonemátodo y el crecimiento y rendimiento del cultivo (Mora, 2004). Este género ataca más de 2 400 especies vegetales. Los daños que causa son fácilmente apreciables ya que todas sus especies se caracterizan por formar nódulos o agallas en las raíces (Mojtahedi *et al.*, 1993); síntoma visible que puede alcanzar algunos centímetros de diámetro, dependiendo entre otros factores, de la especie de planta atacada (figura 1).



Figura 1. Nemátodo *Meloidogyne* spp. y los nódulos que produce

Las distintas especies del género *Meloidogyne* constituyen un problema económico universal creciente (McSorley *et al.*, 1991). Dadas las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de este género, Cuba no se ha visto libre del ataque de sus numerosas especies, las cuales se informan en muchos cultivos de importancia económica tales como plantas medicinales, ornamentales, forestales, hortalizas y otros.

Según Netscher y Sikora (1990), citados por Ornat y Sorribas (2008), 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; 2006; Ornat y Sorribas, 2008).

En Cuba, Stefanova y Fernández (1995), reportan pérdidas por *Meloidogyne* spp. de 20 % en tomate y quimbombó y 17 % en berenjena. En casos de altas poblaciones, se han informado pérdidas en pepino relacionadas con *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, de más del 70 % (Gómez, 2007), de ahí la importancia de implementar medidas para el manejo de estos nemátodos en las áreas de producción de hortalizas.

El género *Meloidogyne*, 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” (Dalmaso *et al.*, 1992; citados por Gómez, 2007).

Este posee más de ochenta especies (Subbotin y Moens, 2006), de las cuales diez son importantes plagas. Destacándose *M. incognita*, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood, *M. hapla* (Chitwood), y la recientemente considerada plaga emergente, *M. mayaguensis* Rammah y Hirshmann (Rodríguez *et al.*, 2007).

En nuestro país, se ha informado la presencia de *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. mayaguensis*, y *M. grahami* Golden y Slana (Fernández *et al.*, 1998; Rodríguez, 2000). Sin embargo, la especie de mayor distribución es *M. incognita* (Gómez, 2007), la que afecta un gran número de plantas (Fernández *et al.*, 2001; Cuadra *et al.*, 2002; Gandarilla, 2005; Gómez, 2007), entre las que se encuentra el tomate.

5.3.3.1. Aspectos del ciclo de vida

El ciclo de vida de *Meloidogyne* spp comienza con el huevo; que tiene forma ovalada y eclosiona cuatro o cinco días después de haber sido ovipositado, si las condiciones le son favorables. El ciclo completo en las condiciones de Cuba dura aproximadamente entre 20 y 30 días (Jiménez *et al.*, 2000).

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-Díaz, 2000). Con relación a la cantidad de huevos producidos por cada hembra se plantea que el valor oscila desde 500 a 1500 huevos (Ornat y Sorribas, 2008).

La larva que se encuentra dentro del huevo está completamente desarrollada, excepto en sus órganos reproductores (Calderón *et al.*, 2001), pues para llegar a formarlos debe pasar varias mudas o estadios de desarrollo.

Dentro de los huevos se forma el primer estado larval y se produce la primera muda antes de eclosionar (Karssen y Moens, 2006). La producción de huevos es un proceso muy perjudicial para la planta infestada, pues su formación supone una gran demanda de agua, nutrientes y productos de la fotosíntesis por parte de las hembras de *Meloidogyne* spp. (Fenoll y Del Campo, 1998). Al eclosionar los huevos dan lugar al

segundo estadio larval. Estas larvas se introducen en las raíces de las plantas y se sitúan paralelas al cilindro central.

En las raíces, cuando alcanzan el cilindro vascular en desarrollo, reconocen una célula particular y se establecen, convirtiéndose dicha célula en la precursora del sitio de alimentación. En la inducción de estos sitios, están involucrados complejos mecanismos que son “iniciados” en presencia de las secreciones de los nemátodos. La formación de la célula gigante, como sitio de alimentación permanente, es el resultado de repetidas divisiones nucleares sin citokinesis, donde después de 24 h de la penetración del estilete del nemátodo se pueden observar dos núcleos y en las próximas 24 h más de 10, lo que resulta en una célula grande multinucleada (Abad *et al.*, 2003).

Al formarse estas células gigantes, se bloquean los vasos del xilema e inducen la multiplicación de células corticales, que aumentan en tamaño y número, produciéndose la agalla o nódulo en la raíz (Almeida-Engler *et al.*, 1999). El tamaño de la agalla está relacionado con la planta hospedante, el número de larvas que penetren y la especie de nemátodo (Karssen y Moens, 2006; Gómez, 2007).

Una vez fijados en el sitio de alimentación, las larvas pasan por una segunda, tercera y cuarta muda, hasta alcanzar su fase adulta y madurez sexual. Durante la última muda, las larvas que se convierten en machos cambian dramáticamente su forma y abandonan la raíz, pues no se alimentan. Por su parte, las hembras comienzan a engrosar su cuerpo y como consecuencia, provocan ruptura de los tejidos de la planta quedando conectadas a través de su estilete al sitio de alimentación. Las hembras se reproducen sexual o asexualmente (Karssen y Moens, 2006).

El daño típico de este fitonemátodo es producido cuando la larva comienza a alimentarse; en este momento, se alargan de dos a cinco células del tejido vascular alrededor de la cabeza y el núcleo del interior de estas células se puede dividir varias veces sin que haya división del citoplasma, produciendo células multinucleadas. Bajo la influencia continua de la alimentación del fitonemátodo, las paredes intercelulares de

las células alargadas y adyacentes se disuelven, combinándose con el protoplasma mientras incorporan las células adicionales de los alrededores para formar las llamadas células gigantes (Peet, 2005).

Las agallas formadas en la planta afectada consumen recursos energéticos del vegetal, limitan la absorción de agua y nutrientes del suelo y disminuyen la capacidad fotosintética de la misma (Verdejo *et al.*, 1994). Como consecuencia de esta alteración funcional, disminuyen el crecimiento y la producción del cultivo.

5.3.3.2. Condiciones ecológicas para su desarrollo.

Las condiciones ecológicas donde se desarrollan los fitonemátodos varían según la especie, considerándose la temperatura el factor de mayor influencia en la duración del ciclo de vida de *Meloidogyne* spp., estableciéndose que en ambientes tropicales el ciclo de vida es más corto y viceversa. Así, tenemos que cuando el proceso transcurre entre 28 °C y 30 °C, se completa en unos 21 días (Sánchez y Rodríguez, 1998). En tal sentido Peet, (2005), señala que la temperatura óptima para su reproducción es de 25 °C - 30 °C.

Otros factores que influyen sobre *Meloidogyne* spp., son la porosidad, oxigenación, porcentaje de arena, arcilla y el pH, demostrándose que las poblaciones de estos nemátodos se desarrollan mejor en los suelos arenosos que en los suelos arcillosos (Edongali y Ferris, 1982).

Por otra parte, los nemátodos son activos en suelos con niveles de humedad del 40 % - 60 % de la capacidad de campo. En suelos secos ocurre una drástica reducción del número de huevos y juveniles y en condiciones de excesiva humedad se reduce la eclosión de los huevos. (Van Gundy, 1985).

5.3.4. Métodos de control de los fitonemátodos

Meloidogyne spp., es considerado plaga en la producción de alimentos, debido a su alto potencial reproductivo, ciclos de vida cortos, capacidad de parasitar unas 2000

especies de plantas y los daños que provoca, actualmente constituye una importantísima plaga en las plantaciones en campo abierto y el factor limitante de la producción protegida de tomate en Cuba (Rodríguez *et al.*, 2006; Gómez, 2007; Muiño, 2008); 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 (Karssen y Moens, 2006).

Haciendo un análisis de los principales métodos empleados para el control de fitonemátodos, Fernández y Pérez (2004) resaltan un grupo de medidas muy utilizadas contra estas plagas; entre las que se encuentran desde el control químico hasta el biológico.

5.3.4.1. Control Químico.

Durante varios años, la aplicación de nematicidas químicos para disminuir los daños ocasionados por fitonemátodos fue una tendencia generalizada en muchos países (Márquez *et al.*, 2003).

A partir de la Segunda Guerra Mundial, se produce un crecimiento vertiginoso de la industria de 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 (Vázquez, 2005). En tal sentido Rodríguez *et al.*, (2005), destacan el desbalance que ejercen estos productos químicos sobre las diferentes especies beneficiosas, siendo notablemente perjudiciales para la eficacia de los enemigos naturales de las plagas.

Las transnacionales de agrotóxicos enarbolan su filosofía del uso “seguro” y “eficaz” de productos fitosanitarios, en la que el control químico como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP), es la principal herramienta para el control de plagas, tal y como se puede distinguir 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).

Este método es indudablemente eficaz para el control de diferentes especies de nemátodos fitoparásitos, resultando uno de los productos más populares el Bromuro de Metilo. Sin embargo, su empleo ha sido restringido y en muchos países prohibido, por los efectos nocivos al ambiente y la salud humana y por el deterioro que provoca a la capa de Ozono (Thomas, 1993). Otro producto utilizado en la actualidad es el agrocelone también muy efectivo pero al igual que el bromuro es extremadamente tóxico clasificado en el registro de plaguicidas dentro de los A1

En tal sentido Rodríguez *et al.*, (2007); Vázquez y Fernández (2007) coinciden al expresar que los impactos negativos provocados al hombre y su entorno por el empleo de los nematicidas, ha motivado en los últimos años, la búsqueda de alternativas de manejo para los nemátodos, basadas en prácticas mas amigables con el agroecosistema. De igual forma Akhtar y Mahmood (2004); plantean la necesidad de disminuir las contaminaciones causadas por los productos químicos y los desbalances ecológicos que afectan el equilibrio natural del ecosistema agrario.

Boshi *et al*, 1996, citados por Bernal *et al*, (2001), señala que aún cuando las aplicaciones de productos químicos siguen teniendo importancia para el control de plagas bajo condiciones de cultivo protegido o invernadero, comienza a disponerse ya de productos ecológicos y de alternativas de control biológico, que si bien no reemplazan a los plaguicidas, sí contribuyen a la reducción en su uso.

5.3.4.2. Control Físico

Consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, radiación solar, en rangos que resulten letales para los nemátodos. El fundamento del método es que estos organismos sólo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de intensidad de los factores físicos ambientales; pues más allá de límites mínimos y máximos, las condiciones resultan letales. El uso del vapor, solarización y la inundación, ha reportado resultados variables en el manejo de nemátodos, los que de manera general, bien aplicados resultan efectivos (Bello, *et al* 2001; Tayeta, 2001; Fernández *et al.*, 2004; Urbano; 2004).

5.3.4.3. Control Cultural

La mayoría de las prácticas o labores de cultivo tienen un impacto directo o indirecto sobre la incidencia y severidad de las enfermedades ocasionadas por organismos del suelo (Widmer *et al.*, 2002). Entre las principales prácticas culturales para el manejo de nemátodos se encuentran el barbecho, la rotación de cultivos, uso de cultivos trampas, cultivos de cobertura, enmiendas orgánicas, biofumigación y el uso de cultivares resistentes (Díaz-Viruliche, 2000; Cordero y Acevedo, 2000; Ploeg, 2002; Wang *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2003; Cuadra *et al.*, 2005; Díaz-Viruliche *et al.*, 2004; Gómez y Rodríguez, 2005; Matthiessen y Kirkegaard, 2006; Rodríguez *et al.*, 2006; Gómez, 2007; Ornat y Sorribas, 2008; Ploeg, 2008).

Una de las prácticas más antiguas utilizadas en la lucha contra los fitonemátodos ha sido la rotación de cultivos susceptibles con otros resistentes o inmunes, por medio de la cual se logra una disminución de la población hasta un nivel que permita establecer nuevamente el cultivo susceptible sin graves perjuicios. Para establecer una adecuada rotación, es necesario conocer los hospederos de las poblaciones de *Meloidogyne* spp, existentes así como las plantas no hospederas y el período que debe ser mantenido el cultivo de las mismas para lograr una disminución satisfactoria de las poblaciones (Roman 1978, citado por Fernández y Pérez, 2004).

En la lucha contra los nemátodos fitoparásitos es necesario tener en cuenta la eliminación de las plantas indeseables que resultan hospedantes de estos organismos (Viaene y Abawi, 1995), pues no sería efectivo el control de los fitonemátodos en el suelo por diferentes medios, si no se eliminan estas plantas que pueden servirles de alimento y les dan la posibilidad de multiplicarse.

Frecuentemente, el uso de variedades resistentes y tolerantes es el método económico y práctico en países subdesarrollados para la lucha contra los fitonemátodos (Taylor, 1967; citado por Fernández y Pérez, 2004). En muchos cultivos a través del cruzamiento y la selección se han obtenido variedades con diferentes grados de resistencia a una o más especies del género *Meloidogyne*.

La preparación de suelo mediante pase de arado y grada influye en la población de nemátodos fitopatógenos del suelo, pues disminuye la humedad 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.

La actividad nematicida del Nim (*Azadirachta indica*, Juss) fue estudiada por Shah y Pillai (1973), Ket Kor (1976), citados por Larramendy (2003), quienes reportaron que las agallas o nódulos en las raíces de quimbombó (*Hibiscus esculentus* L) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Willd) causada por *Meloidogyne javanica* (Treub Chitwood) pueden controlarse con gran efectividad utilizando pasta de Nim (*Azadirachta indica*, Juss) en agua al 2 %.

5.3.4.4. Control Biológico

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, 2004).

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 Manejo Integrado de Plagas, en el cual se usan biopreparados que estén al alcance de los productores, en dosis adecuadas (Estrada y López, 2004).

La utilización de organismos benéficos dentro de programas de manejo integrado plagas, constituye una excelente herramienta en el enfrentamiento con las poblaciones de nemátodos sino se dejan solos (Rodríguez *et al.*, 2006), al respecto Hidalgo - Díaz y Ferry (2008), afirman que ningún organismo u agente de control biológico proveen adecuado control cuando son aplicados solos.

Según Bilgrami (2008), el control biológico puede ser definido como la acción de parásitos, predadores y patógenos en el mantenimiento de las densidades poblacionales de otros organismos, a niveles más bajos que las que presentan dichos organismos en ausencia de estos biorreguladores.

Para el manejo de nemátodos fitoparásitos, entre los grupos microbianos con mayores potencialidades se encuentran las bacterias y los hongos (Kerry y Jaffee, 1997).

Dentro de las bacterias, la especie *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre y Starr, parásito obligado de nemátodos formadores de agallas y otros géneros de nemátodos, ha sido muy estudiada y utilizada (Gowen *et al.*, 2008).

Elekcioglu (1995), encontró 14 especies de nemátodos fitoparásitos infectados por el grupo de la bacteria *Pasteuria penetrans*.

De igual modo, se conocen especies del género *Bacillus* que han sido señaladas como organismos potenciales para el manejo de nemátodos (Lacayo, 2004). Sus toxinas afectan la morfología de los huevos y/o juveniles de nemátodos, y algunos aislamientos tienen la capacidad de colonizar y destruir huevos de *Meloidogyne* spp. (Gullino y Benuzzi, 2003).

León (2005); obtuvo más de un 50% en la reducción de los niveles de eclosión de *M. incognita* al aplicar *B. thuringiensis* a una dosis a 30 litros/ha.

Márquez *et al.*, (2003 y 2004) recomiendan realizar las aplicaciones de *B. thuringiensis* una semana previo al establecimiento del cultivo. Los efectos son causados por toxinas y no por la ingestión de los cristales como sucede en los insectos, ya que por el estilete de los nemátodos es imposible su entrada.

El HeberNem®, producto que en la actualidad se utiliza en el manejo de *Meloidogyne* spp., en casas de cultivo protegidos, contiene la bacteria *Tsukamurella paurometabola*

(Steinhaus) cepa C924, la que ha demostrado ser efectiva también en el manejo de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne y *Pratylenchus* spp., estando su modo de acción centrado en la liberación de sulfuro de hidrógeno y quitinasas (Mena *et al.*, 2004; Mena, 2005).

Por otra parte, según Edwards y Walker (2007); especies del genero *Trichoderma* tienen singular importancia, como antagonico de patógenos del suelo, por su elevado grado de adaptabilidad ecológica que lo hace común en suelos de todo el mundo. En Cuba se utiliza para el manejo de nemátodos, debido a su versatilidad y fácil manipulación (Fernández-Larrea, 2001) y, sobre todo, a su disponibilidad, lo que ha posibilitado su empleo con éxito, junto a otras tácticas en el manejo de nemátodos, en cultivos hortícolas en sistemas de Agricultura Urbana y Cultivos Protegidos (Méndez y Polanco, 2000; Menge, 2003; Fernández *et al.*, 2004; Pérez *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2005; 2006).

Para el caso del manejo de infestaciones de nemátodos en los canteros de los organopónicos o huertos se puede utilizar *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 y Walker, 2007).

Trabajos realizados por Pérez *et al.*, (1997), señalan que *Trichoderma harzianum* Rifai 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.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización y características climáticas de la zona donde se desarrollaron los experimentos.

Los experimentos se desarrollaron en áreas de la Granja Urbana del municipio de Jagüey Grande, provincia Matanzas, región situada entre los 22° 30' y 22° 50' de latitud norte y los 81° 35' y 81° 51' de latitud oeste, a una altitud entre los tres y 25 m.s.n.m. El clima de esta zona se caracteriza, por una temperatura media anual de 24 °C, con temperaturas inferiores de 14,4 °C y superiores de 33,4 °C. La precipitación media anual es de 1494.2 mm y una humedad relativa media anual superior al 80 % (Aranguren, 2009).

6.2. Material de siembra utilizado

El material de siembra utilizado para determinar el comportamiento agroproductivo de los cultivos objeto de estudio fue semilla botánica, suministradas por la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Varias Matanzas, con un 95 % de germinación y un 99 % de pureza física.

6.3. Caracterización química del sustrato organopónico.

La caracterización química del sustrato del organopónico se presenta en la tabla 3 para lo cual se tomaron muestras en cinco puntos de cada cantero a 10 cm de profundidad y se enviaron al Laboratorio de la Estación Experimental de la Caña de Azúcar “José Antonio Mesa” del municipio Jovellanos, provincia de Matanzas, donde se le realizaron las siguientes determinaciones:

1. pH en H₂O: Relación suelo solución de 1: 2,5.
2. P y K asimilables. Se empleo el Método de Oniani, relación suelo solución de 1:25 y extractante: H₂SO₄ 0,1 N, con un tiempo de agitación de 3 minutos, el P fue determinado por colorimetría empleando el ácido abscórbico como reductor y el K fue determinado por fotometría de llama directamente del extracto.
3. Materia orgánica por el método de Walkley – Black (combustión húmeda).

Tabla 3. Resultados analíticos del sustrato en los canteros.

Canteros	pH	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	M.O. %
1	7.39	99,8	15,71	6,37
2	7.44	99,9	18,80	6,13
3	7.63	99,9	14,35	6,25
4	7.48	99,9	11,60	6,42

Los resultados analíticos de algunos indicadores de las muestras del sustrato de los canteros organopónicos, muestran en general que existe una relativa homogeneidad en las características de los mismos, sin discordantes variaciones entre los canteros. El pH se presenta ligeramente alcalino, apreciándose niveles muy altos de fósforo y medios de potasio asimilables, con un contenido alto de materia orgánica para suelos minerales, pero inferior a los niveles que debe poseer el sustrato de organopónico.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se montaron dos experimentos, uno en el cultivo del tomate y otro en el cultivo del pepino en condiciones de organopónico.

6.4. Experimento I. Cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill).

Se desarrolló en el organopónico "4 de Abril", en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), variedad Vyta, la cual se caracteriza por ser resistente al virus del encrespamiento amarillo de las hojas de tomate (TYLCV) y a los hongos *Fusarium oxysporum* y *Stemphylium* spp, que causan daños económicos de importancia en este cultivo. Se adapta a periodos climáticos extremos y sus frutos son de color rojo brillante, de agradable sabor y presentan un grueso pericarpio que hace prolongar su postcosecha. Ofrece rendimientos de 3 - 3.5 kg/m² en condiciones de organopónico y huertos intensivos (Rodríguez *et al.*, 2007).

El trasplante de la postura se realizó el 12 de enero del 2010 y el manejo agrotécnico se realizó según las normas establecidas por el (GNAU, 2007).

6.4.1. Tratamientos a evaluar

Para la evaluación de la efectividad biológica en la reducción de la infestación del *M. incognita* en canteros organopónicos se emplearon los siguientes tratamientos:

- 1) Testigo
- 2) *Trichoderma viride* cepa Ts - 3, se aplicó a 10 kg/ha con una concentración de $5,6 \times 10^8$ (esporas/mL)
- 3) *Trichoderma viride* cepa Ts - 3, se aplicó a 20 kg/ha con una concentración de $5,6 \times 10^8$ (esporas/mL)
- 4) *Trichoderma harzianum* cepa A -34, se aplicó a 10 kg/ha con una concentración de $2,1 \times 10^9$ (esporas/mL)
- 5) *Trichoderma harzianum* cepa A -34, se aplicó a 20 kg/ha con una concentración de $2,1 \times 10^9$ (esporas/mL)

La primera aplicación se realizó previa al establecimiento del cultivo y posteriormente se efectuaron otras dos aplicaciones con una frecuencia de 20 días.

6.5. Experimento II. Cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.)

Se realizó en el organopónico "4 de Abril", en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.), variedad Tropical SS – 5 (Figura 2), la cual se caracteriza por presentar un fruto erecto, simétrico, alargado, de 24 cm a 30 cm de longitud, con un diámetro entre 5 cm y 6 cm, de color verde oscuro, buen sabor, presencia y calidad. Follaje abundante y buena estabilidad ante las variaciones climáticas. Presenta alto grado de tolerancia al hongo *Pseudoperonospora cubensis*. Se puede sembrar todo el año, aunque su etapa óptima se encuentra entre febrero y marzo.



Figura 2. Variedad Tropical SS- 5

La siembra se efectuó el 22 de febrero del 2011 y el manejo agrotécnico en condiciones de organopónico se efectuó teniendo en cuenta las recomendaciones del GNAU (2007) para este cultivo.

6.5.1. Tratamientos estudiados.

Para evaluar la efectividad biológica en la reducción de la infestación del *M. incognita* en el cultivo del pepino se estudiaron los siguientes tratamientos:

- 1) Testigo
- 2) *Bacillus thuringiensis* cepa LBT 3.
- 3) *Bacillus thuringiensis* cepa LBT 13.
- 4) *Bacillus thuringiensis* cepa LBT 24.
- 5) *Bacillus thuringiensis* cepa LBT 26.

Se realizaron tres aplicaciones a una dosis de 30 L/ha con una concentración de 10^8 esporas/mL, la primera previa al establecimiento del cultivo y posteriormente se efectuaron otras dos aplicaciones con una frecuencia de 25 días.

6.6 Evaluaciones realizadas.

En ambos experimentos se realizaron las siguientes evaluaciones:

➤ Infestación inicial

El nivel de infestación inicial en el sistema radical se determinó en 10 plantas de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) utilizada como planta indicadora y seleccionadas al azar en cuatro canteros, según los criterios de Taylor y Sasser (1978), García y Fernández (1983) y García *et al.*, (1984). (Figura 3 y Tabla 4).

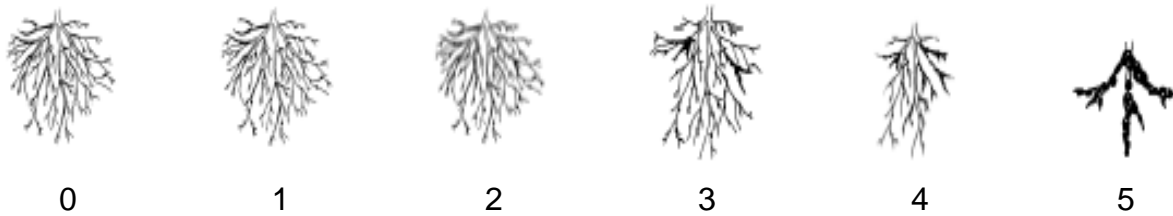


Figura 3. Escala visual para determinar índice de infestación por agallas de nemátodos

Tabla 4. Sistema de escala de daños

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 si) 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 funcionan normalmente.
3	Desde un 10 % de raigambre está altamente contaminada e incapacitada hasta un 25 % de la raigambre incapacitada para funcionar.
4	Desde un 26 % de la raigambre hasta el 50% de la raigambre contaminada de nódulo incapacitada para funcionar, la planta conserva su aspecto verde.
5	Desde el 50 % de la raigambre contaminada hasta la raigambre está completamente contaminada, quedando putrefacta una parte de ella, la planta muestra síntomas externos del daño.

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

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

Donde:

a = grado de infestación radical 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.

➤ **Identificación de la especie de *Meloidogyne* spp. presente en los canteros del organopónico**

Para la identificación de la especie de nemátodo presente, se tomaron muestras de las raíces afectadas en cada tratamiento, las cuales fueron colocadas en bolsas de nylon bien codificadas y trasladadas al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV), en Matanzas, para su identificación según los criterios de Esser *et. al.*, (1981).

➤ **Efectividad técnica de los tratamientos**

Al concluir el ciclo de cada uno de los cultivos estudiados, se determinó el índice de infestación al sistema radical de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela experimental, a través de la escala de daños según los criterios de Taylor y Sasser (1978), García y Fernández (1983) y García *et al.*, (1984).

Con los datos obtenidos se determinó la efectividad técnica de los tratamientos 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

➤ **Evaluación del rendimiento y sus componentes**

En los cultivos estudiados, se evaluó el rendimiento y sus componentes, para lo cual se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela experimental. Las evaluaciones por cultivo fueron las siguientes:

Tomate

1. Número de racimos por planta: Por conteo directo.
2. Número de frutos por racimo: Por conteo directo.
3. Diámetro ecuatorial: Se utilizó un pie de rey
4. Rendimiento (kg/m^2): Se registró la producción total obtenida mediante el pesaje en una balanza comercial de todos los frutos de cada parcela experimental, calculándose el rendimiento en kg/m^2

Pepino

1. Longitud del fruto (cm): Se empleó una regla graduada
2. Diámetro de fruto (cm): Se utilizó un pie de rey
3. Peso promedio (kg): Se empleó una balanza comercial
4. Rendimiento (kg/m^2): Se determinó la producción total mediante el pesaje de todos los frutos en una balanza comercial, calculándose el rendimiento en kg/m^2

6.7. Diseño experimental.

Para el montaje de los experimentos se utilizaron cuatro canteros de 20 m^2 , donde se identificaron cinco parcelas experimentales de $3,20 \text{ m}^2$ separadas por una barrera de 1m. El diseño experimental utilizado fue un Bloque al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

6.8. Métodos estadísticos utilizados en el procesamiento de los resultados.

Los valores en % fueron transformados previamente según $\sqrt{x + 1}$, siendo los resultados obtenidos en ambos experimentos procesados estadísticamente mediante un análisis de varianza doble, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p < 0,05$ y $0,01$ utilizando el paquete profesional estadístico STATISTIC, versión 6.0 para WINDOWS.

6.9. Determinación de la factibilidad económica.

Para evaluar económicamente los resultados obtenidos en nuestro trabajo se procedió acorde a la metodología de Recompenza y Angarica (2003), para lo cual se determinó, la factibilidad económica de la aplicación de productos biológicos en el manejo del *Meloidogyne* spp en condiciones de organopónico en los cultivos de tomate y pepino, los indicadores fueron expresados en moneda nacional.

Se partió de los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, asumiendo un área de 12,80 m² (3,20 m² de área de parcela por el número de veces que se replicó cada tratamiento), calculándose la producción en kg a través de la siguiente expresión:

$$\text{Producción (kg)} = \text{Rendimiento (kg/m}^2\text{)} \times \text{Area (m}^2\text{)}.$$

Se determinaron los ingresos, considerando toda la producción como mercantil, a partir del precio de venta establecido para cada uno de los cultivos evaluados:

1 Tomate.....\$ 4.34 kg

2 Pepino.....\$ 3.13 Kg

Utilizándose la siguiente expresión:

$$\text{Ingreso (\$)} = \text{Producción (kg)} \times \text{Precio de venta (\$/kg)}.$$

Se calcularon los gastos tanto directos e indirectos según los recursos utilizados en cada una de las labores agrotécnicas ejecutadas en los cultivos (preparación del cantero, siembra, control de malezas, riego, cosecha), las cuales se correspondieron con las indicadas por GNAU (2007), modificadas en correspondencia con las posibilidades del organopónico y desarrollo de los cultivos, determinándose a su vez en cada labor los gastos en insumos (semillas, materia orgánica, combustibles, lubricantes, energía) y gastos de fuerza de trabajo.

Para el cálculo de los gastos de aplicación de los productos biológicos, se tuvo en cuenta tanto los gastos de aplicación de los mismos como el gasto de los productos utilizados, según los precios siguientes:

1 *Trichoderma* spp\$ 8.95 kg

2 *Bacillus thuringiensis*.....\$ 3.00 L

Una vez calculado los ingresos y los gastos productivos, se determinó la eficiencia utilizando el indicador de ganancia, que según Recompenza y Angarica (2003) es la diferencia existente entre los ingresos percibidos en el ámbito de la entidad por la realización de su producción (ventas) y el costo de los mismos.

Los resultados obtenidos en los diferentes indicadores económicos en moneda nacional fueron comparados, determinándose los mejores tratamientos sobre la base de la ganancia obtenida por la aplicación de productos biológicos en el manejo de *Meloidogyne* spp. en condiciones de organopónico.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Experimento I. Cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill).

➤ Infestación inicial

El grado de infestación inicial presentado por el nematodo *M. incognita* osciló entre 3,6 y 4,7; es decir de medio a alto.

➤ Identificación de la especie de *Meloidogyne* spp. presente en los canteros del organopónico

La identificación de la especie en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Matanzas, indica que la misma corresponde a *Meloidogyne incognita*, coincide con Fernández *et al*, (1996) y Rodríguez y Cardoso (1996), quienes afirman que es la especie predominante en la Agricultura Urbana de la provincia. La imagen obtenida (figura 4), demuestra la magnitud de los daños ocasionados por este fitonemátodo en el sistema radical de plantas hortícolas la cual puede ser utilizada como base para capacitaciones técnicas a los productores de la Agricultura Urbana, ya que aun persiste desconocimiento sobre la presencia y los daños de esta especie en las unidades productivas de la provincia de Matanzas.



Figura 4: Daños ocasionados por *Meloidogyne incognita*.

➤ **Índice de infestación de *M. incognita*.**

En la tabla 5, se presenta el índice de infestación de *M. incognita*, observándose que el Tratamiento 3 (*Trichoderma viride* cepa Ts - 3, a 20 kg/ha con una concentración de $5,6 \times 10^8$ esporas/mL) presentó el más bajo índice de infestación y difiere significativamente del resto de los tratamientos; las dos cepas a la dosis de 10 kg/ha y la A – 34 a 20 kg/ha no difieren significativamente entre ellas, pero si del testigo, observándose una tendencia a la disminución del índice de infestación, lo cual puede ser producto a la capacidad agresiva de la cepa, que permitió una mayor penetración de las hifas con una respuesta superior de parasitismo al nemátodo, influyendo en la disminución del índice de infestación, provocando un mayor número de raíces funcionales, incrementos en la absorción, traslocación de los nutrientes y un superior crecimiento vegetativo.

Tabla 5. Índice de infestación de *M. incognita* sobre el cultivo del tomate.

Tratamientos		Índice de infestación
T1	Testigo	2,44 ^c
T2	Tv Ts – 3 10 kg/ha	1,61 ^b
T3	Tv Ts – 3 20 kg/ha	1,35 ^a
T4	Th A – 34 10 kg/ha	1,73 ^b
T5	Th A – 34 20 kg/ha	1,57 ^b
Ex		0,46

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0.005$.

➤ **Efectividad técnica de los tratamientos**

La mayor efectividad técnica (observar tabla 6), se obtiene con el tratamiento 3 el cual difiere del resto de los tratamientos coincidiendo con los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.*, (2006) y Vargas (2008) al utilizar *T. harzianum* y *T. viride* para el manejo de *M. incognita*. En tal sentido Montiel *et al.*, (1997), 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, al respecto Pérez *et al.*, (1997), plantean que *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.

Tabla 6. Efectividad técnica de los tratamientos.

Tratamientos		Efectividad técnica (%)
T1	Testigo	-
T2	Tv Ts – 3 10 kg/ha	28,35 ^b
T3	Tv Ts – 3 20 kg/ha	42,58 ^a
T4	Th A – 34 10 kg/ha	21,18 ^b
T5	Th A – 34 20 kg/ha	30,26 ^b
Ex		8,89

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0.005$.

➤ Evaluación del rendimiento y sus componentes

Al analizar el rendimiento y sus componentes, se observa en la tabla 7, que el tratamiento 3 y 5 muestran los mejores resultados en cada una de las variables del rendimiento evaluadas y difieren significativamente del testigo. Es de destacar que el rendimiento aumenta en la medida que la efectividad técnica de los tratamientos también se incrementa o lo que es lo mismo, los más altos rendimientos se alcanzan en la medida que las afectaciones por nemátodos son menores, lo cual consideramos que se deba al daño que estos provocan en la planta al disminuir el número de raíces activas, incapacitándolas para la absorción de nutrientes, retardando el crecimiento de la planta en general, coincidiendo con 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, reportándose pérdidas de 20 % en tomate y quimbombó (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) y 17 % en berenjena (*Solanun melongena* L.) por Stefanova y Fernández (1995). Por otra parte los resultados alcanzados coinciden con Del Busto *et al.*, (2005) y Pérez (2006), quiénes

obtuvieron incrementos sostenidos en los rendimientos de las plantaciones empleando *T. harzianum* y *T. viride* en el manejo de este nemátodo y Sánchez *et al.*, (2004) al exponer que la utilización de *T. harzianum* como bionemática produce incrementos en cuanto al número, diámetro y peso de los frutos.

Tabla 7. Rendimiento y sus componentes en el cultivo del tomate.

Tratamientos	Número de racimos por planta	Número de frutos por racimo	Diámetro ecuatorial (cm)	Rendimiento (kg/m ²)
T1	4,61 ^d	4,97 ^d	4,35 ^d	2,7 ^d
T2	5,28 ^c	5,62 ^c	4,53 ^c	4,0 ^b
T3	6,53 ^a	6,34 ^{ab}	4,94 ^a	5,1 ^a
T4	5,11 ^{cd}	5,92 ^{bc}	4,63 ^{bc}	3,4 ^c
T5	5,81 ^b	6,58 ^a	4,75 ^{ab}	4,7 ^a
Ex	0,82	0,57	0,24	1,01

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0.005$.

➤ **Determinación de la factibilidad económica.**

El análisis económico de los resultados en el cultivo del tomate se observa en la tabla 8, donde todos los tratamientos estudiados manifestaron factibilidad económica, los mejores resultados en los indicadores económicos evaluados lo muestra el tratamiento 3 (*Trichoderma viride* cepa Ts - 3, a 20 kg/ha con una concentración de $5,6 \times 10^8$ esporas/mL) con \$ 153,54 de ganancia y un rendimiento de 5,1 kg/m². El testigo a pesar de presentar los menores gastos, muestra también la menor ganancia dado por los bajos rendimientos en Kg/m².

Tabla 8. Valoración económica de los resultados obtenidos en el cultivo del tomate.

	Indicadores económicos.				
	Rendimiento (Kg/m²)	Producción (kg)	Ingreso (\$)	Gastos (\$)	Ganancia (\$)
1	2,7	34,56	149,99	126,95	23,04
2	4,0	51,20	222,20	129,55	92,65
3	5,1	65,28	283,31	129,77	153,54
4	3,4	43,52	188,87	129,55	59,32
5	4,7	60,16	261,09	129,77	131,32

Bajo nuestras condiciones de estudio, los resultados económicos alcanzados resultan satisfactorios, debido fundamentalmente a los ingresos obtenidos por el precio de venta del tomate y el relativo bajo costo de aplicación que posee el producto biológico estudiado (*Trichoderma* spp); lo que demuestra la sostenibilidad de este en el manejo del *Meloidogyne* sp. en condiciones de organopónico.

7.2. Experimento II. Cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.)

➤ Infestación inicial

El grado de infestación inicial presentado por el nemátodo *M. incognita* fluctuó entre 3,1 y 4,3; clasificándose de medio a alto.

➤ Identificación de la especie de *Meloidogyne* spp. presente en los canteros del organopónico

La identificación de la especie en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Matanzas, revela que la misma corresponde a *Meloidogyne incognita*, coincidiendo con Fernández, *et al.*, (1996) y Rodríguez y Cardoso (1996), quienes aseveran que esta especie es predominante en organopónicos y huertos intensivos de la provincia.

➤ **Índice de infestación de *M. incognita*.**

El índice de infestación de *M. incognita* se presenta en la tabla 9, observándose que el tratamiento 4 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 24) con 1,28 presenta el más bajo índice de infestación y difiere significativamente del resto de los tratamientos estudiados; el tratamiento 5 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 26) y el tratamiento 1 (testigo) muestran los más altos índices de infestación con 1,86 y 2,32 respectivamente. En sentido general se aprecia una disminución del índice de infestación con la aplicación de las diferentes cepas de *Bacillus thuringiensis*, confirmando lo planteado por Lacayo (2004), de que es posible su utilización para el control de nemátodos, corroborando a su vez lo expuesto por Márquez *et al.*, (2004) quienes afirmaron que existen cepas de *Bacillus thuringiensis* capaces de reducir los niveles de infestación ocasionados por los nemátodos de agallas.

Tabla 9. Índice de infestación de *M. incognita* sobre el cultivo del pepino.

Tratamientos		Índice de infestación
T1	Testigo	2,32 ^d
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 3	1,55 ^b
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 13	1,47 ^b
T4	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 24	1,28 ^a
T5	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 26	1,86 ^c
Ex		0,45

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0.005$.

➤ **Efectividad técnica de los tratamientos**

La efectividad técnica muestra diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Tabla 10); el tratamiento 4 presenta la mayor efectividad con 57,11 %, el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos, las cepas LBT 3 y LBT 13 de *Bacillus thuringiensis* no difieren significativamente entre ellas, pero si del tratamiento 5 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 26) que a su vez presenta la mas baja efectividad técnica con un 31,74 %, estos resultados reflejan en cierta medida la efectividad del *B. thuringiensis* para el control de *M. incognita*, coincidiendo con Mena *et al.*, (2005) quienes señalaron

la efectividad del *B. thuringiensis* en el manejo de *M. incognita*, en tal sentido Charma (1995), citado por Mena *et al.*, (1997) obtuvo resultados positivos en pequeños experimentos en macetas que demuestran el control de *B. thuringiensis* var *Israeliense* ante *M. incognita*.

Tabla 10. Efectividad técnica de los tratamientos.

Tratamientos		Efectividad técnica (%)
T1	Testigo	-
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 3	44,59 ^b
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 13	48,45 ^b
T4	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 24	57,11 ^a
T5	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT 26	31,74 ^c
Ex		10,54

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0.005$.

➤ Evaluación del rendimiento y sus componentes

En las variables del rendimiento (tabla 11), la longitud del fruto en cm, presenta diferencia significativa entre tratamientos, observándose que los mayores resultados se obtuvieron con la cepa LBT 24 de *Bacillus thuringiensis* con 25,9 cm, la cual no difiere significativamente de la cepa LBT 13, pero si del resto de los tratamientos.

El diámetro promedio no muestra diferencia significativa entre los tratamientos 3 y 4, los que a su vez poseen los mayores diámetros con 7,1 cm y 7,0 cm respectivamente, pero si difieren del resto de los tratamientos.

La cepa LBT 24 de *Bacillus thuringiensis* condicionó el mayor peso promedio del fruto del pepino (0,18 kg), lo cual no difiere de la cepa LBT 13 y si del resto de los tratamientos, a su vez la cepa LBT 13 no difiere de la LBT 3 y LBT 26, pero si del testigo el cual manifestó el menor peso promedio con 0,12 kg.

Tabla 11. Rendimiento y sus componentes en el cultivo del pepino.

Tratamientos	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Peso Promedio (kg)	Rendimiento kg/m ²
T1	20,1 ^d	5,1 ^c	0,12 ^c	2,55 ^d
T2	23,0 ^{bc}	6,3 ^b	0,15 ^b	3,09 ^b
T3	24,4 ^{ab}	7,1 ^a	0,17 ^{ab}	3,26 ^a
T4	25,9 ^a	7,0 ^a	0,18 ^a	3,36 ^a
T5	22,3 ^c	6,2 ^b	0,15 ^b	2,90 ^c
Ex	2,46	0,92	0,02	0,36

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0.005$.

El rendimiento en kg/m² muestra diferencias significativas entre tratamientos, obteniéndose los mayores valores con el tratamiento 4 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 24) con 3,36 kg/m², el cual no difiere significativamente del tratamiento 3 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 13) pero si del resto de los tratamientos, observándose una tendencia al incremento del rendimiento cuando se aplicaron las diferentes cepas de *Bacillus thuringiensis*, el testigo mostró los mas bajos rendimientos con 2,55 kg/m². Este incremento en el rendimiento se puede relacionar fundamentalmente al desarrollo del fruto, manifestado en la longitud, diámetro y peso promedio, indicadores productivos favorecidos por la baja incidencia de nemátodos.

La cepa LBT 24 de *Bacillus thuringiensis*, mostró discreta superioridad en el rendimiento y sus componentes, coincidiendo con Márquez *et al.*, (2004) quienes al estudiar las posibilidades de las diferentes cepas de *Bacillus* para el control de *M. incognita* obtuvieron resultados promisorios en varias de ellas, destacando la cepa 24 como una de las más efectivas, recomendando realizar las aplicaciones una semana previo al establecimiento del cultivo, pues los efectos son causados por toxinas y no por la ingestión de los cristales como sucede en los insectos, ya que por el estilete de los nemátodos es imposible su entrada, haciéndose necesario de esta forma que la sustancia que se aplique haga su efecto principalmente, sobre los estadios libres en el suelo o que se muevan de una raíz a otra en búsqueda de nuevos sitios de alimentación. Respecto al efecto del *B. thuringiensis* en el manejo de nemátodo *M.*

incognita León, (2005); en investigación realizada, obtuvo más de un 50 % en la reducción de los niveles de eclosión de *M. incognita* al aplicar *B. thuringiensis* a una dosis a 30 litros/ha.

➤ **Determinación de la factibilidad económica.**

El análisis económico de los resultados en el cultivo del pepino se presenta en la tabla 12, donde las diferentes cepas de *Bacillus thuringiensis* estudiadas mostraron resultados económicos favorables avalado por la obtención de ganancia y donde los tratamientos 3 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 13) y 4 (*Bacillus thuringiensis* cepa LBT 24) manifestaron los mejores resultados en los indicadores económicos evaluados con una ganancia de \$ 15,55 y \$ 19,53 respectivamente. El testigo a pesar de presentar los menores gastos por la no aplicación de *Bacillus thuringiensis*, muestra un saldo negativo de \$ 10,49 dado por los bajos rendimientos en Kg/m².

Tabla 12. Valoración económica de los resultados obtenidos en el cultivo del pepino.

	Indicadores económicos.				
	Rendimiento (Kg/m²)	Producción (kg)	Ingreso (\$)	Gastos (\$)	Ganancia (\$)
1	2,55	32,64	102,16	112,65	- 10,49
2	3,09	39,55	123,79	115,06	8,73
3	3,26	41,73	130,61	115,06	15,55
4	3,36	43,00	134,59	115,06	19,53
5	2,90	37,12	116,19	115,06	1,13

Los resultados de estos experimentos demuestran que cuando se utilizan productos biológicos, *Trichoderma* spp. y *Bacillus thuringiensis* en el manejo del *Meloidogyne* spp en condiciones de organopónico, se obtienen resultados satisfactorios en la reducción de los niveles de infestación de nemátodos, sin ocasionar afectaciones al medio ambiente, alcanzando a su vez una repercusión social positiva, al reducir las pérdidas producidas por estos e incrementarse los volúmenes de producción de estos cultivos hortícolas contribuyendo a satisfacer la demanda siempre creciente de la población.

8. CONCLUSIONES.

1. *Trichoderma viride* (cepa Ts – 3) a 20 kg/ha, manifestó la mayor efectividad técnica con un 42,58 % en el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo del tomate.

2. El empleo de *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT 24) a 30 L/ha, mostró la mayor efectividad técnica con 57,11 % en el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo del pepino.

3. El uso de *Trichoderma viride* (cepa Ts – 3) a 20 kg/ha y *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT 24) a 30 L/ha, propició los mayores rendimientos con 5,1 Kg/m² y 3,36 Kg/m² en el cultivo del tomate y del pepino respectivamente, en condiciones de organopónico.

4. La aplicación de los productos biológicos (*Trichoderma* spp y *Bacillus thuringiensis*) para el manejo de *Meloidogyne incognita*, en los cultivos estudiados, mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia.

9. RECOMENDACIONES

1. Introducir la aplicación de productos biológicos (*Trichoderma* spp y *Bacillus thuringiensis*) para el manejo de *Meloidogyne incognita*, en las áreas de organopónicos pertenecientes a la Granja Urbana del municipio de Jagüey Grande.
2. Continuar el estudio de la aplicación de productos biológicos para el manejo de *Meloidogyne incognita* en otras especies hortícolas y modalidades productivas de la Agricultura Urbana.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Abad, P.; Favery, B.; Rosso, M. and Castagnone-Sereno, P. 2003. Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology* 4(4): 217-224.
2. Agrobit. Guía técnica del cultivo del tomate. [en línea] 2003. Disponible en: <<http://www.agrobit.com.ar/info-tecnica/Alternativos/horticultura/AL000014ho.htm> [Consulta: marzo 22 2011].
3. 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. *Nematrópica* 24 (2): 169 – 173.
4. Almeida-Engler, J.; De Vleeschauwer, V.; Burssens, S.; Celenza, J.; Inzé, D.; Van Montagu, M.; Engler, G. and Gheysen, G. 1999. “Molecular Markers and Cell Cycle Inhibitors Show the Importance of Cell Cycle Progression in Nematode-Induced Galls and Syncytia“. *The Plant Cell* 11: 793–807.
5. Anónimo. El Cultivo del Pepino. [en línea] 2005. Disponible en: <<http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.asp>; [Consulta: mayo 17 2011]
6. Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. 120 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
7. Barker, K. R. 2003. “Perspectives on Plant and Soil Nematology“. *Annu. Phytopathol* 41:1-25.

8. Bello, A.; López-Pérez, J. A.; Díaz-Viruliche, Luisa and Tello, J. 2001. Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. En: Global Report on Validated Alternatives to the Use of Methyl Bromide for Soil Fumigation (Labrada, R. y Fornasari, L. *Eds*). FAO-UNEP. Chapter III: 31-42.
9. Bernal Blanca; 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.
10. Bilgrami, A. L. 2008. Biological control potentials of predatory nematodes. En Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes. A. Ciancio y K. G. Mukerji (eds.). Springer. p. 3 -28
11. Braga, R.; Labrada, R.; Fornasari, L. y Fratini, N. 2003. Manual para la Capacitación de Trabajadores de Extensión y Agricultores - Alternativas al Bromuro de Metilo para la Fumigación de los Suelos. Unidad de Acción para el Ozono y la Energía, PNUMA-FAO, Roma, Italia. 74 p.
12. 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, E.U. p. 7- 48.
13. Castellanos, J. Z. y Muñoz, R. 2003. La industria de la horticultura protegida en México. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. INCAPA. México. p. 1-17.
14. Causse, M.; Lecmte, L.; Baffert, N. Ouffe, P. y Hospital, F. 2000. Marker – Assisted Selection for the transfer of QTLs controlling fruit quality traits into tomato Elite lines. ISHS. Acta Horticulturae 546: International Symposium on Molecular Markers for characterizing genotypes and Identifying Cultivars in

Horticulture.

15. Cordero M. y Acevedo R. 2000. Evaluación de la capacidad de parasitismo en hongos asociados con el nematodo quiste de la papa, *Globodera* sp. *Fitopatol. Venez.* 13:29-33.
16. Costa T.; Greco N.; Suárez A. y Rivas D. 2000. Patogenicidad del nemátodo agallador, *Meloidogyne incognita* en *Vigna unguiculata*. *Nematropica.* 28:99-103.
17. Crozzoli, R. 2000. Identificación de especies de la familia Criconematidae (Nematoda:Tylenchida) en Venezuela. Maracay. 234 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias). Universidad Central de Venezuela.
18. Cuadra, R.; Cruz, Xiomara; Zayas, M. y González, N.2002. Incidencia de plagas en policultivos de organopónicos. Nematodos fitoparásitos. *Protección Vegetal* 17(1): 54-58.
19. Cuadra, R.; Xiomara Cruz; Ortega, J.; Shagarodsky, T y Maribel González. 2005. Respuesta de *Lycopersicon* ssp. frente al ataque del nematodo de las agallas (*Meloidogyne incognita*). *Protección Vegetal* 20 (2): 114-121.
20. Chamarro, J. 1995. Anatomía y Fisiología de la planta. En: El cultivo del tomate. Madrid: Mundi-Prensa, España. p. 43-92.
21. Cháves, E y M. Torres. 2005. Nematodes parásitos de la papa del sudeste bonaerense. Inta-estación experimental agropecuaria balcarce, boletín 115:1-21
22. Darwin, S.C.; Knapp, S. y Peralta, I.E. 2003. Taxonomy of tomatoes in the Galápagos Islands: native and introduced species of *Solanum* section *Lycopersicon* (Solanaceae). *Systematics and Biodiversity* 1: 29-5.

23. Decraemer, W. and Hunt, D. 2006. Taxonomy and Principal Genera. Structure and classification. En: Plant Nematology (Perry, R. y Moens, M. Eds). CAB International, Wallingford, UK. Part I, Chapter 1: 3-32.
24. Del Busto, A.; Liudmila Palomino; Lekeisha Sabrina; León, L.; Cruz R.; y Santana. Y. Evaluación de la eficiencia de alternativas ecológicas para el control de nematodos del género *Meloidogyne* sp., en las casas de cultivo de la Empresa de Cítrico "Capitán Tomás". [en línea] 2005. Disponible en: <http://www/buscagro.com/biblioteca> [Consulta: enero 18 2010].
25. Díaz-Viruliche, Luisa. 2000. Interés fitotécnico de la biofumigación en los suelos cultivados. Madrid. 591 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
26. Díaz-Viruliche, Luisa; I. Castro; Rodríguez, Mayra G. y Gómez, Lucila. 2004. La Biofumigación en el Control de Fitonematodos. En Memorias Congreso Latinoamericano de Bioplaguicidas y Abonos Orgánicos. 16 al 20 de Octubre, San José, Costa Rica. CD editado por CANIAN – GTZ – CATIE.
27. Díaz-Viruliche, Luisa.; Pinilla A. y López-Pérez J. A. 2003. 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. 51 p.
28. Edongali, E. A. and Ferris, H. 1982. Varietal response of tomato to the interaction of salinity and *Meloidogyne incognita* infection. *J. Nematol* 14: 57-62.
29. Edwards, J.H. and Walker R.H. 2007. Using organic residuals on highly erodible soil. *BioCycle*. 38:56-57.

30. Elekcioglu I. H. 1995. Occurrence of *Pasteuria* Bacteria as parasites of Plant Parasitic Nematodes in the East Mediterranean region of Turkey. *Nematología Mediterránea*. 23 (2): 213-215.
31. Esquina-Alcázar, J.A. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate /J.A. Esquina-Alcázar, F. Nuez. En: El cultivo del tomate. Madrid: Mundi-Prensa, España. p. 14-42.
32. Esser, R. P.; Perry V. G. y Taylor A. L. 1981. Compendio Diagnóstico del género *Meloidogyne* (Nematoda: Heterodidae). Edición INISAV, La Habana, Cuba. p. 14.
33. Estrada J. y López M. T. Los Bioplaguicidas en la Agricultura Sostenible Cubana [en línea] 2004. Disponible en: <http://www.clades.org/r11-art7.htm>. [Consulta: mayo 12 2011].
34. FAO. 2001. Anuario Estadístico.
35. Fenoll, C. and Del Campo, F. 1998. The molecular basis of nematode endoparasitism in plants. *Physiology Molecular Biology Plants* 4: 9-18.
36. Fernández E. y M. Pérez. 2004. Manejo integrado de nematodos en el cultivo del tomate. Conferencia Curso CISAUTO-1 INISAV.
37. Fernández, E.; Bernal Blanca; Vázquez L.; Gandarilla Hortensia; Hernández R.; González Gloria; Echevarría Succel; Amat Zenaida; Vázquez Teresa y Fajardo J. L. 1996. Manejo Integrado de Plagas en los Organopónicos. Boletín Técnico. INISAV. p. 3 – 12.
38. Fernández, E.; Lovaina, A. and Cuadra, R. 2004. Pest management in Urban Agricultura Systems: A case study with plant-parasitic nematodes. En: XXXVI Annual Meeting of ONTA, p. 58. Puerto Vallarta, México, October 4-8.

39. Fernández, E.; Pérez, M.; Gandarilla, H.; Vázquez, R.; Fernández, M.; Peneque, M.; Acosta, O.; Basterrechea, M. y Cuadra, R. 1998. Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp. mediante el empleo de cultivos no susceptibles. Boletín Técnico, Sanidad Vegetal 4(4): 1-18.
40. Fernández, E.; Pérez, M.; Gandarilla, H.; Vázquez, R.; Fernández, M.; Peneque, M.; Acosta, O. y Basterrechea, M. 2001. Rango de hospedantes de *Meloidogyne* spp. dentro de los cultivos económicos. En: IV Seminario Científico de Sanidad Vegetal, Varadero, Cuba. p. 31.
41. Fernández-Larrea, O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Manejo Integrado de Plagas (62): 96-100.
42. Gandarilla, Hortensia. 2005. Algunos aspectos sobre las principales especies de fitonematodos asociadas a los cultivos de plantas ornamentales. *Fitosanidad* 9(2): 49-57.
43. García, O. y Fernández E. 1983. Metodología para determinar el comportamiento varietal de cultivos agrícolas a los nematodos parásitos; La Habana - Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, p. 8
44. 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.
45. Gómez, L. G. 2007. Diagnóstico de nematodos agalleros y prácticas agronómicas para el Manejo de *Meloidogyne incognita* en la Producción Protegida de Hortalizas. La Habana. 200 h. Tesis (en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas).

46. Gómez, Lucila y Mayra G. Rodríguez. 2005. Evaluación de un sistema de rotación de cultivos para el manejo de *Meloidogyne* spp. en sistemas de cultivos protegidos. *Protección Vegetal* 20(1): 67-69.
47. Gómez, Olimpia; Casanova, A.; Laterrot, H.; Anais, G. 2000. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. IIHLD” Liliانا Dimitrova”. MINAGRI. La Habana, Cuba. 159 p.
48. Gowen, S.; K. G. Davies; B. Pembroke. 2008. Potential use of *Pausteria* spp. in the management of plant parasitic nematodes. En *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio & K. G. Mukerji (eds.). Springer.
49. Grupo Nacional de Agricultura Urbana (GNAU). 2007. Manual Técnico de Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. ACTAF. INIFAT, MINAG. La Habana, Cuba. p 5- 25.
50. Gullino, M. y Benuzzi, M. 2003. Mezzi biologici e prodotti di origine naturale per la difesa dai parassiti terricoli. *Informatore Fitopatologico* 10: 51-57.
51. Hewlett, T.E. and 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. 57p.
52. Hidalgo –Díaz, L. y Ferry, B. R. 2008. Integration of Biological Control with other methods of nematode management. En *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio & K. G. Mukerji (Eds.). Springer. p 29-49.

53. Hidalgo-Díaz, L. 2000. Potencialidades de cepas autóctonas de *Verticillium chlamydosporium* (Goddard) como agente de control biológico de *Meloidogyne* spp. La Habana. 100 h. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas). Universidad Agraria de La Habana – Centro Nacional de Sanidad Agrropecuaria.
54. Huerres, Consuelo. y Caraballo, Nelia. 1996. Horticultura. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, p. 2-30.
55. Hussey, R. S; Valerie M. Williamson .1998. Physiological and Molecular Aspects of Nematode Parasitism. En *Plant and Nematode Interactions*. K. Barker, G. Pederson, G. Windham (Eds.) Agronomy Monograph (36). Madison, Wisconsin, USA. p. 87-108.
56. Jiménez N.; Crozzoli R. y Greco N. 2000. Effect of *Globodera rostochiensis* on the yield of potato in Venezuela. *Nematología Mediterránea* 28:295-299.
57. Jiménez N.; Crozzoli R.; Petit P. y Greco N. 2001. Nematodos fitoparasíticos asociados con al cultivo de la piña, *Ananas comosus*, en los estados Lara y Trujillo, Venezuela. *Nematología Mediterránea* 29:13-17.
58. Jones, J. P.; Stall, R. E. y Zitter, T. A. 1997. Botany and culture. En: Compendium of tomato diseases. Unit States of American: APS-PRESS, p. 2-8.
59. Karszen, G. and Moens, M. 2006. Taxonomy and Principal Genera. Root-Knot Nematodes. En: *Plant Nematology* (Perry, R. y Moens, M. Eds). CAB International, Wallingford, UK. Part I, Chapter 3: 60-90.
60. Kerry, B. R. and Jaffee, B. A. 1997. "Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes". En: *The Mycota. IV Enviromental and Microbial Relationship* (Wicklow/Soderstrom Eds). Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin.

61. Lacayo L. N. El *Bacillus thuringiensis* o Bt es un bioplaguicida utilizado para erradicar gusanos en cultivos como el repollo. [en línea] 2004. Disponible en: <http://www.clades.org/r11-art/.htm>. [Consulta: septiembre 15 2011].
62. Lambert, K. and Bekal, S. Introduction to Plant-Parasitic Nematodes. En: *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1218-01 [en línea] 2002. Disponible en: <http://www.apsnet.org/Education/IntroPlantPath/PathogenGroups/intronematodes/default.htm>. [Consulta: septiembre 15 2011].
63. Larramendy, Rocío. Extienden en Cuba cultivo del árbol del Nim como plaguicida natural. [en línea] 2003. Disponible en: <http://www.granma.cubaweb.cu/2004/06/30/nacional/articulo15.html> [Consulta: marzo 21 2011].
64. Lawrence, C.J.B. 2003. Evaluación, caracterización y selección de nuevas líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), de crecimiento indeterminado en condiciones de organopónico. 45 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agronomo) Universidad Agraria de La Habana.
65. León, Marisel. 2005. Utilización de *Bacillus thuringiensis* para el control de *Meloidogyne incognita*. Matanzas. 71 h. Tesis (en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible) Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
66. Márquez María E.; Torres, L. A. y Escobar, Mercedes. 2003. Evaluación del efecto nematicida de cepas de *Bacillus* spp. *Fitosanidad* 7 (2): 55 – 58.
67. Márquez, María E.; Garmendía, Leonor; Fernández, E. y Escobar, Mercedes. 2004. “Cepas de *Bacillus thuringiensis* con actividad biológica contra *Meloidogyne incognita*”. *Fitosanidad* 8 (3): 31-35.

68. Matthiessen, J. y Kirkegaard, J. 2006. Biofumigation and Enhanced Biodegradation: Opportunity and Challenge in Soilborne Pest and Disease Management. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25 (3): 235-265.
69. Mc. Sorley, R. and Gallaher, R.N. 1991. Managing plant-parasitic nematodes in crop sequences. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 51(1):42 – 45.
70. Mena, J. 2005. Manual de aplicación del bionematicida HeberNem-L. CIGB. Camaguey, Cuba. 10 p.
71. Mena J.; Pimentel, E.; Hernández, A. T.; Ramírez, Yamilka; León, Licette; Wong, Idania; Mencho, J. D.; Jiménez, Gilda; Sánchez, Ileana; Expósito, M.; Pico, V. M.; García, Graciela; López, Alina; Pujol, M.; Borroto, C.; Hernández, M.; Ramos, E.; Álvarez, J. M.; Gómez, M.; Marín, Marieta; Marrero, E y Fleitas, M. 2005. Segundo Taller Internacional sobre Ciencia, Medio Ambiente, Ética y Sociedad; 28 y 29 de abril. Ciudad de la Habana, Cuba.
72. Mena, J.; Pimentel, E.; Veloz, L.; Hernández, A. T.; Ramírez, Y.; León, L.; Jiménez, G.; García, G.; Borroto, C.; Pujol, M.; Wong, I. y Fleitas, M. 2004. HeberNem: Posible sustituto del Bromuro de Metilo en los cultivos protegidos. En V Seminario Internacional de Sanidad Vegetal. Mayo 24 al 28, Ciudad de la Habana, Cuba. Memorias: CD ISBN 959-246-137-6.
73. Mena J., Vazquez, R.; Fernández, Marina; Pérez, L.; Mencho, J. D.; García, M.; Pimentel, E.; López, A.; Zalduba, Z.; García, R.; Coeyo, A. y Somates, D. 1997. Two New reports on Bacteria with high nematocidal activity, III Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal; 23 – 27 de Junio, Palacio de las Convenciones. Ciudad de la Habana, Cuba.

74. Méndez, Mayra y Polanco. A. 2000. Efectividad de *Trichoderma harzianum* cepa A34, en el control del nematodo *Rotylenchulus reniformis* en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*). En Forum Tecnológico de Manejo Integrado de Plagas. INISAV, Ciudad Habana. (Resumen). p 14.
75. Menge, J.A. 2003. Prospects for Biological control of *Phytophthora* Root Rot of citrus. ISC.Congress Orlando. Florida. E.U. Dic.3-7. p.73.
76. Michelle le Strange, Schrader, Hartz. La Producción de tomate para mercado fresco en California. [en línea] 2002. Disponible en: <http://vric.ucdavis.edu/veginfo/commodity/tomato/fmtomato-spanish.pdf> [Consulta: febrero 19 2011].
77. Mojtahedi, H.; Santo, G. S. and Ingham. R. E. 1993. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars as green manure. *J. Nematol.* 25:303-311.
78. 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. Facultad Agronómica (LUZ), 14: 245-251.
79. Mora Floribeth. 2004. Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 16 (5): 171 - 183.
80. Moreno Placeres, V. 2007. Procedimientos para el manejo de la nutrición y el control de la fertilización en las casas de cultivos. II Edición. Grupo Empresarial Frutícola. p. 12 – 13.
81. Muiño, Bertalina. 2008. Manejo Integrado de Plagas en la Producción Protegida. Clase en Programa Doctoral Colaborativo de Sanidad Vegetal. CENSA. (power point- inédito).

82. Nicol, J. M. 2002. Important nematodes pests. En: *Bread wheat: Improvement and production* (Curtis, B. C.; Rajaram, S. y Gómez-Macpherson, H. Eds). FAO, Plant Production and Protection Series 30: 345-366.
83. Ornat, C. y Sorribas, F. J. 2008. Integrated Management of Root-knot Nematodes in mediterranean horticultural crops. En *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. A. Ciancio & K. G. Mukerji (eds.). Springer. p. 295–319.
84. Peet, Mary. Sustainable Practices for Vegetable Production in the South [en línea] 2005. Disponible en:
<http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/IPM/nematodes/c06nemat.html>
[Consulta: Junio 9 2011].
85. Peralta, I. E.; Knapp, S. y Spooner, D. M. 2006. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. TGC Report 56: 6-12.
86. Pérez J. M.; Andreu C.; Acosta, Oneida; Robaina, Nerelys; Fernández, Yusimí; Rodríguez R. C.; Basterrechea, Mercedes; Olivares, Noris; Devisa, Luz; Martínez, Ileana; Paneque, Marta; Gandarilla, Hortensia; Fernández E., Estefanova, Marusia; LLuvides J. y Pérez, Alina 1997. Harvisav, alternativa biológica para el control de nemátodos en Cuba. V Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas; Ciudad Habana, Cuba. 22 - 23 Octubre.
87. Pérez, Alina; Pérez, Grisell; González, Mercedes y Castellanos, L. 2004. Control biológico de nematodos noduladores en tomate bajo casas de cultivo protegido como una alternativa a la sustitución del bromuro de metilo. En V Seminario Internacional de Sanidad Vegetal. Mayo 24 al 28, Ciudad de la Habana, Cuba. Memorias: CD ISBN 959-246-137-6.

88. Pérez, J. M. 2006. *Trichoderma*, alternativa para el control biológico de nematodos dentro de una agricultura sostenible. *Fitosanidad* 10 (2): 165.
89. Petit, P. y Crozzoli, R. 2005. Nemátodos fitoparasíticos asociados a cultivos de ornamentales en Venezuela. *Fitopatología Venezolana*. 8: 41-44.
90. Ploeg, A. T. 2008. Biofumigation to manage plant- parasitic nematodes. En Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes. A. Ciancio & K. G. Mukerji (eds.). Springer. p. 239 – 248.
91. Ploeg, A. T. 2002. Effect of selected Marigold on root-knot nematodes and tomato and melon yields. *Plant Disease* 86: 505-508.
92. Porras, A.; De la Vega, E. Z.; Soriano, María Luisa y Dugo, M. 1990. Recolección del tomate: Principios agronómicos y técnicos. Hojas divulgadoras (2):1-32.
93. Potter, J.W. y Olthof, A. 1993. Nematode pests of vegetable crops. In: k. Evans, d.l. trudgill & j.m. Webster, eds. Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Cab international, wallingford, uk. p 171-207.
94. Recompenza, C. y Angarica, Lidia. 2003. Introducción a la Economía Agrícola. Universidad Agraria de La Habana. p 122.
95. Rivera, Amita; Martínez, Maria; y Orama, R. A. 2002. Informe de tema. Principales plagas reportadas en la E.E.P.M. “Dr. Juan T. Roig”. Inédito.
96. Rodríguez, A.; Companioni, N.; Peña, Elizabeth; Cañet, F.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Rey, R.; Fernández, E.; Vázquez, L.; Avilés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; González Rosalía; Pozo, J. L.; Cun, R. y Martínez, F. 2007. Manual Técnico para Organóponicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. INIFAT. ACTAF. Ciudad de la Habana, Cuba. p 38.

97. Rodríguez, Mayra G. 2000. Identificación y caracterización de *Meloidogyne mayaguensis* (Nemata: *Meloidogynidae*) en el cafeto en Cuba. La Habana. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Universidad Agraria de La Habana – Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.
98. Rodríguez, Mayra; Gómez, Lucila y Díaz – Viruliche, Luisa. 2007. Alternativas para la sustitución del bromuro de metilo en el manejo de nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne* spp.). (Revisión de literatura 1995 – 2006). CD 1^{er} Curso Internacional de Nematología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria – Universidad Central de Venezuela. Marzo 13 al 17 del 2007. Editado por INIA. 25 p.
99. Rodríguez, Mayra; Gómez, Lucila; Cuadra, R.; Díaz-Viruliche, Luisa; Fernández, E.; Casanova, A.; González, E.; Sánchez, Lourdes; González, Farah M.; Hidalgo, L.; Gómez, Olimpia; Hernández, J. C.; Depestre, T.; Hernández, M. A.; Cruz, Xiomara; Miranda, Ileana; Piñón Gómez, Maite y Hernández, A. 2006. Nematodos formadores de agallas en Sistemas de Cultivos Protegidos: Diagnostico y Manejo. Informe Final de Proyecto. Programa Ramal de Hortalizas - MINAG. (Inédito – Laboratorio de Nematología CENSA). 171p.
100. Rodríguez, Mayra; Gómez, Lucila y Peteira, Belkis 2007. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, plaga emergente para la agricultura tropical y subtropical. *Protección Vegetal* 22 (3): 12-17.
101. Rodríguez, Mayra; Sánchez, Lourdes; Gómez, Lucila; Hidalgo, L. González, E.; Gómez, Maylén; Díaz-Viruliche, Luisa; 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 Vegetal* 20 (1): 1-10.

102. Rodríguez, R. C. y Cardoso, Esther M. 1996. Nematofauna existente en los organopónicos de la provincia de Matanzas. Jornada Provincial de Lucha Biológica y Expo CREE, Matanzas, julio 10 – 12.
103. Rodríguez, R.C.; Corbea, Odalys; Barroso, R. y Cardoso, Esther M. 2006. Evaluación de la efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita* en la Agricultura Urbana de la provincia de Matanzas, Cuba. 10 (2): 166.
104. Román, G. 2003. El uso de MIP para el control de nemátodos en casas de cultivo protegido. *Protección de Plantas* 323 (4): 45.
105. Sánchez, C.; Martínez, I. y Quesada, M. M. Metodología para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Chitwood, 1949) en el pepino en condiciones de túneles de cultivo protegido. [en línea] junio 2004. Disponible en: <http://innovación.lastunas.cu/vol12No3/index.htm>. [Consulta: mayo 18 2011]
106. Sánchez, Lourdes y Rodríguez, Mayra G. 1998. Complejo de especies de *Meloidogyne*, presentes en tabaco y evaluación de plantas indicadoras para su detección. Informe PNCT Bioetnología. 48 p. (inédito).
107. Santiago, J., M. Mendoza y F. Borrero. 1998. Evaluación del tomate en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía mesoamericana* 9(1):59-65.
108. Stefanova, M. y Fernández, E. 1995. 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.

109. Subbotin, S. A. y Moens, M. 2006. Molecular taxonomy and phylogeny. En: Plant nematology. Perry, R. y Moens, M. (Eds). CABI, UK. p 33-58.
110. Tayeta, A. 2001. Approaches for the reduction of the use of methyl bromide and alternatives in Japan. En: Global Report on Validated Alternatives to the Use of Methyl Bromide for Soil Fumigation (Labrada, R. y Fornasari, L. Eds). p 59-69.
111. Taylor, A. L. and Sasser, J. N. 1978. Biology, identification and control of Root - Knot nematodes (*Meloidogyne* spp). A cooperative publication of the Dpto of Plant Pathology North Caroline State University and the United States Agency for International Development. p. 111.
112. Thomas, C. 1993. The polymerase Chain Reaction. En: *Methods in plant biochemistry*. Academic Press Limited. p. 117-140.
113. Torres de la Noval, W. Mecanismo de tolerancia a estrés abiótico en cultivares cubanos de tomate y arroz. [en línea] 2005. Disponible en: <http://www.cuba.cu/ciencia/acc/agrarias2003resumen.htm> [Consulta: mayo 15 2011].
114. Trudgill, D. L. and Blok, V. C. 2001. Apomictic polyphagous root-knot nematodes: exepcionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Ann. Phytopathology* 39: 53-77.
115. Urbano, E. 2004. Proyecto Alternativas al Uso de Bromuro de Metilo para Flores de Verano en el Ecuador. En: Memorias V Seminario Internacional de Sanidad Vegetal, Ciudad de la Habana, Cuba, 24-28 mayo.
116. Van Gundy, S. D. 1985. Ecology of *Meloidogyne* spp.-Emphasis on enviromental factors affecting survival and pathogenicity. En: An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Volume 1: Biology and Control (Sasser, J. N. and

- Carter, C. C. Eds). North Carolina State University Press, Raleigh, NC. Chapter: 15: 178-182.
- 117.Vázquez, L. y Fernández, E. 2007. Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos. Ed. ACTAF-CIDISAV. ISBN: 978-959-7194-13-2. 121p.
- 118.Vargas, U. 2008. Posibilidades de control de nemátodos del género *Meloidogyne* en casas de cultivos protegidos. Matanzas. 76 h. Tesis (en opción al título de Master en Sanidad Vegetal).Universidad Agraria de La Habana.
- 119.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. p 121.
- 120.Vázquez, L. L. y E. Fernández. 2007. Bases para el Manejo Agroecológico de Plagas en Sistemas Agrarios Urbanos. Editorial CIDISAV. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales - Instituto nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Cuba. 121 p.
- 121.Verdejo S.; Sorbías, J. y Puigdomenech, R. 1994. Pérdidas de producción en lechuga y tomate causadas por *Meloidogyne javanica* en invernadero. Investigación Agraria. *Producción y Protección Vegetal*. Fuera de Serie (2): 395 - 400.
- 122.Viaene, N. M. and Abawi, G. S. 1995. Usefulness of sudangrass in nematode control. Cornell Cooperative Extension Vegetable Notes. June 9. p 18-20.
- 123.Wang, D. Y.; Kumar, S. y Hedges, B.S. 1999. Divergence time estimates for the early history of animal phyla and the origin of plants, animals and fungi. Proc. R. Soc. London. 266: 163-171.

124. Wang, K. H.; Sipes, B. S. and Schmitt, D. P. 2002. Crotalaria as a cover crop for nematode management: A review. *Nematropica* 32: 35-57.
125. Whitehead, A. G. 1998. Plant nematode control. CAB International, Wallingford, UK. 384 p.
126. Widmer, T. L.; Mitkowski, N. A. and Abawi G. S. 2002. "Soil Organic Matter and Management of Plant-Parasitic Nematodes". *Journal of Nematology*, 34(4): 289–295.
127. Wright, D. and 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.