

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL

**QL AGRI 35 (*Quillaja saponaria* Mol) UNA ALTERNATIVA PARA EL
CONTROL DE *Meloidogyne incognita* EN EL CULTIVO DE PEPINO EN
SINALOA, MEXICO.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

PRESENTA

LUCINA MARTINEZ SANDOVAL

Chapingo, Estado de México, Enero del 2006.



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

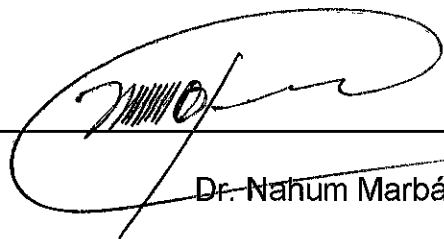


**QL AGRI 35 (*Quillaja saponaria* Mol) UNA ALTERNATIVA PARA EL
CONTROL DE *Meloidogyne incognita* EN EL CULTIVO DE PEPINO EN
SINALOA, MEXICO.**

Tesis realizada por **Lucina Martínez Sandoval**, bajo la dirección del Dr.
Nahúm Marbán Mendoza y aprobada por el Comité Asesor indicado, y aceptada
como requisito parcial para obtener el grado de:

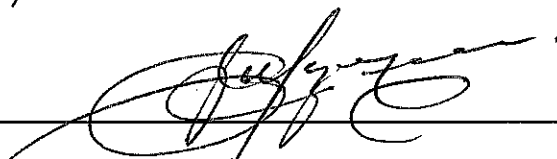
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

DIRECTOR:



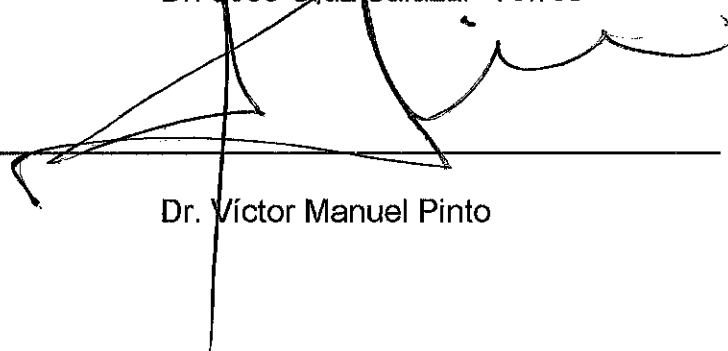
Dr. Nahum Marbán Mendoza

ASESOR:



Dr. José Cruz Salazar Torres

ASESOR::



Dr. Víctor Manuel Pinto

DEDICATORIA

A mis padres:

Aparicio Martínez y Teresa Sandoval

Por haberme brindado la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mi hija:

Luz Fernanda

Por ser el motivo de superación más importante en mi vida.

A mis hermanos:

Cris, Galo, Augusto, Brigido, Coty, Basilio, Ricardo.

Por todo el apoyo brindado en la realización de mis metas.

A mi amiga Cristian:

Por el apoyo brindado en el cuidado de Luz Fernanda en mi estancia en la maestría.

A mis amigos:

Vicencio, Minerva, Brigida, Graciela, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Chapingo y a la Maestría en Protección Vegetal por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado.

Al Departamento de Parasitología Agrícola, por todos los apoyos otorgado durante mi estancia en el postgrado.

Al Dr. Nahum Marbán Mendoza como un gran ejemplo de trabajo y entrega.

Al Dr. José Cruz Salazar por su valiosa colaboración y aportación para la redacción y revisión de ésta investigación.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto por el apoyo brindado en todo momento para la realización de esta investigación.

A los profesores de postgrado por sus aportes académicos. Al Dr. Antonio Segura, a los laboratoristas de Nematología Hipólito y José Remedios por su apoyo brindado.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Lucina Martínez Sandoval

Lugar de Nacimiento: San Jerónimo Xayacatlán, Pue.

Profesión: Ingeniero Agrónomo

Formación Académica

Preparatoria: Universidad Autónoma de Guerrero (1983-1986)

Licenciatura: Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Guerrero. (1986-2001).

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN (ABSTRAC).....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Importancia mundial y nacional del pepino.....	3
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Descripción botánica del cultivo.....	5
2.1.3. Clasificación Taxonómica.....	7
2.1.4. Requerimientos climáticos.....	7
2.1.5. Requerimientos edáficos.....	8
2.2. Usos del pepino en México.....	8
2.3. Componentes nutritivos del pepino.....	8
2.4. Variedades de pepino en México.....	9
2.5. Principales plagas del pepino.....	9
2.6. Nematodos en el cultivo de pepino.....	12
2.6.1. <i>Meloidogyne</i> spp.....	12

2.6.1.1. Importancia económica.....	12
2.6.1.2. Distribución mundial de <i>Meloidogyne</i> spp.....	14
2.6.1.3. Distribución nacional de <i>Meloidogyne</i> spp.....	14
2.6.1.4. Distribución mundial y nacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en el cultivo de pepino.....	15
2.6.1.5. Distribución de <i>Meloidogyne</i> spp. en el estado de Sinaloa en el cultivo de pepino.....	16
2.6.1.6. Clasificación taxonómica del género <i>Meloidogyne</i>	17
2.6.1.7. Ciclo de vida.....	17
2.6.1.8. Formación de agallas.....	21
2.6.1.8. Daños causados por <i>Meloidogyne</i> en pepino....,	23
2.6.1.9. Síntomas.....	25
2.7. Control de nematodos	26
2.7.1. Control químico.....	26
2.7.2. Control genético.....	30
2.7.3. Control cultural.....	31
2.7.4. Control biológico.....	33
2.7.5. Control Orgánico.....	35
2.7.5.1. QL Agri 35®.....	35
III. MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1. Experimento de invernadero.....	41
3.1.1. Primer bioensayo.....	41
3.1.2. Segundo bioensayo.....	42
3.2. Experimento de campo.....	44

3.2.1. Ubicación del experimento.....	44
3.2.2. Diseño experimental.....	45
3.2.3. Dinámica poblacional de juveniles (J2).....	46
3.2.4. Toma de muestras.....	47
3.2.5. Extracción de nematodos.....	47
3.2.6. Índice de agallamiento.....	49
3.2.7. Evaluación del factor de reproducción.....	49
3.2.8. Rendimiento.....	50
3.3. Experimento de laboratorio.....	51
3.3.1. Cámara nebulizadora.....	51
3.3.2. Cajas petri	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	53
4.1. Resultados de invernadero.....	53
4.1.1. Primer bioensayo.....	53
4.1.1.1. Peso seco del follaje y raíces.....	53
4.1.1.2. Índice de agallamiento.....	53
4.1.2. Segundo bioensayo.....	55
4.1.2.1. Peso seco del follaje.....	55
4.1.2.2. Peso seco de raíz.....	56
4.1.2.3. Índice de agallamiento.....	58
4.2. Resultados de campo.....	60
4.2.1. Juveniles (j2) de <i>M. incognita</i>	60
4.2.2. Factor de reproducción.....	63
4.2.3. Índice de agallamiento.....	64

4.2.4. Rendimiento.....	64
4.3. Resultados de laboratorio.....	67
4.3.1. Cámara nebulizadora.....	67
4.3.1.1. Juveniles vivos.....	67
4.3.1.2. Huevecillos.....	67
4.3.1.3. Juveniles muertos.....	69
4.3.2. Cajas petri.....	69
4.3.2.1. Juveniles vivos.....	69
4.3.2.2. Huevecillos.....	70
4.3.2.3. Juveniles muertos.....	70
V. CONCLUSIONES.....	72
VI. LITERATURA CITADA.....	74
VII. ANEXOS.....	93

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	
1	Tratamientos aplicados para evaluar la efectividad biológica de QL Agri 35 en la fase de invernadero.....	43
2	Distribución de los tratamientos para evaluar la efectividad biológica del nematicida QL Agri 35. Cruz de Elota, Sinaloa. Enero de 2005...	45
3	Tratamientos evaluados para determinar la efectividad biológica de QL Agri 35 en el cultivo de pepino en Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero del 2005.....	46
4	Escala visual propuesta por Taylor & Sasser (1978), para la evaluación del índice de agallamiento en raíces.....	50
5	Comparación de medias para el índice de agallamiento de en raíz de pepino en invernadero. Primer bioensayo.....	54
6	Peso seco del follaje de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.	56
7	Peso seco de raíz de pepino en invernadero. Segundo bioensayo...	57
8	Porcentaje del índice de agallamiento en raíz de pepino en invernadero en los diferentes tratamientos. Segundo bioensayo.....	59
9	Medias de la lectura inicial de juveniles (J2 en 100 g de suelo y porcentajes de efectividad biológica en la 1ª evaluación, 15 días	

	después de la 1ª aplicación de los tratamientos en el cultivo de pepino en Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero – marzo del 2005.....	61
10	Comparación de medias para <i>M. incognita</i> en 100 g de suelo y porcentajes de efectividad biológica en la 2ª evaluación, 15 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos en pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Marzo del 2005.....	62
11	Comparación de medias para <i>M. incognita</i> en 100 g de suelo y porcentajes de efectividad biológica, de la 3ª evaluación, 15 días después de la 3ª aplicación de los tratamientos en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Marzo del 2005.....	63
12	Comparación de medias del factor de reproducción (FR), índice de agallamiento y rendimiento por 35 m ² en el cultivo de pepino en Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero a marzo del 2005.....	66
13	Medias de juveniles (J2) vivos y huevecillos de <i>M. incognita</i> obtenidos en 2 g de agallas en la cámara nebulizadora después de haber incubado las muestras.....	68
14	Medias de juveniles (J2) vivos, muertos y huevecillos de <i>M. incognita</i> obtenidos después de haber incubado 2 g de agallas en 8 mL de agua destilada en cajas petri.....	71
15	Análisis de varianza para <i>M. incognita</i> en la preevaluación en 100 g de suelo en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero del 2005.....	93
16	Análisis de varianza para juveniles (J2) de <i>M. incognita</i> en 100 g de	

	suelo, primera evaluación en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. 25 de febrero del 2005.	93
17	Análisis de varianza para juveniles (J2) de <i>M. incognita</i> en 100 g de suelo, segunda evaluación en el cultivo del pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. 12 de marzo del 2005.....	94
18	Análisis de varianza para juveniles (J2) de <i>M. incognita</i> en 100 g de suelo, tercera evaluación en el cultivo de pepino en campo. En Cruz de Elota, Sinaloa. 27 de marzo del 2005.....	94
19	Análisis de varianza del factor de reproducción en la población de <i>M. incognita</i> , en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa, México. Febrero- Marzo 2005.....	94
20	Análisis de varianza para el índice de agallamiento causados por <i>M. incognita</i> en raíces de pepino. Cruz de Elota Sinaloa. Marzo 2005.....	95
21	Análisis de varianza para el rendimiento de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero-marzo del 2005.....	95
22	Análisis de varianza para el peso seco de follaje en el cultivo de pepino de invernadero. Primer bioensayo.....	95
23	Análisis de varianza para el peso seco de raíz en el cultivo de pepino de invernadero. Primer bioensayo.....	96
24	Análisis de varianza para el porcentaje del índice de agallamiento de raíz en pepino de invernadero. Primer bioensayo.....	96
25	Análisis de varianza para el peso seco de follaje en pepino de	

	invernadero. Segundo bioensayo.....	96
26	Análisis de varianza para el peso seco de raíz en el cultivo de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.....	97
27	Análisis de varianza para el porcentaje del índice de agallamiento en raíz de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.....	97
28	Análisis de varianza para juveniles (J2) de <i>M. incognita</i> en cámara nebulizadora.....	97
29	Análisis de varianza para huevecillos de <i>M. incognita</i> en cámara nebulizadora.....	98
30	Análisis de varianza para juveniles (J2) muertos de <i>M. incognita</i> en cámara nebulizadora.....	98
31	Análisis de varianza para juveniles (J2) de <i>M. incognita</i> en cajas petri.....	98
32	Análisis de varianza para huevecillos de <i>M. incognita</i> en cajas petri.....	99
33	Análisis de varianza para juveniles (J2) muertos de <i>M. incognita</i> en cajas petri.....	99

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	
1	Ciclo biológico de <i>Meloidogyne incognita</i> (Agrios, 1996).....	18
2	Nematodo juvenil (J2) de <i>Meloidogyne</i> spp.....	20
3	Hembras de <i>Meloidogyne</i> extraídas de agallas.....	20
4	Macho de <i>Meloidogyne</i> spp.....	21
5	Nematodos juveniles (J2) de <i>Meloidogyne</i> penetrando en raíz de una planta susceptible.....	22
6	Raíz de pepino agallado por <i>Meloidogyne</i> spp.....	23
7	Ubicación Geográfica del experimento.....	44

QL AGRI 35 UNA ALTERNATIVA PARA CONTROLAR *Meloidogyne* INCOGNITA EN EL CULTIVO DE PEPINO EN SINALOA, MEXICO.

QL AGRI 35 (*Quillaja Saponaria* Mol) AN ALTERNATIVE FOR THE CONTROL OF *Meloidogyne* spp. IN CUCUMBER CULTIVATION IN SINALOA , MEXICO.

¹ Lucina Martínez Sandoval, ² Nahúm Marbán Mendoza

RESUMEN

Este experimento se realizó en condiciones de invernadero y campo en el cultivo de pepino para evaluar la efectividad biológica de QL Agri 35 a diferentes dosis contra *M. incógnita*. En invernadero se inocularon 1000 juveniles por repetición, con una y dos aplicaciones de QL Agri 35 (5000 ppm), Vydate (20 ppm) y el testigo. Cincuenta días después en plantas con una aplicación de QL Agri 35 (5000 ppm) se obtuvo el mayor peso seco foliar, peso radicular; y menor porcentaje de agallamiento que con dos aplicaciones, estos resultados fueron superior en el testigo., al parecer hubo un efecto fitotóxico con tratamientos de QL Agri 35, por lo que posteriormente se realizarán bioensayos con dosis inferiores. El estudio de campo se realizó en Cruz de Elota, Sinaloa, México con QL Agri 35 a las dosis de 10, 15 y 20 LHa⁻¹, Vydate 5 LHa⁻¹ y un testigo absoluto. Se realizaron tres aplicaciones, en intervalos de 15 días iniciando en el trasplante. La mayor supresión de juveniles y menor factor de reproducción se tuvo en QL Agri 35 (20 LHa⁻¹) con el 92.8% de efectividad; el menor porcentaje de agallas y mayor rendimiento se presentó con QL Agri 35 en 15 y 20 Lha⁻¹.

Palabras clave: *Meloidogyne* spp., QL Agri 35, pepino, nematocida orgánico.

¹ Tesista, ² Director

ABSTRAC

This experiment on cucumbers to evaluate the biological effectiveness of QL Agri 35 against *M. incógnita* using different dosages was undertaken under field and greenhouse conditions. In the greenhouse, 1000 juveniles were inoculated through repetition, with one and 2 applications of QL Agri 35 (5000 ppm), Vydate (20 ppm) and a control. Fifty days later, the plants with a single application of QL Agri 35 (5000 ppm) had greater dry leaf weight, root weight, and a lower percentage of galling than the ones with two applications. These results were higher in the control. It seems that there was a phytotoxic effect with the QL Agri 35 treatments. Biotests were later undertaken with lower dosages. The field test was undertaken in Cruz de Elota, Sinaloa, Mexico with QL Agri 35 at dosages of 10, 15 y 20 LHa⁻¹, Vydate 5 LHa⁻¹ and an untreated. Three applications were made at intervals of 15 days beginning with the transplant. The highest suppression with the young plants and the lowest reproduction factor occurred with QL Agri 35 (20 LHa⁻¹) with 92.8% effectiveness; the lowest percentage of galls and the highest yield was obtained with QL Agri 35 (20 LHa⁻¹) with 92.8% effectiveness.

Key words: *Meloidogyne* spp., QL Agri 35, cucumber, organic control, soapbark tree.

¹ Thesis writer, ² Director

I. NTRODUCCION

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza muy importante para la economía de nuestro país, tanto en la generación de divisas como por el empleo que ofrece; además en el contexto mundial, México ocupa el primer lugar en exportación con un excelente potencialidad de expansión por ser el principal proveedor a los Estados Unidos de Norteamérica, sobre todo en el período invernal, durante el cual destaca el estado de Sinaloa, dadas sus excelentes condiciones ambientales y tecnológicas (ASERCA, 1998; FAO, 2005).

En el año 2004 en México se sembraron 17 000 ha de pepino y pepinillo, con una producción total de 475 000 t, de éste sólo el estado de Sinaloa alcanzó una producción de 189, 798 t, seguido por los estados de Baja California, Michoacán, Veracruz y Morelos entre otros (SIACON 2005; FAO 2005).

Como en el caso de la mayoría de las plantas cultivadas los problemas fitosanitarios afectan sensiblemente el rendimiento, en el cultivo del pepino los nematodos son uno de los problemas más importantes, ya que es un cultivo muy susceptible a estos microorganismos debido a la fragilidad de su sistema radical (Soria, 1993). El problema se torna más complejo cuando se trata del

género *Meloidogyne* spp. pues el ataque de éste favorece el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas, lo que dificulta aún más su control (Sasser, 1979; Jepson, 1987; Morris *et al.*, 1984; Soria, 1993; Li *et al.*, 2001; Özarslandan y Elekcioglu, 2003; Etebarian y Roostaei, 2004).

De hecho el control de este nematodo se ha venido realizando con fumigantes como el Bromuro de Metilo, el 1-3, Dicloropropeno, el Metam Potasio 54%, el Metam Sodio y con productos no fumigantes como el Fenamifos, Oxamil, Cadusafos, Carbofurán, Aldicarb, Terbufos, Etoprofos; también se ha probado por la vía del control biológico haciendo uso de los hongos *Myrothecium verrucaria* (Albertini et Scheinitz: Fr.) Ditmar, *Paecilomyces lilacinus* Thom. (Giannakou y Karpouzas, 2003; PLM, 2005). No obstante, el método químico con el Bromuro de metilo, en el preplante ha sido el más eficaz y económico; pero con la eliminación de este fumigante debido a los daños que causa a la salud humana ya que destruye la capa de ozono, se ha llegado a la necesidad de buscar alternativas más amigables con el medio ambiente y el bienestar humano (INTA-ONUDI, 2004), por lo que la planta *Quillaja saponaria* Mol, que tiene propiedades nematicidas, puede ser una alternativa para el control de los nematodos del género *Meloidogyne* en el pepino, por lo que el presente estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad biológica de *Quillaja saponaria* en el control de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de pepino y determinar la dosis óptima para el control de este nematodo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia mundial y nacional del pepino

El pepino se encuentra dentro de las hortalizas de mayor importancia, por su gran adaptabilidad al medio se produce en diversas regiones del mundo durante casi todo el año, y es particularmente popular en los países tropicales (Mortensen y Bullard, 1971; Malpica, 1980). Durante el año 2004 los principales países productores fueron China con el 63.08%, Turquía (4.39%), Irán (3.45%), EUA (2.39%) y Japón con el 1.72%, y el resto que lo cultivaron generaron; el 26.67%. Para este año se registró una superficie sembrada de 2, 377,936 ha y una producción de 40, 510,985 t (FAO, 2005).

Esta hortaliza se ingiere en fresco, encurtido así como también se industrializa; y de las semillas de algunos cultivares se puede extraer el 42% de aceite para uso doméstico, y en algunas regiones del Asia las hojas se consumen tanto en ensaladas como hervidas (Malpica 1980; Leñamo, 1980; Mainardi, 1981; Tamaro, 1984; Adams, 1989).

Dentro de los países exportadores destacan México, seguido por los Países Bajos, España, Jordania, y Estados Unidos de Norteamérica entre

otros, los que en conjunto exportan un total de 1,505,905 t con un valor total de 895,863 dólares (FAO, 2005).

En lo que respecta a México, el pepino se encuentra dentro de las principales hortalizas que se cultivan, después del jitomate, sandia, chile, calabacita y cebolla; pues sólo en el año 2004 la superficie cosechada fue de 13,781.83 ha, con una producción total de 350 684.28 t, con un rendimiento de 25.445 t Ha⁻¹. Se reporta que en el año 2003 el valor de producción fue de 1,190,627 pesos. concentrándose en los estados de Sinaloa, Morelos, Baja California, Michoacán, Zacatecas, Veracruz y Jalisco entre otros (FAO, 2005; SIACON, 2005).

El estado de Sinaloa es el principal productor y exportador de este cultivo en el período invernal en los valles de Culiacán, Mocorito, Guasave, Región de los Mochis y Cruz de Elota por sus condiciones climatológicas y tecnológicas que reúnen éstas zonas, en el año 2004 se cosecharon 5852 ha con un volumen de producción de 146 360 t alcanzando un valor de producción de 517,909.95 pesos (ASERCA, 1998; SIACON, 2005).

2.1.1. Origen

Vavilov (1951) menciona que el pepino es originario de tres centros: A) El Centro Chino en las regiones montañosas Central y Occidental, y en las tierras bajas contiguas, B) El Centro Indio que comprende las zonas de Asam y

Birmania y C) El Centro Sudamericano específicamente en Peruviano, Ecuatoriano y Boliviano.

2.1.2. Descripción botánica del cultivo

El pepino es una planta herbácea anual de hábito rastrero, trepador, flexibles, de sistema radicular fasciculado, que alcanza entre los 25 y 30 cm de profundidad, por lo que requiere de mayor humedad si se compara con otras cucurbitáceas (DGETA, 1982; Valádez, 2001; Maroto, 2002).

El tallo es herbáceo, vellosos y angular de acuerdo a la variedad y condiciones ambientales llega a medir en forma lateral de 1.5 a 2.1 m, por el crecimiento de las yemas axilares. Sobre el tallo y opuestos a las hojas se forman los zarcillos simples, que con facilidad se enredan en objetos cercanos a ellos, característica útil para el tutoreado (Guenkov, 1974; Adamson y Mass, 1981; DGETA, 1982; Maroto, 2002).

Presenta hojas simples, alternas, triangulares a ovaladas con lóbulos no bien formados con una longitud de 5-15 cm, éstas tienen una superficie áspera y bordes dentados, ligeramente vellosas y debido a la cutícula delgada de sus células epidérmicas se favorece la actividad transpiratoria (Adamson y Mass, 1981; DGETA, 1982; León, 1987; Maroto, 2002).

Sus flores son amarillas; se considera una planta monoica, ya que presenta flores masculinas y femeninas en la misma, o puede ser ginoica si sólo presenta las femeninas; ambos tipos se localizan en las axilas de las hojas y se diferencian porque las femeninas se encuentran solitarias y las masculinas se presentan en grupos. La polinización es de tipo entomófila principalmente a través de abejas y algunos cultivares pueden ser partenocárpicos (DGETA, 1982; Fuentes, 1994; Maroto, 2002).

El fruto es un pepónide (falsa baya) indehiscente, de superficie lisa o cubierta de espinas blancas o negras, de color verde pálido o verde oscuro. La forma del fruto es extremadamente variable, según el cultivar puede ser elipsoidal o prismático con tres a cinco lados (Guenkov, 1974; León, 1987; Fuentes, 1994; Maroto, 2002).

El pepinillo se cosecha de 65 a 70 días después de la siembra enseguida de la fecundación y cuando las semillas empiezan a desarrollarse y el fruto alcanza de 5 a 12 cm de longitud; en el caso del pepino para ensalada es de 90 a 120 días, antes de que las semillas cambien del color blanco a cremoso y los frutos hayan alcanzado una longitud de 15 a 20 cm (DGETA, 1982; Sobrino y Sobrino, 1989; Valadez, 2001).

Las semillas son planas, ovaladas, de color amarillento a blancos de longitud de 8 a 10 mm, y 3.5 mm de espesor. En promedio 30 a 40 semillas integran un

gramo (Guenkov, 1974; Tirsconia, 1979; Campos, 1981; DGETA, 1982; Rodríguez, 1986; Maroto, 2002).

2.1.3. Clasificación Taxonómica

Según Maroto (2002), la clasificación taxonómica del pepino es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Clase	Angiospermae
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>sativus</i>

2.1.4. Requerimientos climáticos

Por su adaptabilidad el pepino se cultiva tanto en climas subtropicales como en tropicales. Ésta hortaliza es resistente al calor pero no tolera las heladas; se desarrolla bien a temperaturas que oscilan entre los 18 y 30 °C, a una máxima de 32 °C y una mínima de 10 °C, si ésta es menor no hay desarrollo de cultivo. Para una buena germinación la temperatura debe ser mayor de 15 °C., y para una buena polinización se requieren de 28 °C (Leñano, 1980; DGETA, 1982; Sobrino y Sobrino; 1989).

2.1.5. Requerimientos edáficos

El pepino se desarrolla en todo tipo de suelos, desde los que tienen una textura arenosa hasta los arcillosos con un buen drenaje, pero se adapta mejor en suelos de textura franca con suficiente materia orgánica, y bien aireados; en rango de PH con 5.5 a ligeramente alcalino (Mainardi, 1981; Sobrino y Sobrino, 1989; Maroto, 2002).

2.2. Usos del pepino en México

En México se producen dos tipos de cultivares, el pepino y el pepinillo, ambos se destinan para el consumo en fresco y ensaladas, pero en algunos sitios el pepinillo se prefiere en vinagre. Desde el punto de vista económico el pepino es el de mayor importancia ya que cerca del 80% de la producción se exporta y el 20% restante corresponde al pepinillo (ASERCA, 1998, Valádez, 2001).

2.3. Componentes nutritivos del pepino

Según Tosco (1962); Fersini (1974) y Watt *et al.*, (1975) citados por Maroto (2002) el pepino esta formada por agua de (94-97%), hidratos de carbonos estables (1-2.4%), Proteínas (0.8-1.6%), Azúcares (0.7-1.5%), Celulosa de (0.5 a 1.2%), Grasas de (0.03-0.2%), y 100 g de fruto fresco contiene 160-200 mg de potasio, 27-33 mg de fósforo, 16-25 mg de calcio, azufre 12 mg, magnesio

12 mg, vitamina A 250 UI, vitamina B1 30 mcg, vitamina B2 40 mcg, vitamina C 8-11 mg, inositol 30-55 mg, ácido oxálico 27 mg, valor calórico 15-17 cal.

2.4. Variedades de pepino en México

Dentro de las principales variedades cultivadas de pepino están la Ashey, Poinsett 76, Sprint, Jet Set, Marketer, Palomar y Tamor (Asgrow, 1984 citado por Váladez, 2001); en el caso del pepinillo se cuenta con las variedades, Ohio MR-17, Store, Premier, Explorer, Pioneer, MR-58 y Carolina (Asgrow citado por Váladez, 2001).

2.5. Principales plagas del pepino

Dentro de las principales plagas del follaje se encuentra del orden Homoptera como las mosquitas blancas (*Bemisia tabaci* Gennadius y *B. argentifolii* Bellows y P), mosquita de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood), áfidos (*Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* Sulzer; ácaros del orden Prostigmata (*Olygonichus mexicanus* McGregor y *Tetranychus urticae* Koch). Además, dentro del orden coleóptera están reportadas las diabroticas (*Diabrotica balteata* LeConte y *D. undecimpunctata* Barber), la pulga saltona (*Epitrix cucumeris* Harris), la chicharrita (*Empoasca* spp.), el escarabajo rayado (*Acalymma vittatum* Fabricius). En lo que respecta a plagas del fruto se encuentran los barrenadores del orden Lepidóptera (*Diaphania nitidalis* Stoll y *D. hialinata* L.); el falso medidor (*Trichoplusia ni* Hübner) y del orden díptera el

minador de la hoja (*Liriomyza sativae* Blanchard). El control de éstas se realiza principalmente con productos químicos, biológicos, culturales, cubiertas flotantes y acolchados (DGETA, 1982; MacGregor, 1983; Anaya y Romero, 1999; Valadez, 2001).

Dentro de las principales enfermedades fungosas reportadas en el pepino están la mancha foliar *Corynespora cassicola* (Berk y Curt) Wei; el mildiu *Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley and Curtis Clinton), la cenicilla *Erysiphe cichoracearum* y el tizón temprano *Alternaria cucumerina* (Ellis y Everhart) Elliot. Para el control de estas enfermedades se recomienda el Fosetil Al, Azoxistrobin, Benomilo, Clorotalonil, Mancozeb, Azufre, Triadimetón (PLM, 2005). También se recomienda el Bioa-condicionador orgánico, un complejo fungo bacterial (Biorgan- SF), y como medidas culturales eliminar las plantas dañadas, utilizar variedades resistentes y semillas certificadas (DGETA, 1982; Maroto *et al.*, 1995; Montoya, 1998; PLM, 2005).

De las enfermedades virales más importantes se encuentra Virus del Mosaico del pepino (VMP), Virus Mosaico de la Sandía (VMS), Virus Mosaico de la Calabaza (VMC), Virus Mancha Anular del Tabaco (VMAT) y Virus del Amarillamiento de Zucchini (VAZ) (Verdugo, 1983; Delgadillo 1991). Éstas pueden transmitirse por aproximadamente 38 especies de áfidos, los escarabajos manchados y rayados del pepino (*Diabrotica* sp. y *Acalymma* sp.). Para el control éstas enfermedades virosas se recomienda controlar los insectos vectores químicamente, como medidas culturales, el uso de trampas

verticales pegajosas, cultivos trampa, cubiertas plásticas, aceites, la eliminación de malezas que sirven como hospederas y el uso de variedades resistentes (DGETA, 1982; Maroto *et al.*, 1995; Agrios, 1996).

Las cucurbitáceas pueden ser atacadas por un grupo de hongos, bacterias y nematodos del suelo. Algunas de las enfermedades de la raíz inducidas por hongos son el ahogamiento de plántulas o damping off, como agente causal es el complejo de los hongos *Pythium* spp., *Phytophthora* sp., *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis* sp. y *Alternaria* sp. De todos los agentes causales del damping off el género *Pythium* es el patógeno más importante, y dentro de las especies más comunes son: *P. aphanidermatum* (Ed.) Fits., *P. ultimum*, *P. debaryanum*, Hesse (Agrios, 1996; Romero, 1988). Entre otras enfermedades está la marchitez sureña (*Sclerotium rolfsii*), la marchitez por *Fusarium* (*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*), el tizón gomoso (*Micosphaerella* spp.) (Montoya, 1998; Maroto *et al.*, 1995).

Para el control de estos patógenos se recomienda tratar la semilla con fungicidas como Metalaxil, Carboxin; hacer uso de semillas sanas, reducir la fuente de inóculo en los suelos infestados o disminuir las condiciones que favorezcan el desarrollo de la enfermedad.

Dentro las principales enfermedades causadas por bacterias esta la marchitez bacteriana (*Erwinia tracheiphila*), para su control se recomienda controlar los insectos vectores y proteger las plantas con cubiertas flotantes (Maroto *et al.*, 1995; Agrios, 1996; Montoya, 1998; PLM, 2005).

2.6. Nematodos en el cultivo de pepino

2.6.1. *Meloidogyne* spp.

2.6.1.1. Importancia económica

Los nematodos del género *Meloidogyne* spp., son endoparásitos sedentarios que causan agallas en plantas susceptibles, y son los más importantes por ser cosmopolitas y por su grado de patogenicidad; de las especies más importantes se encuentra a *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla*, y *M. javanica* (Christie, 1959; Webster, 1972; Sasser, 1977; Sasser, 1979; Dropkin, 1980; Taylor, 1983; Siddiqi, 1986; Jepson, 1987; Montes, 1988; Eisenback y Triantaphyllou 1991; Cruz *et al.*, 1998; Anaya y Romero 1999; Blancard *et al.*, 2000).

Cepeda (1996); Anaya, *et al.* (1999) mencionan que *Meloidogyne* spp. tiene alrededor de 3000 especies de plantas como hospederas que representan casi todas las familias vegetales, y éstos suelen ser voraces y destructivos cuando son favorecidos por buenas condiciones ambientales y son de gran importancia económica en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos.

Bonnemaison (1975) y Blancard *et al.*, (2000), señalan que *Meloidogyne* spp. puede permanecer en el suelo más de dos años en forma de huevo protegidas por una sustancia mucilaginosa, mientras que las larvas pueden sobrevivir

varias semanas en suelos secos y varios meses en suelos húmedos, la diseminación de éstos es a través de plántulas, agua de riego y herramientas.

Por otra parte el género *Meloidogyne* spp. en plantas hospederas con frecuencia están acompañados por otros patógenos tales como hongos (*Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, etc.) y bacterias, los que incrementan el marchitamiento reduciendo el crecimiento de las plantas y el rendimiento, además, que aceleran la presencia de síntomas en las plantas atacadas (Jensen, 1972; Dropkin, 1980; Villareal, 1982; Li *et al.*, 2001; Maroto, 2002).

Crishnaveni y Subramanian (2003) en un experimento realizado en pepino, bajo condiciones de invernadero en la India, encontraron que los daños causados por *M. incognita* cuando se inoculó un juvenil de segundo estadio (J2) por g de suelo obtuvieron pérdidas del 69.2% de producción. Estos resultados coinciden con lo que Beding y Tokarev (2004) reportan en Russia, el 70% de pérdidas causado por este mismo nematodo.

Dentro del contexto nacional, *Meloidogyne* spp. está presente en varios estados de la República Mexicana, atacando a un gran número de especies cultivadas, ocasionando pérdidas importantes en el rendimiento y la calidad de productos (Montes, 1988).

Khan *et al.* (2000) menciona que *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla*, y *M. javanica* su asociación y frecuencia fue variable en los cultivos, en general su

preferencia se concentró en la berenjena seguido por el pepino, okra, tomate y chile; los menos preferibles fueron la coliflor y la col.

2.6.1.2. Distribución mundial de *Meloidogyne* spp.

A *M. hapla* se le va a encontrar en climas fríos, con un promedio de temperatura del mes más frío de 0°C o menos y la del mes más cálido de 15°C., con éstas condiciones se les localiza en el Norte de los Estados Unidos de Norteamérica, en el Sur de Canadá, en el Norte de Europa y en el Norte de Asia. Mientras que en América del Sur se encuentran aproximadamente a 40° de Latitud Sur y en las regiones montañosas. En lo que respecta al país de Africa se ubican a altitudes mayores de 1500 msnm y en Australia es común en el estado de Victoria situada al Sur de ese país (Taylor y Sasser, 1983).

A *M. incognita* y a *M. javanica* se les encuentra en las zonas tórridas en Norteamérica y Suramérica a más de 30° de Latitud Norte y 35° de Latitud Sur, haciéndose más común a medida que se aproxima al Ecuador. Además están ampliamente distribuidos en las zonas tórridas de África, Australia y el Sur de Asia. En éstas zonas también es común *M. javanica* (Taylor y Sasser, 1983).

2.6.1.3. Distribución nacional de *Meloidogyne* spp.

El género de nematodos *Meloidogyne* spp. se ha caracterizado por su amplio rango de hospederos, y se han encontrado atacando desde cultivos básicos,

frutales, hortícolas, ornamentales. En la República Mexicana se ha encontrado a *M. incognita* y *M. arenaria* en los estados de Aguascalientes, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas; a *M. javanica* se le localiza en Aguascalientes, Guanajuato, Sonora, Oaxaca, Zacatecas; y a la especie *M. hapla* en Tlaxcala, Estado de México, y San Luis Potosí (Jepson, 1987; Montes, 1988; Del Prado *et al.*, 2001).

Los cultivos de importancia que han sido afectados por *Meloidogyne* en México son: aguacate, alfalfa, algodón, amaranto, cacahuete, calabaza, cafeto, cebolla, chile, col, durazno, fresa, frijol, garbanzo, guayabo, maíz, manzano, melón, plátano, papa, papaya, quelite, sandía, tabaco, tomate y vid entre otros (Eisenback y Triantaphyllou 1991; Cepeda, 1996).

2.6.1.4. Distribución mundial y nacional de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de pepino

El género *Meloidogyne* es uno de los nematodos más estudiados dada su amplia distribución y grado de patogenicidad en las plantas, éstos fueron identificados por primera vez en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero en Inglaterra por Berkeley en 1855, posteriormente Gaskin y Crittenden (1956); Whinstead (1956) en USA encontraron que el pepino era altamente susceptible a *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y a *M. hapla*, más tarde fue reportado en Alemania y Holanda, (Goffart, 1957; citado por

Bonnemaison, 1975), en Kumasi, Ghana, Hemen (1975) reporta al cultivo de pepino como uno de los más susceptibles a *Meloidogyne* spp., respecto al país Soria (1983) hace el primer reporte del nematodo agallador como uno de los principales patógenos del suelo en la península de Yucatán, en el cultivo de pepino, años después Del Prado *et al.*, (1998) y Carrillo *et al.*, (2000) reportan la presencia de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de pepino en los estados de Sinaloa y Morelos. En general *Meloidogyne* spp. es reportado en casi todos los sitios donde el pepino es cultivado.

2.6.1.5. Distribución de *Meloidogyne* spp. en el estado de Sinaloa en el cultivo de pepino.

Carrillo *et al.* (2002) realizaron un estudio de distribución geográfica y frecuencia de las diferentes especies de *Meloidogyne* en el estado de Sinaloa, se colectaron muestras en lotes con antecedentes nematológicos en los valles hortícolas, Cruz de Elota, Culiacán, Navolato y Guasave; se eligieron las zonas de mayor importancia hortícola y de las 24 localidades muestreadas se obtuvieron 40 poblaciones diferentes de *Meloidogyne* spp., distribuidas en los cultivos de jitomate, chile, berenjena, pepino y en algunas malezas. Concluyendo que *Meloidogyne* spp. se encuentra distribuido en todas las zonas hortícolas del estado, sobresaliendo la especie de *M. incognita* y las especies *M. arenaria* y *M. javanica* sólo se localizan en la zona centro del estado.

2.6.1.6. Clasificación taxonómica del género *Meloidogyne*

La clasificación taxonómica de *Meloidogyne* spp. de acuerdo con Cepeda (1996) es la siguiente:

Clase	Secernentea
Subclase	Diplogasteria
Orden	Tylenchida
Suborden	Tylenchina
Superfamilia	Tylenchoidea
Familia	Heteroderidae
Subfamilia	Meloidogyninae
Género	<i>Meloidogyne</i>

2.6.1.7. Ciclo de vida

El ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. tiene una duración de 3 a 4 semanas en hospederas susceptibles en suelos ligeros con temperaturas que oscilan entre los 25 y 30°C, y puede presentarse 3 a 10 generaciones por año (Bonnemaison, 1975; Dropkin, 1980). Su ciclo biológico inicia con el huevo, posteriormente pasa por cuatro estados larvales para convertirse en adulto (Figura 1) (Bird, 1979).



18

segundo estadio larval. Poco después, la larva en segundo estadio (J2) emerge a través de un agujero hecho en un extremo del huevo, el cual perfora por medio de pinchazos repetidos con el estilete, cuando ya está completamente desarrollado con temperatura y humedad favorables éste puede dejar o no inmediatamente la masa mucilaginosa. Generalmente hay varias larvas emergidas en la masa de huevos junto con huevos en varios estados de desarrollo.

Cuando se desprendan dos cutículas se ha completado la segunda y tercera muda en la hembra, en esta fase el estilete y el bulbo esofágico medio desaparecen. Poco después de la cuarta muda el estilete y el bulbo medio son regenerados, se forma la vagina y el patrón perineal se hace visible. Se forman dos gónadas femeninas difíciles de apreciar ya que se alargan y se doblan en el cuerpo, casi globular o ligeramente alargado con un cuello que puede ser corto y robusto (Bird, 1979; Taylor y Sasser, 1983).

Los machos son escasos, generalmente presentan una gónada y cuando llegan a presentar dos se debe a que se han desarrollado a partir de una larva hembra, esta situación se presenta cuando las condiciones ambientales son desfavorables, y se incrementa la cantidad de éstos (Hirschmann citado por Bird, 1979; Papadopoulou y Triantaphyllou, 1982).

Las características morfológicas principales para la identificación de los juveniles son forma y longitud del cuerpo, la forma de la cola, la posición del

poro excretorio, la estructura del bulbo medio del esófago y el estilete robusto (Franklin, 1979; Hirschmann, 1982; Page, 1985; Goeldi citado por Jepson 1987).

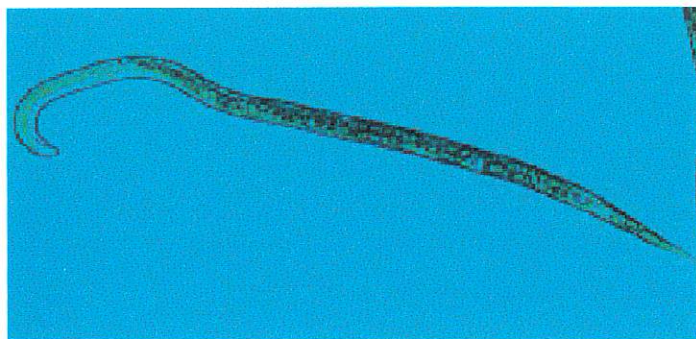


Figura 2. Nematodo juvenil (J2) de *Meloidogyne* spp.

La hembra de *Meloidogyne* spp. Posee una cutícula delgada y suave; la vulva, el ano y la parte terminal del cuerpo están muy juntos; además generalmente tiene el cuerpo globoso o en forma de pera (Figura 3). No retienen los huevos, estos son depositados en una masa gelatinosa (Jenkins, 1967; Zukerman, *et al.*, 1971; Franklin, 1979; Dropkin, 1980; Page, 1985).

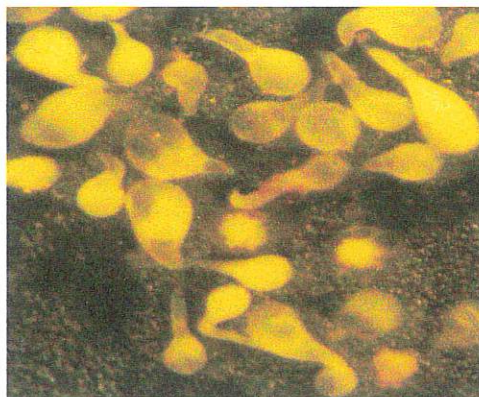


Figura 3. Hembras de *Meloidogyne* extraídas de agallas

Los machos son elongados y vermiformes con la cola redondeada (Figura 4), presentan una espícula y un gubernáculo muy notorios, este estado sexual no es útil para la identificación debido a que son sedentarios, no se les encuentra asociados con la hembra y en general su ciclo de vida es muy corto, eclosionan cuando están completamente desarrollados y éstos no se alimentan (Bonnemaison, 1975; Franklin, 1979; Dropkin, 1980; Hirschmann, 1982; Page, 1985; Eisenback y Triantaphyllou, 1991).

La reproducción del género *Meloidogyne* spp. frecuentemente es por partenogénesis o sexualmente dependiendo de la planta hospedera y condiciones ambientales presentes (Bonnemaison, 1975; Triantaphyllou, 1991; Eisenback y Triantaphyllou, 1991).

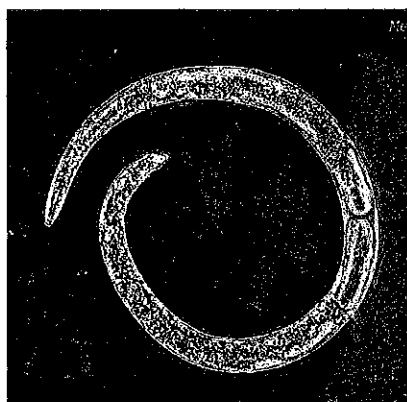


Figura 4. Macho de *Meloidogyne* spp.

2.6.1.8. Formación de agallas

La formación de agallas se presenta cuando las larvas de segundo estadio (J2) salen del huevo y penetran, generalmente, en la punta de la raíz (Figura 5), los

que al principio se alimentan de las células corticales, posteriormente se desplazan entre las no diferenciadas y finalmente colocan sus cabezas en el cilindro central en desarrollo, cerca de la región de elongación celular, y sus cuerpos en la corteza, con sus estiletes perforan las paredes celulares e inyectan secreciones de las glándulas esofágicas; éstas causan un agrandamiento de las células en el cilindro vascular y aumentan la proporción de la división celular en el periciclo lo que da lugar a la formación de células gigantes (hipertrofia), al mismo tiempo se presenta una intensa multiplicación de éstas (hiperplasia) alrededor de la cabeza de la larva, y éstos se van alimentar de las células gigantes (Christie, 1959; Taylor y Sasser, 1983; Siddiqi, 1986; Jepson, 1987).

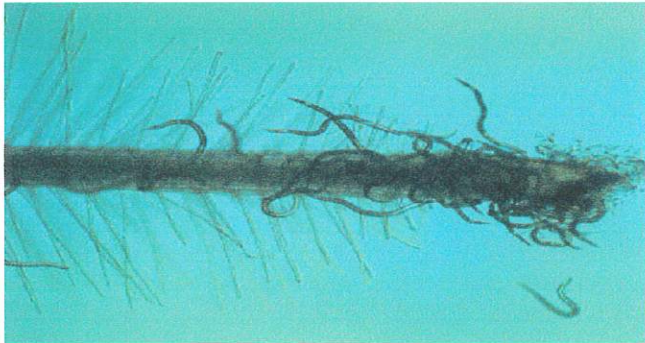


Figura 5. Nematodos juveniles (J2) de *Meloidogyne* penetrando en la raíz de una planta susceptible.

La formación de agallas pueden tener un cm o más de diámetro y cuatro cm de longitud (Figura 6), a menudo contienen muchas hembras embebidas en el tejido de la raíz, que pueden llegar a sobrevivir hasta por más de un año (Taylor y Sasser, 1983; Adams *et al.*, 1989).



Figura 6. Raíz de pepino agallado por *Meloidogyne* spp.

2.6.1.9. Daños causados por *Meloidogyne* en pepino

Las raíces de las cucurbitáceas cultivadas en condiciones de campo como en invernadero son las más susceptibles al ataque de los nematodos agalladores del género *Meloidogyne* spp. (Hemeng, 1975; Maroto *et al*; 1995). Por lo que éstos son parte de los principales patógenos del suelo que afectan la producción de esta hortaliza, causando grandes pérdidas económicas por la reducción y calidad de la producción (Sasser, 1979; Eisenback y Triantaphyllou 1991; Williason y Hussey, 1996; Maroto, 2002; Kratochvil *et al.*, 2004; Meyer *et al*; 2005).

Krishnaveni y Subramanian (2003) realizaron un experimento en macetas para determinar los daños en pepino debido a la infestación por *Meloidogyne* incógnita raza 3, y se estimó una pérdida de un 69.2% de *M. incognita* cuando

se inoculó un juvenil de segundo estadio (J2) por gramo de suelo; los mismos autores realizaron un estudio bajo condiciones de invernadero, en el cultivo de pepino variedad Green Long, las plantas fueron inoculadas con 0, 10, 100, 1000, 10000, 100000 juveniles de *M. incognita* raza 3 del segundo estadio (J2) por planta. Observaron que plantas inoculadas con 1000 o más nematodos estaban altamente agalladas y el crecimiento de las plantas se redujo significativamente. Con 100 000 juveniles por planta, se redujo aún más el crecimiento, presentando amarillamiento y caída de hojas.

Yáñez, (1990) señala que bajo condiciones de invernadero *M. incognita* causa un alto grado de agallamiento radical en las variedades de tomate Count 11, Baja y Pacific, lo que disminuyó considerablemente el rendimiento

Las agallas que forma *Meloidogyne* spp. traen como consecuencia que la raíz no absorba en forma normal los nutrientes del suelo, manifestándose en la planta raquitismo, reducción de crecimiento, disminución de raíces laterales, poca formación de pelos radicales y amarillamiento, por lo que la producción se ve afectada; además, fisiológicamente estos ataques aumentan la formación de proteínas en las agallas lo que origina un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento de las raíces, tallo y una reducción en la fotosíntesis (Taylor y Sasser, 1983).

2.6.1.10. Síntomas

Generalmente los síntomas causados por *Meloidogyne* spp. puede confundirse con los que presentan otros patógenos del suelo. En la parte aérea generalmente en campo se observa manchones de plantas con reducción en el crecimiento, marchítes, muerte prematura, disminución de formación de frutos y pérdida de producción (Bird, 1979; Jepson, 1987; Maroto, 1995). Los indicadores en la raíz son la presencia de agallas (Bird, 1979; Huang citado por Jepson, 1987).

2.7. Control de nematodos

El control de los nematodos generalmente se ha realizado con productos químicos fumigantes y no fumigantes por su efectividad inmediata y seguridad. Dentro de los fumigantes están los productos comerciales el Bromuro de Metilo, Telon (1-3, Dicloropropeno), Busan[®] 69 GE (Metam Potasio 54%), Bunema 55 GE (Metam Sodio), y los químicos no fumigantes como el Nematicur 400 (Fenamifos), Vydate L (Oxamil), Ruby 10 G y Ruby 200 CS (Cadusafos), Anafur, Furadán y Velfurán entre otros (Carbofurán); Temik 15 G (Aldicarb); Anamer 5% G (Terbufos), Mocap 15 G (Etoprofos). También se han utilizado productos biológicos como Ditera ES y Ditera EF (*Myrothecium verrucaria*) y Biostat WP (*Paecilomyces lilacinus*) (Christie, 1959; Jepson, 1987; UNEP, 2002; PLM, 2005,). También se han venido empleando variedades resistentes; tratamientos físicos, como la solarización del suelo, agua caliente, etc. enmiendas orgánicas, rotación de cultivos, cubiertas vegetales, acolchados y el manejo integrado de plagas (UNEP, 2002), pero con el desplazamiento del Bromuro de metilo del mercado estos métodos no han sido suficientes por lo que se han buscado otras alternativas como es el caso del producto orgánico QL Agri 35.

2.7.1. Control químico

El control de los nematodos se ha venido realizando con diferentes productos químicos desde años atrás. Con aldicarb en concentraciones de 1 – 5 ppm en condiciones de laboratorio inhiben el movimiento de los nematodos (*Globodera*

rostichiensis, *Meloidogyne incognita*, *Heterodera shachtii*, *Aphelenchoides avenae* y *Panagrellus redivivus* (Nelmes, et al., 1973; Hough y Thomason, 1975; Batterby, et al., 1976). Este mismo nematicida en la Costa de Hermosillo disminuyó significativamente la población de nematodos a los 15 días después de la aplicación (Ramírez y Nieto, 1995).

Con aldicarb y carbofurán en dosis de 2 y 0.6 g de i.a./planta respectivamente, incrementó la producción y disminuyó considerablemente la población de *Meloidogyne incognita* en vid (Rahendran y Nagatan, 1978). Así como también el 1-3, dicloropropeno reducen las poblaciones de *Meloidogyne* si se aplica antes de la plantación (Raski y Krusberg, 1984), y el índice de agallamiento fue reducido cuando se realizó aplicación de ethoprop (60 g de i.a./ha) en el cultivo de sandía (Venegas, 1999). Con tratamientos de metam sodio + aldicarb, Telone II + aldicarb y aldicarb sólo, redujeron daños en tubérculos de papa infectados por nematodos en 23.7%, 8.7% y 6.7%, respectivamente (Hafez y Sundararaj, 2001).

Cuando la Cloropicrina se aplica sola se obtiene una buena efectividad cuando se utilizan dosis altas de 15 - 50 gm⁻² y los resultados son similares a los que se obtienen con el Bromuro de Metilo para controlar hongos fitopatógenos y algunos insectos. Como nematicida no tiene buen efecto, y sólo elimina algunas semillas de malezas (Porter, et al., 2002). Sin embargo cuando la presencia de estos son bajos, este fumigante es ampliamente aceptado (Porter et al., 1999).

El 1,3-Dicloropropeno es altamente efectivo contra los nematodos. A dosis de 35 - 50 gm⁻² también controla algunas malezas y hongos fitopatógenos (Noling y Becker, 1994). Una posible desventaja de este producto pudiera ser a la acelerada degradación que presenta por microorganismos del suelo, aunque este proceso no es claro aún (Ou, 1998).

Rich *et al.* (2000) condujeron un experimento en el cultivo de algodón con nematicidas. Con 1,3-Dicloropropeno obtuvieron incrementos de producción en todas las dosis en tres de los cuatro ensayos, en comparación con los testigos no tratados. Las poblaciones de *Rotylenchus reniformis* en postcosecha sólo se redujeron, en uno de los ensayos.

En Canadá combinaciones de 1,3-Dicloropropeno y Cloropicrina (Telone[®] C-17) presentaron un excelente control de semillas y especies de malezas en semilleros de fresa en Nova Escotia (Jensen, 2001). Metam Sodio en combinación con Cloropicrina y otros han dado resultados similares que el Bromuro de Metilo con Cloropicrina en investigaciones en el cultivo de fresa en California (Nelson *et al.*, 2002).

De los falsos fumigantes que liberan Metil Isotiacionato son efectivos para controlar un amplio rango de artropodos, hongos del suelo, nematodos y malezas, pero el control de bacterias es bajo (UNEP, 2002). Dazomet es un granular que requiere una distribución uniforme y adecuada humedad para

tener una buena dispersión en el suelo y eficacia, en éstas condiciones a dosis de 35 - 50 gm⁻² tiene mejor o igual efecto que el Metam Sodio (López-Aranda *et al.*, citado por la UNEP, 2002). La desventaja de los generadores de MITC estos son muy residuales por lo que causan fitotóxicidad

Giannakou y Karpouzas (2003) encontraron que con aplicaciones de Metam-sodio y 1,3-Dicloropropeno, hubo un buen control en la población de nematodos en el cultivo de pepino, cuando posteriormente se realizaron aplicaciones de Cadusafos y Oxamil. Así como también observaron que Dazomet, Metam-sodio, y los no fumigantes Oxamil, y fenamifos pueden reducir la población de nematodos tan eficientemente como el Bromuro de Metilo. En Portugal con aplicaciones de metam sodio un mes antes del transplante incrementó significativamente la producción en el cultivo de pepino; en el tomate el metam potasio aplicado un mes antes y el fenamifos un día antes del transplante también incrementaron la producción (Lamberti *et al.*, 2001).

De los falsos fumigantes que liberan Metil Isotiacionato son efectivos para controlar un amplio rango de artropodos, hongos del suelo, nematodos y malezas, pero el control de bacterias es bajo (UNEP, 2002). Dazomet es un granular que requiere una distribución uniforme y adecuada humedad para tener una buena dispersión en el suelo y eficacia, en éstas condiciones a dosis de 35 - 50 gm⁻² tiene mejor o igual efecto que el Metam Sodio (López-Aranda *et al.*, citado por la UNEP, 2002). La desventaja de los generadores de MITC estos son muy residuales por lo que causan fitotóxicidad.

Russo *et al.* (2003) en un ensayo realizado en la Región de Salerno encontraron que Oxamil 1 kg/ha de Oxamil (10 kg/ha de producto comercial Vydate), aplicado a intervalos de 14 días, mantuvo la población de *M. incognita* a un nivel aceptable en suelos infestados. Mientras que aplicado en riego por goteo obtuvieron mejores resultados que fenamifos y fostiazato aplicado antes del transplante. Desaegeer *et al.* (2004) señalan que oxamil redujo la infección causada por los nematodos agalladores e incrementó la producción cuando se combinó con aplicaciones de fumigación del suelo con 1,3-Dicloropropeno y/o metam sodio.

2.7.2. Control genético

El uso de variedades resistentes o tolerantes son factibles contra plagas del suelo sólo cuando se utilizan como parte de un sistema de manejo integral del cultivo, que incluye resistencia a nematodos, hongos, tales como *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium* y a bacterias (Fery y Duques, 1996). La mayor limitación del uso de éstas son la aparición de nuevas razas, altos niveles de población y condiciones ambientales (Besri *et al.*, 1984). El uso de injertos en rizomas para proteger cultivos susceptibles a patógenos del suelo han dado también excelentes resultados como las variedades resistentes para controlar los nematodos agalladores, hongos (UNEP, 2002).

2.7.3. Control cultural

Solarización del suelo ocurre cuando la radiación solar incrementa la temperatura del suelo con el uso de plásticos o los VIF (Virtually Impermeable Film) a niveles letales contra patógenos, malezas, insectos y ácaros (Katan, 1993). Cabe señalar que los nematodos agalladores (*Meloidogyne* spp.), el coquillo (*Cyperus* spp.) y algunos hongos no es posible obtener un buen control de éstos a través de este método. Existen numerosos estudios sobre el amplio espectro que tiene la solarización para controlar patógenos y malezas, en combinación con fumigantes, químicos, agentes biocontroladores y tácticas culturales (Cartia y Asero, 1994).

About-Jawdah *et al.* (2000) condujeron un experimento en el Sur de Libano para comparar tácticas de control en un suelo infestado de forma natural por *M. incognita* y *M. javanica* en condiciones de invernadero, en el cultivo de pepino, encontraron que sola la solarización incrementó significativamente el rendimiento, reducción en el índice de agallamiento, y el número de J2 en 100 cm³ de suelo después de 50 días de solarización.

Cascote *et al.* (2000) realizaron un experimento para evaluar la efectividad de solarización usando diferente grosor de plásticos en el cultivo de tomate en condiciones de invernadero en Italia, los EVA (ethylenevinyl acetate film) con 35 µm de grosor y los de 50 µm de color verde fueron los más efectivos

comparados con los de 45 μm de color negro en controlar el hongo *Pyrenochaeta lycopersici* y *Meloidogyne* spp.

Marbán *et al.* (1989) encontraron que algunas especies de leguminosas (*Cannabalia ensiformes*) ejercen un control sobre *M. incognita* y *Nacobuus aberrans* en plantas de tomate. Rodríguez *et al.* (1989) sugieren aplicaciones más de 300 kg/ha de urea para ejercer un control sobre los nematodos.

Valenzuela *et al.* (1990) probaron coberturas de leguminosas asociadas con tomate variedad Dina guayabo encontrando que tuvieron un efecto antinematodo disminuyendo las poblaciones de *Meloidogyne arabicida*. Bell *et al.* (1998) menciona que la incorporación de plantas de *Tagetes* spp. en el suelo reducen poblaciones de nematodos. En el Sur de Italia enmiendas al suelo con composta de olivo y uva fresca causaron una reducción significativa de *M. incognita* en el cultivo de melón en suelos arenosos (D' Addabo *et al.*, 2000).

Valenzuela *et al.* (1990) probaron coberturas de leguminosas asociadas con tomate variedad Dina guayabo encontrando que tuvieron un efecto antinematodo disminuyendo las poblaciones de *Meloidogyne arabicida*. Bell *et al.* (1998) menciona que la incorporación de plantas de *Tagetes* spp. en el suelo reducen poblaciones de nematodos. En el Sur de Italia enmiendas al suelo con composta de olivo y uva fresca causaron una reducción significativa de *M. incognita* en el cultivo de melón en suelos arenosos (D' Addabo *et al.*, 2000).

Wang *et al.* (2002) mencionan que gran parte de la investigación en *Crotalaria* ha sido enfocada sobre la supresión de nematodos entre los cuales se incluyen *Meloidogyne* spp., *Rotylenchus reniformis*, *Rhizopholus similis* entre otros. Otros patógenos y plagas no logran hospedarse en ella, compite con malezas sin llegar a serlo, crece vigorosamente proporcionando una buena cobertura del suelo que lo protege contra la erosión además fija el nitrógeno y es un abono verde.

Cuadra *et al.* (2000) condujeron un experimento en la Habana, Cuba utilizando la lechuga (*Lactuca sativa*) y (*Raphanus sativus*) como cultivos trampa para suprimir la población de *Meloidogyne incognita* raza 2 en plantas de pepino y tomate en macetas con una mezcla de suelo orgánico (60% de suelo rojo y 40% de estiércol de vaca). Dejaron crecer la lechuga y rábano 30 y 35 días respectivamente, en bajas y altas densidades de población de nematodos. Encontraron hembras maduras y masas de huevos en un 10% y 6% en las raíces de las lechugas y rábanos, respectivamente, con un rango promedio de 2160 y 2150 de juveniles (J2) por m² en ambos cultivos.

2.7.5. Control biológico

Marbán *et al.* (1992) estudios realizados con *Paecilomyces marquandii* en suelos con un sistema de cultivo en chinampas mostraron que el hongo ejerció un control sobre el desarrollo de los nematodos. Abd *et al.* (1993) en condiciones de laboratorio observaron que la mezcla de dos de los hongos

biocontroladores *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* o *Epicoccum* spp. redujeron el porcentaje de huevos y la actividad larval de *Meloidogyne incognita*. Con extractos de algas marinas *Ascophyllum nodosum* aplicada a plantas de tomate variedad Ailsa Caraig redujeron la cantidad de huevos extraídos en comparación con el testigo (Whapam et al., 1994).

Rao et al. (1997) encontraron que *Trichoderma harzianum* y pasta neem (*Azadirachta indica*) incorporados al suelo solos o combinados en plantas de tomate incrementó el crecimiento, redujeron el índice de agallamiento y disminuyeron la población final de *M. incognita*. Así como también hubo un incremento en la colonización de *T. harzianum* en las raíces favorecido por la enmienda de pasta neem. Reddy et al. (1997) Encontraron que mezclan de neem con *Glomus fasciculatum* en los semilleros e incorporación de *T. harzianum* en la plantación es un buen para *M. incognita*.

Siddiqui and Shaukat (2003) encontraron que las razas CHA0-Rif/pME3424 y CHA89 derivados genéticamente de *Pseudomonas fluorescens* raza CHA0, en bajas densidades de población de *Meloidogyne javanica* (0, 500, 1000 y 2000 J2 por maceta) ambas razas redujeron significativamente la penetración de nematodos en raíces de las plantas y a densidad alta de población de nematodos (4000 J2/maceta) sólo la raza CHA0-Rif/pME3424 redujo significativamente la penetración en el mismo cultivo.

Gotlieb *et al.* (2003) descubrieron que la incorporación del micelio seco de *Penicillium chrysogenum* producto de desecho de una industria farmacéutica aumentó el crecimiento y redujo el índice de agallamiento causado por *M. javanica* en plantas de tomate y pepino.

Chubachi *et al.* (2003) evaluaron el efecto nematicida de seis diferentes razas de *Streptomyces* sp. contra juveniles (J2) de *Meloidogyne incognita* raza 1. Inocularon plántulas de pepino con cada una de ellas en macetas y encontraron que incrementó la longitud, el peso fresco y las razas NA-494 y NA-369 disminuyeron el índice de agallamiento en un 24 y 29% respectivamente comparadas con el testigo. Y las razas NA-150 y NA-359 redujeron casi en un 50% la densidad de población de juveniles.

2.7.6. Control orgánico

2.7.6.1. QL 35[®]

El nematicida natural contiene 350 g/l de extracto de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) como ingrediente activo, compuesto por saponinas y sólidos como polifenoles, sales y azúcares. Está formulado como concentrado soluble; se encuentra clasificado en la Categoría IV, ligeramente tóxico. Actúa por contacto e ingestión y sus propiedades nematicidas se deben a una sinergia entre las saponinas y otros compuestos activos presentes en el extracto, como los taninos y los polifenoles.

En los últimos años se han desarrollado varios trabajos de investigación con QL Agri 35, extracto del árbol de *Quillaja Saponaria* (Quillay), que cuenta con certificación Internacional como producto orgánico permitido en la agricultura biológica según los requerimientos de la unión Europea, USA y Japanese Organic Agricultural Products (BASF, 2005)

La empresa BASF de la República Chile en conjunto con la Universidad de ese mismo país, desde 1998 han realizado 43 ensayos técnicos. En los cuales se comprobó la extraordinaria eficacia del producto en el control con un amplio espectro de nemátodos exógenos y endógenos que afectan la vid y los cítricos, tales *Xiphinema index*, *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne incognita*, *Xiphinema americanums.*, *Criconemella sp*, *Pratylenchus thornei.*, *Pratylenchus neglectus*, *Paratylenchus sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Hemicycliophora sp.*, y *Tylenchulus semipenetrans* entre otros (BASF, 2005).

La dosis del producto recomendada depende del nivel poblacional de los nematodos, diluido en 5000 ppm (equivalente a 5 cc/L de agua) de 25 a 30 LHa⁻¹.

Urzúa y Magunacelaya (1996) realizaron aplicaciones de quillay, fenamifos y etoprofos en vid para controlar *Meloidogyne*, encontraron que el producto orgánico no tuvo un efecto nematocida durante el desarrollo vegetativo de las plantas, mientras que los químicos presentaron un buen control en la población de *Meloidogyne* spp.

Arriagada y Magunacelaya, (2000) inocularon con 0, 100, 200, 400, 600 y 800 huevecillos de *Meloidogyne* spp. en plantas de papayo, cuando tenían 6 meses de edad, posteriormente aplicaron extracto de Quillay a dosis de 0.2 cm³/planta y 0.4 cm³/planta y un testigo químico, evaluaron 120 días después de la inoculación, el mayor peso de raíces y parte aérea se presentó en plantas sin nematodos; y en las dosis bajas de Quillay se tuvo el mayor número de agallas, pero con el mayor peso de raíces y parte aérea que en la dosis alta.

Pacheco y Magunacelaya (2000) establecieron un ensayo en jitomate establecido con plástico y aplicaciones de Quillay, Nematicur y Mocap, 60 días después del trasplante, los mejores resultados supresivos de nematodos y grado de agallamiento fueron los tratamientos con Nematicur y Mocap, en cambio en Quillay la población final, los índices reproductivos de nematodos, porcentaje de agallamiento fueron más altos por lo que éste producto orgánico no tuvo una clara actividad nematocida sobre *M. arenaria*, pero mejoró el rendimiento del cultivo, superando a los químicos.

Araya y Magunacelaya (2002) evaluaron la acción nematocida de Nematicur 0.13 ml/planta, Mocap 0.13 ml/planta, extracto de Quillay 0.2 y 0.4 ml/planta sobre poblaciones inoculadas con *Meloidogyne* sp. con 0, 200, 400, 800, y 1600 huevecillos/planta en vid. Evaluaron 6 meses después el número de juveniles (J2), huevecillos y agallas en raíces, peso de poda, peso de raíces agalladas y no agalladas. Mocap presentó el mejor efecto nematocida seguido por Nematicur, mientras que el extracto de Quillay únicamente promovió un buen crecimiento radical.

Magunacelaya *et al.* (2003) realizaron un experimento en tomate de invernadero, con aplicaciones de QL Agri 35 en 5 000 y 10 000 ppm, Quitosano (Biorend) a 1000 ppm y un testigo absoluto, mencionan que en tratamientos de Quillay se obtuvo el menor peso aéreo que el testigo, sin embargo en el peso de raíces fue mayor y la relación peso foliar / peso raíz fué igual entre estos tratamientos y diferente al testigo. Biorend 1000 ppm y Quillay 10000 ppm se obtuvieron las raíces más gruesas y esclerosadas.

Barraza *et al.* (2003) hicieron dos ensayos en vid, con la aplicación de QL Agri 35 a dosis de 25 LHa⁻¹ en 5000 ppm, a ésta dosis incrementó el porcentaje de racimos, el diámetro de frutos fue mayor a 25 mm, el daño en las raíces fue moderado y en las ramas podadas se obtuvo el mayor peso.

Magunacelaya y San Martín (2003) en un experimento en vid para mesa, con aplicaciones de extracto de *Quillaja saponaria* 11 y 20 Lha⁻¹, Enzone 60 Lha⁻¹ y Etoprofos 10 Lha⁻¹ para suprimir la población de *Meloidogyne hapla*. Obtuvieron efectos positivos en todos los tratamientos ya que evitaron el incremento de las poblaciones de los fitonematodos. Y en los tratamientos con Quillay se presentó el más alto rendimiento con un mayor diámetro y calidad de frutos.

Urzúa y Magunacelaya (2003) evaluaron en vid, con extracto de Quillay (0.5 y un mL) señalan que no presentó un efecto nematicida, posiblemente a una dilución del producto con agua en el riego postaplicación. Magunacelaya *et al.* (2003) evaluaron en dos temporadas la acción nematicida del extracto de

Quillay en tomate con plástico. El extracto de Quillay en ambas presentó rendimientos más altos y mejor calidad de frutos que los tratamientos químicos. La efectividad biológica de Nema-cur y Mocap fue más eficiente que Quillay pero en el crecimiento vegetativo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Maguanacelaya *et al.* (2003) en un ensayo realizado en tomate en invernadero, evaluaron la efectividad biológica de QL Agri 35 para controlar *Meloidogyne arenaria* raza II, encontraron que cuando las plantas fueron inoculadas después de haber aplicado los tratamientos, 20 días después evaluaron y no se observaron agallas en las raíces de las plantas, pero si presentaron juveniles en el suelo.

Marbán y Avila (2004) en un estudio dirigido en vid, mencionan que la aplicación de QL Agri 35 a dosis de 30 L/ha (dos aplicaciones por año) suprimió significativamente las poblaciones de *Meloidogyne incógnita*. También indican que este efecto fue más notable 30 días después de la aplicación ya que se observó un mayor desarrollo de raíces.

III. MATERIALES Y METODOS

Se establecieron dos bioensayos en el invernadero de Nematología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Chapingo, para evaluar la efectividad biológica de QL Agri 35 contra *M. incognita* con una y dos aplicaciones, el primero inició en julio y el segundo en el mes de agosto del 2005; se evaluó el peso seco del follaje, raíces y el índice de agallamiento; el experimento de campo se realizó en Cruz de Elota, Sinaloa, en el ciclo primavera verano de 2005, entre los meses de enero a marzo; con el propósito de evaluar la efectividad biológica de QL Agri 35 en el control de *M. incognita*, en el cultivo de pepino; se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la dinámica poblacional de juveniles segundo estadio (J2) en 100 g de suelo, el factor de reproducción de los nematodos, el índice de agallamiento y el rendimiento. En el laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Chapingo se incubaron dos gramos de agallas tanto en embudos como en cajas petri, para determinar el tiempo en que eclosiona la mayor cantidad de juveniles vivos y muertos así como también el de huevecillos.

3.1. Experimento de invernadero

3.1.1. Primer bioensayo

Para la obtención del inóculo, en el invernadero se establecieron plántulas de jitomate, de 4 a 5 hojas verdaderas, las cuales se transplantaron en cajas de unicel con suelo infestado en forma natural con *Meloidogyne* spp., el cuál fue traído del Ejido los Caimanes Mpio. Cruz de Elota, Sinaloa. Las plantas se fertilizaron y regaron cada tercer día y noventa días después del transplante se extrajeron las raíces, se lavaron y se aislaron las agallas, y éstas se depositaron en una malla que posteriormente se colocó sobre un embudo de filtrado cónico el cuál se introdujo en la cámara nebulizadora con su respectivo tubo de ensayo para recolectar los nematodos, se dejó 14 días dentro de la cámara hasta obtener suficiente eclosión de juveniles (J2), que se utilizaron para inocular las plantas del experimento. La suspensión de los tubos de ensayo se depositó en un vaso de precipitado, se filtró en un tamiz del número 400 para reducir el volumen, y se aforo a 500 mL, de ésta suspensión se tomaron tres muestras de 2 mL de solución a las cuales se les contó el número de nematodos. De estos datos se obtuvo una media y se estimó la cantidad de solución que se requería para inocular 1000 nematodos por repetición.

En el invernadero se sembraron dos semillas de pepino variedad Conquistador por vaso de unicel de 1000 ml con suelo estéril, posteriormente se hizo el aclareo dejando una planta por vaso, y cuando las plantas tenían de tres a

cuatro hojas verdaderas se aplicaron los tratamientos (Cuadro 1), y 24 horas después se inocularon con 1000 juveniles (J2) por repetición. La aplicación de éstos se realizó con una pipeta, después se dio un riego ligero para que los nematodos se desplazaran al interior del suelo, posteriormente se dieron riegos de acuerdo con los requerimientos de las plantas. Cincuenta días después de haber inoculado, se evaluó el peso seco foliar, de raíces y el porcentaje de agallamiento. La parte foliar se evaluó cortando la planta al raz del suelo y en el caso de la raíz ésta se extrajo, se lavó con agua potable para eliminar el exceso de suelo se dejó escurrir, posteriormente se colocaron en bolsas de papel debidamente etiquetadas y se colocaron en la estufa a 50°C por 24 horas, y finalmente se pesaron con una balanza granataria. La evaluación del porcentaje de agallamiento se realizó en base a la escala utilizada en campo (Cuadro 3). Para este experimento los tratamientos se arreglaron en un diseño completamente al azar, con diez repeticiones cada uno, se realizó el análisis de varianza en el programa SAS versión 8.2 y para la comparación de medias múltiples se utilizó la prueba de Tukey $\alpha=0.05$ para cada variable evaluada

3.1.2. Segundo bioensayo

El segundo bioensayo, se realizó con la finalidad de verificar los primeros resultados; establecido en agosto del 2005, y se empleó la misma metodología del primero, excepto que los vasos fueron de menor capacidad 500 mL y se evaluaron las mismas variables.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados para evaluar la efectividad biológica de QL Agri 35 en la fase de invernadero.

No.	Tratamientos	Ingrediente activo	Dosis
1	QL Agri 35® una aplicación con nematodos	<i>Quillaja saponaria</i>	5000 ppm
2	QL Agri 35® dos aplicaciones con nematodos	<i>Quillaja saponaria</i>	5000 ppm
3	QL Agri 35® una aplicación sin nematodos	<i>Quillaja saponaria</i>	5000 ppm
4	QL Agri 35® dos aplicaciones sin nematodos	<i>Quillaja saponaria</i>	5000 ppm
5	Vydate una aplicación con nematodos	Oxamil	20 ppm
6	Planta con nematodos sin aplicación	-----	-----
7	Testigo absoluto	-----	-----

Nota: la segunda aplicación se realizó 15 días después de la primera.

3.2. Experimento de campo

3.2.1. Ubicación del experimento

La fase de campo del experimento se realizó en un lote comercial de pepino variedad Conquistador, en el Ejido los Caimanes ubicado en Cruz de Elota, Sinaloa., éste se localiza en la parte Suroccidental del estado, entre los 22° 55'00" de latitud Norte y los 106° 54'00" de latitud Sur a 23 msnm. Presenta un clima tropical con lluvias en verano, con épocas de sequía muy notables. Su temperatura media anual es de 25.3°C, la precipitación pluvial promedio es de 728.9 mm; la evaporación total anual 1,575.81mm; con vientos dominantes del sur (GES, 2005).

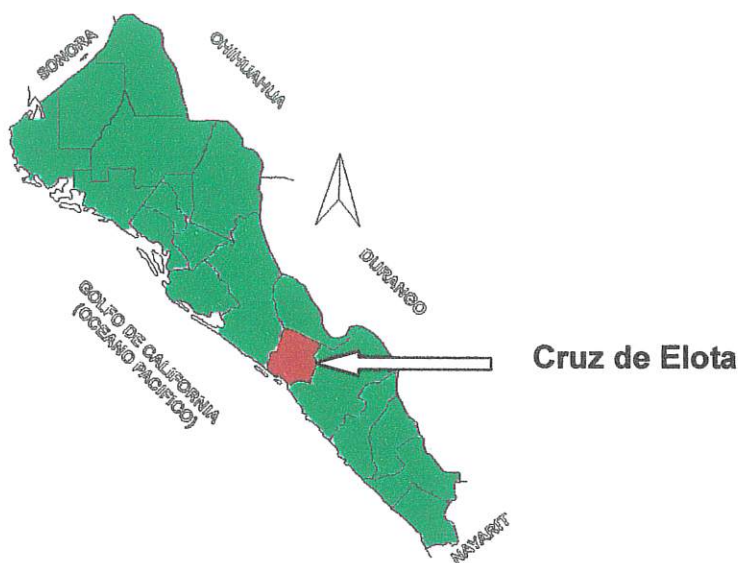


Figura 7. Ubicación Geográfica del experimento

3.2.2. Diseño experimental

Los tratamientos se arreglaron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, donde cada repetición formó un bloque haciendo un total de cuatro (Cuadro 2). Se aplicaron tres dosis del producto orgánico QL Agri 35 (10,15 y 20 LHa⁻¹), un control químico como testigo regional (Vydate 5 LHa⁻¹) y un testigo absoluto (Cuadro 3). Cada unidad experimental estuvo formada por 72.0 m², con cuatro surcos de 1.80 m entre surcos por 10 m de largo. Los tratamientos se inyectaron al sistema de riego por goteo en períodos de 15 días de intervalo iniciando durante el transplante.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos para evaluar la efectividad biológica del nematicida QL Agri 35. Cruz de Elota, Sinaloa. Enero de 2005.

I	II	III	IV
5	3	2	4
2	4	5	1
1	5	4	3
4	1	3	2
3	2	1	5

Castillo (2004) menciona que el modelo lineal correspondiente al diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + e_{ij}$$

Donde:

μ = Efecto de la media general; B = Número de bloques; T = tratamiento; i = 1...4; j = 1...5.

Se realizó el análisis de varianza de los resultados con el paquete estadístico SAS Versión 8.2; y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey $\alpha=0.05$, para cada factor evaluado.

3.2.3. Dinámica poblacional de juveniles (J2)

Para esta variable se realizó una preevaluación antes del transplante y de la primera aplicación de los tratamientos. La segunda y tercera evaluación se realizaron antes de la segunda y tercera aplicación, respectivamente, en período de 15 días de intervalo. Para estas se tomaron muestras de suelo.

Cuadro 3. Tratamientos evaluados para determinar la efectividad biológica de QL Agri 35 en el cultivo de pepino en Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero del 2005.

No. de tratamiento	N.C.	I.A.	F	Dosis ha ^{-1*}	Dosis ha ^{-1**}
1	QL Agri 35 [®]	<i>Quillaja saponaria</i>	CS	3500 g	10.0
2	QL Agri 35 [®]	<i>Quillaja saponaria</i>	CS	5250 g	15.0
3	QL Agri 35 [®]	<i>Quillaja saponaria</i>	CS	7000 g	20.0
4	Vydate L [®]	<i>Oxamil</i>	SCA	1300 g	5
5	Testigo absoluto	-----	-----	-----	-----

N.C. = Nombre comercial; I.A.= Ingrediente activo; F = Formulación; * = Dosis de ingrediente activo; ** = Dosis de producto comercial; CS = Concentrado soluble; SCA = Solución concentrada acuosa.

3.2.4. Toma de muestras

La toma de muestra del suelo se realizó con el propósito de evaluar la dinámica poblacional del segundo estadio (J2) de *Meloidogyne* spp., para ello se utilizaron dos sitios al azar en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, se eliminaron los primeros cinco cm de suelo, ya que la mayor concentración de nematodos se presenta dentro los cinco a 30 cm del suelo, según Taylor y Sasser, (1978), todo ello se llevó a cabo con la ayuda de una barrena. Posteriormente se mezclaron las submuestras formando una muestra bicompuesta de aproximadamente un kg., éstas se depositaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas y se trasladaron al laboratorio de Nematología Agrícola del Departamento de Parasitología Agrícola de la UACH dónde fueron procesadas por el método de tamizado-centrifugado de Cobb; la cuantificación y diagnóstico de los nematodos se realizó con ejemplares vivos, haciendo uso de un microscopio compuesto y un contador específico para ese fin.

3.2.5. Extracción de los nematodos

Para la extracción de los nematodos se utilizó el método de tamizado-centrifugado de Cobb, el cual consistió en la siguiente metodología:

1. Se homogenizó la muestra de suelo.
2. Se colocan 100 g de suelo y un litro de agua en una cubeta de 10 L.
3. Se agita la suspensión por 20 segundos y se dejó reposar de 30-40 segundos.

4. Se decanta el sobrenadante sobre un tamiz malla del Número 20, el cuál esta incrustado a su vez en otros de las series 60, 100, 200, 325 y 400.
5. Se desecha el contenido del tamiz malla 20 y 60.
6. Se procede a arrastrar con agua los residuos y nematodos retenidos sobre las mallas del tamiz de los números 100, 200 y 325 al de 400 y se transfieren a un vaso de precipitado de 150 ml.
7. Se vacia la suspensión a los tubos de la centrífuga de 50 ml.
8. Se le agrega un gramo de Caolín a la suspensión y se agita fuertemente con la mano.
9. Se colocan los tubos en el cabezal de la centrífuga, asegurándose que los pesos de los tubos estén balanceados.
10. Se centrifuga a 3500 rpm por 5 minutos.
11. Se decanta la suspensión de los tubos (los nematodos quedan sedimentados en la base del tubo).
12. Se le agrega a los tubos de la centrífuga 25 ml de solución azucarada, y se agita para remover los nematodos sedimentados con una varilla.
13. Se centrifuga a 3500 rpm durante 3 minutos.
14. Se decanta la solución azucarada en un tamiz de malla del núm. 400, se enjuaga con suficiente agua para eliminar la suspensión azucarada y finalmente se arrastran los nematodos a un vaso de precipitado de 150 ml.

Para determinar la efectividad biológica de cada tratamiento se utilizó la fórmula de Abbott citada por Solís (2001).

$$\% \text{ de efectividad biológica} = ((X-Y)/X)(100)$$

Donde:

X = Número de nematodos vivos en el testigo absoluto después de la aplicación del nematicida.

Y = Número de nematodos vivos en el tratamiento de ensayo después de la aplicación del nematicida.

3.2.6. Índice de agallamiento

La evaluación del índice de agallamiento en raíz se realizó 45 días después del trasplante coincidiendo con el último muestreo de suelo, para ésta variable se extrajeron cinco plantas por repetición haciendo un total de 20 por tratamiento. Se utilizó la escala visual propuesta por Taylor & Sasser (1978), este índice posee una escala de 1 a 5 (Cuadro 4). El índice de agallamiento se obtuvo con la fórmula de Townsend & Heuberger los cuales se transformaron a la forma $\text{Arcsen}(y + 0.05)$ para mantener una distribución normal y homogeneidad de varianza, posteriormente se realizó el análisis de varianza con el paquete estadístico SAS versión 8.2, y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey $\alpha=0.05$.

3.2.7. Evaluación del factor de reproducción de los nematodos

El factor de reproducción de los juveniles segundo estadio (J2) se realizó con los datos obtenidos en la tercera evaluación (Pf) divididos entre los de la

preevaluación (Pi). Con la siguiente fórmula Factor de reproducción (Fr) = Población final (Pf)/Población inicial(Pi).

Cuadro 4. Escala visual propuesta por Taylor & Sasser (1978), para la evaluación del índice de agallamiento en raíces.

Escala	Porcentaje de agallamiento
0	0% de agallas (Raíz sana)
1	1 – 10.0% de agallas
2	10.1 – 20% de agallas
3	20.1- 60.0% de agallas
4	60.1 - 80.0% de agallas
5	80.1 - 100% de agallas

3.2.8. Rendimiento

Para la evaluación del rendimiento se cosecharon los dos surcos centrales por unidad experimental, a los cuales se les realizaron ocho cosechas, los frutos fueron cortados pesados en kg en una balanza analítica. Para el análisis de varianza los resultados fueron procesados en el programa SAS versión 8.2, y para la comparación de medias se utilizó la de Tukey $\alpha=0.05$.

3.3. Experimento de laboratorio

3.3.1. Cámara nebulizadora

En esta etapa del estudio se utilizó un diseño completo al azar con 7 tratamientos (4, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días) y 10 repeticiones cada una de éstas estuvo representada por un embudo, un tubo de filtrado cónico, una malla y 2 g de agallas los cuales se utilizaron para la extracción de los nematodos, de acuerdo con lo indicado en la fase de invernadero. Para cada conteo, la suspensión de cada repetición colectada en el tubo de ensayo se pasó por un tamiz del número 400, se vertió en un vaso de precipitado y se aforo a 30 mL, se tomó una muestra de 2 mL de solución para contar los juveniles (J2) a través de un microscopio compuesto y un contador específico para este fin y posteriormente éstos se desecharon, y los tubos de ensayo se regresaban inmediatamente a la cámara nebulizadora, hasta el final del bioensayo.

3.3.2. Cajas petri

Para este bioensayo se utilizó un diseño completo al azar con 6 tratamientos (3, 7, 15, 22, 27 y 34 días) y diez repeticiones, cada repetición consistió de una caja petri de 8 cm de diámetro, a la cuál se colocaron 2 g de agallas, obtenidas en la fase de invernadero, se les agregaron 8 mL de agua destilada y se distribuyeron en una mesa. En cada tratamiento se contabilizó el número de

ejemplares con el mismo procedimiento del bioensayo anterior, los cuales fueron desechados concluido el conteo.

Los datos de ambos bioensayos se analizaron en el paquete estadístico SAS Versión 8.2 y para la prueba de medias se utilizó la de Tukey $\alpha = 0.05$. Estos bioensayos tuvieron el propósito de determinar el día en que se obtendría el número máximo de eclosión para juveniles (J2) vivos, muertos y huevecillos de *Meloidogyne* spp. Para ello se utilizó como referencia el día en que se presentó la mayor cantidad de éstos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados de invernadero

4.1.1. Primer bioensayo

4.1.1.1. Peso seco del follaje y raíces

En peso seco del follaje y de raíces del pepino no mostró diferencia estadística entre los tratamientos. En contraste con lo reportado con Magunacelaya *et al.*, (2003) quienes obtuvieron menor peso aéreo de tomate en 5000 y 10 000 ppm de QL Agri 35 que en el testigo sin aplicaciones; mientras que el peso de raíz fue mayor con las aplicaciones de QL Agri 35 y en el testigo fue menor.

4.1.1.2. Índice de agallamiento

En la evaluación del índice de agallamiento, el menor porcentaje de agallas en raíces se presentó con el Vydate 20 ppm (0.1%), mientras que en el tratamiento 2 , 1 y el testigo absoluto no se encontraron diferencias significativas en el número de agallas (Cuadro 5). Posiblemente, estos resultados se debieron a una dilución del producto con agua en el riego éste se realizó en forma manual, otra posibilidad pudo ser que el producto aplicado había perdido sus propiedades nematocidas ya que fue abierto semanas antes de la aplicación.

Maguanacelaya *et al.* (2003) evaluaron la efectividad biológica de QL Agri 35 para controlar *Meloidogyne arenaria* raza II 20 días después de haber inoculado; encontraron que cuando las plantas fueron inoculadas después de haber aplicado los productos, no se observaron agallas en las raíces, pero si se presentaron juveniles en el suelo. Urzúa y Magunacelaya (2003) evaluaron en vid en condiciones de invernadero el extracto de Quillay (0.5 y 1 mL) sin encontrar efecto nematicida. Estas diferencias con el presente estudio quizá se deba a la cantidad de inóculo inicial aplicado (500 huevecillos) y el tiempo en que se dejó actuar los tratamientos (20 días) el cuál no se considera suficiente para terminar un ciclo biológico de nematodos.

Cuadro 5. Comparación de medias para el índice de agallamiento de en raíz de pepino en invernadero. Primer bioensayo.

No.	Tratamientos	Indice de agallamiento (%)
6	Planta con inóculo sin aplicación	42.0 a
2	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) dos aplicaciones con inóculo	37.5 a
1	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) una aplicación con inóculo	29.8 a
5	Vydate 20 ppm una aplicación con inóculo	0.1 b
3	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) una aplicación sin inóculo	0
4	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) dos aplicaciones sin inóculo	0
7	Testigo absoluto	0

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

** La segunda aplicación se realizó quince días después de la primera

4.1.2. Segundo bioensayo

4.1.2.1. Peso seco del follaje

El mayor peso seco de follaje se obtuvo con el testigo absoluto 6.07 g, y en el resto de los tratamientos no existió diferencia estadística, excepto con la aplicación de QL Agri 35 (5000 ppm) con dos aplicaciones y sin inóculo, el cual presentó el peso más bajo de 4.17 g (Cuadro 6). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Arriagada y Magunacelaya, (2000) en papayo, en el que tratamientos sin nematodos obtuvieron el mayor peso de follaje y entre las dosis de Quillay la más baja (0.2 cm³/planta) presentó mayor peso aéreo que con 0.4 cm³/planta. En el presente estudio realizado se observó que con dos aplicaciones de QL Agri 35 (5000 ppm) con inóculo y sin inóculo, mostraron pesos más bajos que cuando se hizo una sola aplicación. Magunacelaya *et al.*, (2003) condujeron un experimento en cultivo de tomate en condiciones de invernadero para evaluar la capacidad de enraizamiento en tratamientos con Quillay a las dosis de 5000 y 10 000 ppm, el peso de follaje en macetas fue inferior al testigo sin aplicar; y entre los tratamientos de QL Agri 35 no existió diferencia, y también observaron fitotoxicidad cuando las raíces se expusieron directamente a ambas dosis, y el crecimiento de raíces fue menor debido a este efecto; este mismo comportamiento se observó durante el desarrollo de esta investigación posiblemente por el tipo de macetas utilizadas, las cuales tuvieron un diámetro muy reducido por lo que hubo una alta concentración del producto en la zona radicular, cabe mencionar que las

plantas mostraron un aspecto clorótico. Por lo que se sugiere realizar bioensayos en el futuro con concentraciones más bajas y en diferentes cultivos. En otros experimentos similares en el cultivo de sandía y papa realizados por Morales (2004) encontró efectos fitotóxicos manifestándose necrosis en bordes de hojas viejas y brotes nuevos.

Cuadro 6. Peso seco del follaje de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.

No.	Tratamientos	Peso seco de follaje (g)
7	Testigo absoluto	6.07 a
3	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) una aplicación sin inoculo	5.23 ab
1	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) una aplicación con inoculo	5.13 ab
5	Vydate 20 ppm una aplicación con inoculo	4.94 ab
6	Planta con inoculo sin aplicación	4.81 ab
2	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) dos aplicaciones con inoculo	4.81 ab
4	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) dos aplicaciones sin inoculo	4.17 b

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

** La segunda aplicación se realizó quince días después de la primera

4.1.2.2. Peso seco de raíz

En el segundo bioensayo el mayor peso seco en raíces se presentó con el testigo absoluto y QL Agri 35 (5000 ppm) con una aplicación sin inoculo, en ambos tratamientos se obtuvo 1.09 g sin embargo en el resto de aplicaciones con QL Agri 35 (5 000 ppm) no hubo diferencia estadística entre estos, y en

plantas con inoculo sin aplicación absoluto y Vydate fueron los que presentaron los pesos más bajos de 0.68 g y 0.66 g respectivamente (Cuadro 7). Estos resultados obtenidos coinciden con los observados por Arriagada y Magunacelaya, (2000) cuando inocularon diferentes niveles de huevecillos de *Meloidogyne* spp. en papayo con tratamientos de QL Agri 35 0.2 cm³ y 0.4 cm³ por planta, un testigo químico y uno sin inoculo, 120 días después obtuvieron el mayor peso de raíces en plantas sin inoculo, y entre los tratamientos de Quillay con la dosis baja obtuvieron el mayor número de agallas, mayor peso de raíz y de follaje en comparación a la dosis alta. Una vez más puede observarse que a mayor dosis menor peso tal pareciera que con más aplicaciones de éste producto orgánico causa fitotoxicidad posiblemente a lo ya mencionado anteriormente.

Cuadro 7. Peso seco de raíz de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.

No.	Tratamientos	Peso seco de raíz (g)
7	Testigo absoluto	1.09 a
1	QL Agri 35® (5000 ppm) una aplicación con inoculo	1.09 a
4	QL Agri 35® (5000 ppm) dos aplicaciones sin inoculo	0.92 ab
3	QL Agri 35® (5000 ppm) una aplicación sin inoculo	0.83 ab
2	QL Agri 35® (5000 ppm) dos aplicaciones con inoculo	0.77 ab
6	Planta con inoculo sin aplicación	0.68 b
5	Vydate (20 ppm) una aplicación con inoculo	0.66 b

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

** La segunda aplicación se realizó quince días después de la primera

4.1.2.3. Índice de agallamiento

En la evaluación del índice de agallamiento, Vydate 20 ppm presentó el menor porcentaje de agallas (13%), y en el tratamiento de QL Agri 35 5000 ppm con dos aplicaciones fue del 52.50% y con una aplicación el 31.3% (Cuadro 8). Cabe señalar que con una aplicación de QL Agri 35 en plantas con y sin inóculo se observaron más raicillas y con dos aplicaciones las raíces fueron más gruesas y esclerosadas con escasa formación de éstas posiblemente a una inhibición al desarrollo de éstas por la concentración del producto que afectó la sensibilidad del sistema radical. A diferencia con el resultado encontrado por Arriagada y Magunacelaya (2000) en papayo aplicaron Quillay a dosis de 0.2 cm³/planta y 0.4 cm³/planta, el mayor número de agallas se presentó en la dosis baja pero con mayor peso de raíces en comparación con la dosis de 0.4 cm³/planta. Así como también Morales (2004) encontró que QL Agri 35 presenta el más bajo índice de agallamiento en el cultivo de sandía y papa comparado con el resto de los tratamientos. Estas incompatibilidades con el desarrollo del presente experimento quizá se deba a la cantidad de inóculo aplicado inicialmente para éste se inocularon 1000 juveniles (J2) por repetición y Morales (2004) utilizó una población de 162 juveniles (J2) y Magunacelaya inoculó con huevecillos a niveles de 0, 200, 400, 600 y 800. Sin embargo los resultados obtenidos en este ensayo con QL Agri 35 muestran que con una aplicación tuvo un efecto nematocida ya que controló casi en un 50% las agallas en las raíces del pepino por lo que pudiera formar parte de un manejo integrado.

Cuadro 8. Porcentaje del índice de agallamiento en raíz de pepino en invernadero en los diferentes tratamientos. Segundo bioensayo.

No.	Tratamientos	Índice de agallamiento (%)
6	Planta con inoculo sin aplicación	60.8 a
1	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) una aplicación con inoculo	31.3 bc
2	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) dos aplicaciones con inoculo	52.5 ab
5	Vydate 20 ppm una aplicación con inoculo	13.0 dc
3	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) una aplicación sin inoculo	0 d
4	QL Agri 35 [®] (5000 ppm) dos aplicaciones sin inoculo	0 d
7	Testigo absoluto	0 d

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

** La segunda aplicación se realizó quince días después de la primera

La diferencia de resultados en los dos bioensayos posiblemente se debió al diámetro de los vasos en el primero fueron de mayor tamaño y en el segundo fueron más pequeños por lo que con QL Agri 35 (5000 ppm) con dos aplicaciones presentó un mayor efecto fitotóxico manifestándose en menor peso seco de follaje, radicular y menos desarrollo de raicecillas en comparación con una sola aplicación, por lo que se sugiere en el futuro realizar bioensayos con dosis más bajas, y en diferentes cultivos para corroborar el efecto del nematicida, ya que posiblemente la alta concentración del producto en la rizosfera manifestó un menor desarrollo de raicecillas. Además cabe mencionar que la floración y frutificación iniciaron en el testigo absoluto con una diferencia de una a dos semanas en comparación al resto de los tratamientos.

4.2. Resultados de campo

4.2.1. Juveniles (J2) de *Meloidogyne incognita*

En la preevaluación se determinó la población inicial de juveniles (J2) de *Meloidogyne incognita* sin diferencia estadística en el número de nematodos entre las unidades experimentales, la media de acuerdo con el análisis de varianza fue de 145.6 por lo que la presencia de nematodos en la parcela donde se estableció el experimento fue homogéneo (Cuadro 21 del Anexo).

La primera evaluación se realizó 15 días después de la 1ª aplicación de los tratamientos, en ésta no se encontró diferencia estadística en la dinámica poblacional, entre los tratamientos orgánicos con QL Agri 35 y el producto químico Vydate, donde la media poblacional fluctuó de 81.50 a 167 nematodos, y la efectividad biológica vario del 68% al 84% con los tratamientos, situación diferente mostró el testigo absoluto cuya media poblacional fue de 528 (Cuadro 9). En este resultado se puede ver que el efecto de los tratamientos fueron similares en la supresión de juveniles (J2).

La segunda evaluación se realizó 15 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos, en ésta el mejor tratamiento fue QL Agri en 20 Lha⁻¹ (98.4% de efectividad) el cual presentó el menor número de juveniles (J2); sin embargo, los tratamientos QL Agri 35 15 Lha⁻¹ y Vydate 5 Lha⁻¹ fueron estadísticamente iguales en cuando a la población de nematodos, y mostraron el 84.9% y 85.4%

de control, respectivamente; mientras que con QL Agri 35 10 Lha⁻¹ se obtuvo el 82.8% de efectividad en el control y en el testigo absoluto, lo cual era obvio de esperarse el número de nematodos fue superior (Cuadro 10). En el número de juveniles (J2) en los tratamientos de la segunda evaluación fueron inferiores comparados con los obtenidos en la primera evaluación, esto demuestra que la aplicación de los tratamientos tienen un efecto sobre los nematodos.

Cuadro 9. Medias de la lectura inicial de juveniles (J2) en 100 g de suelo y porcentajes de efectividad biológica en la 1ª evaluación, 15 días después de la 1ª aplicación de los tratamientos en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero del 2005.

No.	Tratamientos	No. de J2 en 100 g de suelo	% de efectividad biológica
5	Testigo absoluto	528.00 a	0
1	QL Agri 35 10 Lha ⁻¹	167.00 b	68
2	QL Agri 35 15 Lha ⁻¹	156.00 b	70
4	Vydate	125.50b	76
3	QL Agri 35 20 Lha ⁻¹	81.50 b	84

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

En la tercera evaluación se obtuvo la población final, 15 días después de la 3ª aplicación, en ésta al igual que en la segunda, el mejor tratamiento fue QL Agri 35 en 20 Lha⁻¹ con el 96.2% de efectividad y en el resto de los tratamientos no

hubo diferencia estadística, cuya efectividad biológica vario de 82.3% al 86.2% (Cuadro 11). Como se puede observar las medias de juveniles en la población final fueron ligeramente superior a la segunda evaluación posiblemente a la reproducción rápida de los nematodos o por la presencia de mayor desarrollo radicular el cuál es utilizado como fuente de alimentación de los nematodos favoreciendo su reproducción. Al respecto, Marbán y Ávila (2004) encontraron que QL Agri 35 a la dosis de 30 LHa⁻¹, con dos aplicaciones al año suprimió significativamente la población de *M. incognita* en vid.

Cuadro 10. Comparación de medias para *M. incognita* en 100 g de suelo y porcentajes de efectividad biológica en la 2ª evaluación, 15 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos en pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Marzo del 2005.

No.	Tratamientos	No. de J2 en 100 g de suelo	% de efectividad biológica
5	Testigo absoluto	722.0 a	0
1	QL Agri 35 10 Lha ⁻¹	124.0 b	82.8
2	QL Agri 35 15 Lha ⁻¹	108.50 bc	84.9
4	Vydate	105.0 bc	85.4
3	QL Agri 35 20 Lha ⁻¹	11.25 c	98.4

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

Cuadro 11. Comparación de medias para *M. incognita* en 100 g de suelo y porcentajes de efectividad biológica, de la 3ª evaluación, 15 días después de la 3ª aplicación de los tratamientos en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Marzo del 2005.

No.	Tratamientos	No. de J2 en 100 g de suelo	% de efectividad biológica
5	Testigo absoluto	1116.0 a	0
1	QL Agri 35 10 Lha ⁻¹	197.50 b	82.3
4	Vydate 5 Lha ⁻¹	193.50 b	82.6
2	QL Agri 35 15 Lha ⁻¹	154.00 b	86.2
3	QL Agri 35 20 Lha ⁻¹	42.25 c	96.2

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

QL Agri 35 a la dosis de 20 Lha⁻¹ si presentó un efecto nematicida, suprimiendo a la población de nematodos desde la primera evaluación mostró tener un mayor efecto en la supresión de *M. incognita*, presentando la menor cantidad de juveniles en 100 g de suelo. Por lo que puede utilizarse como una alternativa para el control del nematodo agallador en los valles de Culiacán en el cultivo de pepino.

4.2.2. Factor de reproducción

En ésta la menor capacidad reproductiva se presentó en el tratamiento QL Agri 35 20 Lha⁻¹ (0.52); y en el resto de los tratamientos no existió diferencia estadística de esta variable (Cuadro 12). Esta menor tasa de reproducción

indica que QL Agri si tiene un efecto nematicida o nemastatico sobre los nematodos que suprime la reproducción de estos.

4.2.3. Índice de agallamiento

En la evaluación del índice de agallamiento, los tratamientos que mostraron el menor número de agallas fueron QL Agri 35 a la dosis de 15 y 20 Lha⁻¹ con el 13.80 y 9.20%, respectivamente, seguidos por Vydate y QL Agri 35 10 Lha⁻¹ con 18.4 y 40.52% de agallas, respectivamente; como era de esperarse el testigo presentó el mayor índice de agallamiento con el 71.60% (Cuadro 12). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Barraza y Magunacelaya (2003) quienes encontraron que Quillay tiene un efecto positivo en el control de daños en la raíz de vid en condiciones de campo, lo que muestra el efecto nematicida del producto. Barraza *et al.* (2003) realizaron dos bioensayos en vid, con la aplicación de QL Agri 35 a la dosis de 25 LHa⁻¹ en 5000 ppm, con lo cual observaron un daño moderado en las raíces. Con los resultados obtenidos se confirma que QL Agri 35 afecta algún aspecto en el comportamiento del nematodo ya que se redujo significativamente el porcentaje de agallamiento.

4.2.4 Rendimiento

De acuerdo con los resultados, los rendimientos más altos se obtuvieron en los tratamientos de QL Agri 35 a la dosis de 15 y 20 Lha⁻¹, con una media de 262.60 kg y 64.12 kg en cada cosecha, sin que existiera diferencias, y les siguió el Vydate 5 Lha⁻¹ (55.52 kg), pero el más bajo se obtuvo con QL Agri 35 10

Lha⁻¹, y el testigo pues solo se cosecharon 51.71 kg y 50.23 kg, respectivamente (Cuadro 12). Estos resultados coinciden con los encontrados por Magunacelaya (2000), en los que Quillay no presentó un claro efecto de nematicida en el cultivo de tomate; sin embargo el rendimiento fue superior a los tratamientos químicos. Así mismo Barraza y Magunacelaya (2003) obtuvieron rendimientos más altos en vid y frutos de mejor calidad en los tratamientos de Quillay; el cuál durante el desarrollo de la presente investigación podría al suprimir la población del nematodo, trajo como consecuencia una reducción significativa en el índice de agallamiento y menor factor de reproducción por lo que favoreció un buen desarrollo en las plantas, manifestándose en el alto rendimiento.

QL Agri 35 tuvo un efecto nematicida en la etapa susceptible del pepino, período comprendido durante los primeros 50 días de desarrollo fenológico del cultivo, tanto en condiciones de invernadero como en campo. En invernadero QL Agri 35 a dosis de 5 000 ppm redujo casi el 50% el índice de agallamiento respecto al testigo sin tratar. En campo, a las dosis de 15 y 20 Lha⁻¹ QL Agri 35 suprimió significativamente ($\alpha=0.05$) el número de nematodos, redujo el porcentaje de agallamiento y factor de reproducción; incrementándose en consecuencia la producción, después de tres aplicaciones a intervalos de 15 días, iniciados en el transplante. Este producto orgánico podría, por lo tanto, ser utilizado como una alternativa para el control de *M. incognita* sustituyendo a los productos químicos fumigantes y no fumigantes que como sabemos contaminan al medio ambiente y estos serán desplazados por productos

amigables al medio ambiente y a la salud humana de acuerdo con el Protocolo de Montreal firmado en el año 1997 (UNEP, 2002). Para las exigencias de producción en el marco de la Inocuidad Alimentaria, los productos botánicos como el QL Agri 35 constituyen una oportunidad en el manejo racional de los cultivos intensivos afectados por fitonematodos como el pepino en Sinaloa.

Cuadro 12. Comparación de medias del factor de reproducción (FR), índice de agallamiento y rendimiento en 35 m² en el cultivo de pepino en Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero a marzo del 2005.

No.	Tratamientos	Factor de reproducción (Pf/Pi)	Índice de agallamiento (0-100)	Rendimiento (kg)
1	QL Agri 35 10 Lha ⁻¹	1.18 b	40.52 b	51.71bc
2	QL Agri 35 15 Lha ⁻¹	0.987 b	13.80 c	62.60 a
3	QL Agri 35 20 Lha ⁻¹	0.52 a	9.20 c	64.12 a
4	Vydate 5 Lha ⁻¹	1.50 b	18.40 bc	55.52 b
5	Testigo absoluto	2.11 b	71.60 a	50.23 c

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

4.3. Resultados de laboratorio

4.3.1. Cámara nebulizadora

4.3.1.1. Juveniles vivos

El mayor número de juveniles (J2) vivos eclosionados de *Meloidogyne incognita* empezó a mostrarse a partir de los 14 días hasta llegar al máximo número al día 28 con un promedio de 17 868 el cuál continuó hasta los días 35 y 42., sin mostrar diferencia significativa entre estos días, sin embargo a los 4 y 7 días se obtuvo el menor número de juveniles en un rango de 794 a 865, respectivamente. Se estima que la eclosión de los nematodos es de forma ascendente hasta llegar a un número máximo, y posteriormente empieza a decrecer; presentando una distribución normal (Cuadro 13). Según la experiencia en este campo el mayor número de juveniles se debe obtener al 7º día después de haber colocado las muestras en la cámara nebulizadora en temperaturas óptimas de 25° a 30° C; por lo que en este caso la mayor eclosión retrasada posiblemente se debió a la temperatura baja que se mantuvo del agua de 17.5 a 18° C inferiores a la recomendada.

4.3.1.2. Huevecillos

El mayor número de huevecillos se observó a los 14 días después de haber colocado las muestras en la cámara nebulizadora (1 852.5 huevecillos), seguido

por la media de 1 035.0 huevecillos obtenidos al día 21; sin embargo a los 4 y 7 días no hubo diferencia estadística en el número de huevecillos con medias de 657 y 669 respectivamente; y a los 42 días se obtuvo la media más baja 107 huevecillos. La presencia de huevecillos se da también en forma ascendente, al igual que la eclosión de los juveniles, sólo que en éste caso se obtuvo la mayor cantidad en menos días y el mayor número de juveniles se obtuvieron a los 28 días (Cuadro 13). Al igual como en la eclosión de juveniles, la obtención del máximo número de huevecillos al catorceavo día pudo haber sido afectado por la temperatura,

Cuadro 13. Medias de juveniles (J2) vivos y huevecillos de *M. incognita* obtenidos en 2 g de agallas en la cámara nebulizadora después de haber incubado las muestras.

Tratamientos	No. de juveniles vivos (J2)	No. de huevecillos
4 Días	794 b	669.0 bc
7 Días	865 b	657.0 bc
14 Días	3 668 ab	1 852.5 a
21 Días	10 108 ab	1 035.0 b
28 Días	17 868 a	460.5 cd
35 Días	6 478 ab	153.5 d
42 Días	3 496 ab	107.0 d

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

4.3.1.3. Juveniles muertos

El número de juveniles muertos no mostró diferencia significativa entre los días; La cámara nebulizadora es una herramienta diseñada para que los nematodos tengan todas las condiciones necesarias para que los nematodos estén vigorosos, lo que favoreció a que éstos se mantengan vivos. Además se observó que a medida que transcurría el tiempo se incrementaron los juveniles (J2) vacuolados, debido probablemente a la escasez de alimento.

4.3.2. Cajas petri

4.3.2.1. Juveniles vivos

En el conteo de juveniles en cajas petri, el mayor número de juveniles (J2) se obtuvo a los 18 días con una media de 3988.5 ejemplares, sin embargo, a los 4 y 32 días se presentaron las medias más bajas 883.5 y 573.3 respectivamente (Cuadro 14) si se compara el dato de la media más alta con el obtenido en la cámara nebulizadora (17 868), se puede observar que en ésta el número de nematodos fue mayor, si se contrasta con las de cajas petri, la obtención baja de número de juveniles pudo haber sido por las bajas temperaturas y quizá por la baja presencia de oxígeno, ya que las cajas se mantuvieron siempre cerradas para evitar una contaminación. Sin embargo este último método podría utilizarse como una alternativa para la obtención de nematodos cuando se carezca de una cámara nebulizadora.

4.3.2.2. Huevecillos

En la evaluación de los huevecillos el mayor número se presentó al cuarto día después de haber incubado las muestras en las cajas petri (2 022 huevecillos) y en el resto de tratamientos (11, 18, 25 y 32 días) no mostraron diferencia estadística, con un rango de 44.0 a 1267.7 (cuadro 14). Este resultado si se compara con el número de huevecillos obtenidos en la cámara nebulizadora (1852), es claramente superior, quizá por el contacto permanente que tuvieron las agallas con el agua estimuló más la eclosión de los huevecillos mientras que en la cámara nebulizadora el tejido estuvo la mayor parte del tiempo en condiciones húmedas.

4.3.2.3. Juveniles muertos

El menor número de juveniles muertos (1.5) se obtuvo al cuarto día de establecido el experimento y la mayor mortalidad (24 ejemplares) se observó 25 días después (Cuadro 14). El máximo número de nematodos muertos que se presentó posiblemente fue favorecido a una mayor escasez de alimento por el tiempo transcurrido después de haber incubado el tejido, debilitándolos.

Como se pudo apreciar en los resultados anteriores la mayor cantidad de juveniles de *M. incognita* se obtuvo en la cámara nebulizadora, comparado con el método de incubación en cajas petri, sin embargo este último puede ser una alternativa cuando se carezca de una cámara nebulizadora.

Cuadro 14. Medias de juveniles (J2) vivos, muertos y huevecillos de *Meloidogyne incognita* obtenidos después de haber incubado 2 g de agallas en 8 mL de agua destilada en cajas petri.

Tratamientos	Juveniles	Juveniles	Huevecillos
	vivos	muertos	
4 Días	883.5 c	1.50 b	2 022.0 a
11 Días	3 217.0 ab	3.0 ab	1 267.7 ab
18 Días	3 988.5 a	10.2 ab	877.5 bc
25 Días	2 383.5 b	24.0 a	160.5 dc
35 Días	573.3 c	6.0 ab	44.0 d

* Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

V. CONCLUSIONES

QL Agri 35 presentó un efecto nematocida en condiciones de invernadero y campo.

En el segundo bioensayo con QL Agri 35 (5000 ppm) con una y dos aplicaciones no hubo diferencia estadística en el peso seco foliar y en el de raíces, pero los pesos más altos se obtuvieron en el testigo absoluto. En el control del porcentaje de agallamiento con QL Agri 35 (5000 ppm) con una y dos aplicaciones presentó el 29 y 52.5% de agallas respectivamente, estos porcentajes de control fueron superior al del Vydate (13%).

En campo la máxima supresión de poblaciones de *M. incognita* se obtuvo con QL Agri 35 a la dosis de 20 Lha⁻¹ con un 93.24% de efectividad después de haber realizado tres aplicaciones a intervalos de 15 días.

QL Agri 35 a la dosis de 15 y 20 Lha⁻¹ presentaron el menor índice de agallamiento el 13.8 y 9.20% respectivamente, y el Vydate con el 18.4% de agallas.

En laboratorio por método de extracción por cámara nebulizadora la mayor eclosión de juveniles (J2) de *M. incognita* se presentó a los 28 días (17 868), y el de huevecillos al día catorce (1852.5), en tanto que en el número de nematodos muertos no hubo diferencia estadística.

La mayor cantidad de eclosión de juveniles (J2) de *M. incognita* en cajas petri se obtuvo a los 18 días (3 988), el de huevecillos al cuarto día (2 022.0), y la máxima cantidad de juveniles muertos a los 25 días después de haber incubado las muestras.

VI. LITERATURA CITADA

- Abd-El-Morty H., F. W. RAid y S. El-Eraki. 1993. Effect of single and mixture of antagonistic fungi on the control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Egyptian Journal of Agricultural Research. 17(1): 91-100.
- About-Jawdah, Y., K. Melki, S. L. Hafez, H. Sobh, Y. El-Masri and P. Sundararaj. 2000. Alternatives to Methyl Bromide for root knot nematode management on cucumber in Lebanon. Nematrópica 30(1):41-45.
- Adams, C. R., K. M. Bamford. and M. P. Early. 1989. Principios de Hortofruticultura. Traducido por el Dr. Luis Montañés García. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza, España. p. 108.
- Adamson, R. M. and E. F. Mass. 1981. Soiless culture of seedless greenhouse cucumbers and sequence cropping. Ministry of Supply and Services. Canadá. 20 p.
- Agrios, G., N. 1996. Fitopatología. 2ª ed. Ed. Limusa. México. pp: 696-697.
- Anaya, R., S. y N. J. Romero. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Ed. Trillas. México, D.F. pp: 121-270.
- Araya, R. y J. C. Magunacelaya. 2002. Control de *Meloidogyne* sp. en *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay en condiciones de invernadero con extracto de Quillay, Namacur y Mocap. In: Resúmenes del XI Congreso

Nacional de Fitopatología. 4-6 de diciembre. Santa Cruz-Valle de Colchagua, de la República de Chile. pp: 67-10. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en Agosto de 2005).

Arriagada, M. y J.C. Magunacelaya. 2000. Patogenicidad de *Meloidogyne* sp, sobre plantas de papayo (*Carica candamarcensis* Hook F.) y control con extracto de Quillay In: Resúmenes del X Congreso Nacional de Fitopatología. 18-20 de octubre. Valdivia República de Chile s/p. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/xtm1>. (Revisado en Agosto de 2005).

ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 1998. El pepino Mexicano, un Nicho en el Mercado Estadounidense. Claridades Agropecuarias. 60:32.

Barraza, B., J. Nitsche y J. C. Magunacelaya. 2003. Efecto de QL Agri 35 en control de nematodos y rendimiento en vides. In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. 28, 29 y 30 de octubre. Marbella Resort de la República de Chile. s/p. [En línea]. Disponible en <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en agosto de 2005).

BASF, 2005. Ahora con Certificación Orgánica. s/p. [En línea]. Disponible en: http://www.basf.cl/agro/innovaciones/cont_ql.html. (Revisado en Agosto de 2005).

BASF, 2005. QL Agri 35[®]. s/p. [En línea]. Disponible en <http://www.basf.cl/agro/folletos/qlagri35/>. (Revisado en agosto de 2005).

BASF, 2005. Nematicida orgánico 100% natural. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://www.basf.cl/agro/folletos/qlagri35/>. (Revisado en Agosto de 2005).

- Batterby S., G. N. Le Patourel and D. J. Wright. 1976. Accumulation and metabolism of aldicarb by the free-living nematode *Aphelenchus avenae* and *Panagrellus redivivus*. Ann. Appl. Biol. 86:69-76.
- Bedin, D. P. y V. S. Tokarev. 2004. Against the gall nematode on cucumber in the greenhouse. Zashchita Karantin Rastenii 4:28-29. [En línea]. Disponible en: <http://217.154.110.98/CABdirect/search/formquicksearch.nsp>. (Revisado en agosto de 2005).
- Bell, A., Boye, J. and O. Muco. 1998. Methyl bromide substitution in agriculture. GTZ. Eschbon. 159 p.
- Besri, M., M. Zhroui, and I. BEye. 1984. Appartenance raciale et pathogenie compare de quelques isolates de *Verticillium dhalie* (Kleb.) obtenus a partir de tomates résistantes au Maroc. Phytopathology. 109:289-294.
- Bird, A. F. 1979. Root – Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics. Biology and Control. Edited by Lamberti, F. y Taylor C.E. Academic Press. New York. 477 p.
- Blancard, D., H. Lecoq y M. Pitrat. 2000. Enfermedades de las Cucurbitáceas. Observar, Identificar, Luchar. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 576 p.
- Bonnemaizon, L. 1975. Enemigos Animales de las Plantas Cultivadas y Forestales. Trad. Por Francisca Guerrero. Ed. Oikos-tau, S.A. Villasar de Mar – Barcelona - España. 67 p.
- Campos, I. 1981. Horticultura rentable. Ed. De Vecchi. Barcelona, España. 12 p.

- Carrillo, F. J. A., E. R. S. García, M. S. Allende y Z. I. Márquez. 2000. Identificación y Distribución del Nematodo Nodulador (*Meloidogyne* spp.) en Hortalizas en Sinaloa, México. In: Resúmenes del XXIX Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología A.C. Monterrey, Nuevo León. México. 18(2):90.
- Cartia, G. and C. Asero. 1994. The role of temperature regarding *Sclerotinia sclerotium* in the soil solarisation method. Acta Horticulture. 366: 323-330.
- Cascote, G., A. D'Emilio, G. Polizzi and R. Grillo. Effectiveness of greenhouse soil solarization with different plastic mulches in controlling corky root and root-knot on tomato plants. 2000. In: Proceedings of the International Symposium on Chemical and Non Chemical Soil and Substrate Disinfestation. Acta Horticulturae 532:145-150.
- Castillo M., L. E. 2004. Introducción al SAS para Windows. 2ª ed. Departamento de Parasitología. UACH. Chapingo, Edo. de México. p.89.
- Cepeda S., M. 1996. Nematología Agrícola. Ed. Trillas. México, D. F. 305 p.
- Christie, J. R. 1959. Plant Nematodes, Their Bionmics and Control. Agricultural Experiment Stations, University of Florida. Gainesville. pp: 56-79.
- Chubachi K, M. Furukawa, S. Fukuda, S. Takahashi, S. Matsumura, H. Itagawa, T. Shimizu, A. Nakagawa. 1999. Control of root-knot nematodes by *Streptomyces*: screening of root-knot nematode-controlling actimycetes and evaluation of their usefulness in a pot test. Japanes. Journal of Nematology. 29(2): 42-45.

- Crishnaveni y Subramanian (2003). Assesment of Yield loss in cucumber (*Cucumis sativus* L.) due to *Meloidogyne incognita*. In: Proccedings of National Symposium on Biodiversity and Management of Nematodes in Cropping Systems for Sustainables Agriculture. 11-13 November. Jaipur, India, pp: 88-89. [En línea]. Disponible en: <http://217.154.110.98/CABdirect/searchform-quicksearch.nsp>. (Revisado en agosto de 2005).
- Cruz, O. J., E. R. García, y F. J. Carrillo. 1998. Enfermedades de las Hortalizas. Maestría en Ciencias de producción Agrícola. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa. 257 p.
- Cuadra, R., X. Cruz., y J. L. Fajardo. 2000. The use of short cycle crops as trap crops for the control of root-knot nematodes. *Nematrópica* 30(2): 241-246.
- D'Addabo, T., N. Sasanelli. F. Lamberte, A. Carella. 2000. Control of root knot nematodos by olive and grape pomace soil amendments. In: Proccedings of the Fifth International Symposium on Chemical and Non Chemical soil and Substrate Disifestation, *Acta Horticulturae*, 532:53-55.
- Del Prado V. C., I. C.,Tovar y J. A. Hernández.1998. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 19:32-39.
- Delgadillo, S. F. y M. C: Urías. 1991. Virosis en cucurbitáceas. Enfermedades de las hortalizas. Universidad Autónoma de Sinaloa. pp:61-63.
- DGETA. 1982. Cucurbitáceas. Manuales para educación agropecuaria. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria de la SEP. Ed Trillas. México. pp:9 – 71.

- Desaeger, J., A. Csinos, P. Timper, Hammes, G, K. Seebold. 2004. Soil fumigation and oxamyl drip applications for nematode and insect control in vegetable plasticulture. *Annals of Applied Biology*. 145(1):59-70.
- Dropkin, V. H. 1980. Introduction to Plant Nematology. Ed. Jhon Wiley. USA. 293 p.
- Eisenback, J. D. and H. H. Triantaphyllou. 1991. Root-knot nematodes *Meloidogyne* species and races. Ed. W. R. Nickle. Manual of Agricultural Nematology. Marcell Dekker, New York. pp: 191-274.
- Etebarian, H.R. y A. Roostaei. 2004. Interactions between root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and Fusarium wilt disease, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis* in different varieties of melon. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 69(3):387-391.
- FAO 2005. Consulta de Base de Datos de Producción Mundial y Comercio Internacional del Pepino. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://apps.fao.org/faostat>. (Revisado en Agosto de 2005).
- FAO, 2005. Pepino. Base de Datos. FAOSTAT [En línea]. Disponible en: <http://appsfaostat.org/page/collections?subset=agriculture&language=ES>. (Revisado en Septiembre de 2005).
- Fery, R. L. and P. Dukes. 1996. The inheritance of resistance to the Southern root-knot nematode in "Carolina Hot" Cayenne pepper. *Journal American Society Horticulture*. 121: 1024-1027.
- Franklin, M. T. 1978. Plant Nematology. Ed. J. F. Southey. Her Majesty's Stationery Office. London, England. pp: 98-124.

- Franklin, M. T. 1979. Root – Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). Biology and Control. Edited by Lamberti, F. y Taylor C.E. Academic Press. New York. pp: 21-35.
- Fuentes, Y. J. L. 1994. Botánica Agrícola. 4ª. ed. Ed. Mundil-Prensa. 64 p.
- Gaskin, T. A. and H. W, Crittenden, 1956. Studies of the host range of *Meloidogyne hapla*. Plant Disease. 40(4): 265-270.
- GES. 2005. Gobierno del Estado de Sinaloa: Municipios: Secciones de 2005. [En línea]. Disponible en: 168.144.40.102/salima/display3.asp. (Revisado en septiembre de 2005).
- Giannakou, I. O. and D. G. Karpouzas. 2003. Evaluation of chemical and integrated strategies as alternatives to methyl bromide for the control of root-knot nematodes in Greece. Pest Management Science. 59(8):883-892.
- Gotlieb, D., Y. Oka, B.H. Ben-Daniel y Y. Cohen. 2003. Dry mycelium of *Penicillium chrysogenum* protects cucumber and tomato plants against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Phytoparasitica 31(3):217-225.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 350 p.
- Guillen, R. 1980. Plantas hortícolas. Ed. Floraise e Internacional. Book Productions. 66 p.

- Hafez, S. L. and P. Sundararaj. 2001. Evaluation of chemical nematicides for the suppression of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* on potato. International Journal of Nematology. 11(2) (in press).
- Hemeng, O. B. 1975. Infectivity of *Meloidogyne incognita* and its control. Acta Crops Research Institute, Kumasi Ghana. Horticulturae 53(4):75-77.
- Hirschman, H. 1982. Taxonomy of the Cyst and Root-knot Nematodes. Ed. Nematology in the Southern region of the United States. Bulletin 276. Arkansas Agricultural Experiment Station. Fayetteville, Ark. pp:54-70.
- Hough A. and J. Thomason. 1975. Effects of aldicarb on the behavior of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne javanica*. J. Nematology. 7: 221-229.
- INTA-ONUDI, 2004. Innovación al servicio del desarrollo sustentable. In: Seminario Avances en la Sustitución / eliminación del bromuro de metilo en la desinfección de suelos y substratos. pp: 2-8.
- Jenkins, W. R. and D. P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Ed. Reinhold publishing Corporation. New York. pp: 100-113.
- Jensen, H. J. 1972. Economic Nematology. Department of Biological Sciences. Simon Fraser University. Burnaby, Vancouver, B.C., Canada. 380 p.
- Jepson, S. B. 1987. Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). International Institute of Parasitology. St. Albans. Herts, U. k. pp: 3-10.

- Katan, I. 1993- Replacing pesticides with nonchemical tools for the control of soilborne pathogens a realistic goal. *Phytoparasitica*. 21: 95-99.
- Khan, A.A., M. W. Khan y K. Badshah. 2000. Preferential parasitism of different Species of root-knot nematodes on vegetable crops. *Indian Journal of Nematology*. 30(2): 196-188.
- Kratochvil, R. J., S. Sardanelli, K. Everts, E. Gallagher. 2004. Evaluation of crop rotation and other cultural practices for management of root-knot and lesion nematodes. *Agronomy Journal* 96(5):1419-1428.
- Lamberti, F., R. M. Lemos, N. Sasanelli, S. Molinari, I. M. de O. Abrantes, J. Silva y A. Villalobos. 2001. Effect of some nematicides on root-knot nematodos (*Meloidogyne* spp.) on vegetable crops in Portugal. *Nematología Mediterranea*. 29(1):67-76.
- Leñano, F. 1980. Hortalizas de Fruto. Cómo, dónde, cuándo. Manual del Cultivo Moderno. Ed. De Vecchi, S.A. Barcelona, España. pp: 105 -108.
- León, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. 2ª ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 393 p.
- Li, M., S. Yan, L. Ahang, J. Shong. 2001. Mixed infection caused by *Meloidogyne* and *Fusarium* in cucumber. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*. 16(2):28-31.
- MacGregor, L. R. y O. Gutiérrez. 1983. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. Alhambra, México. 166 p.

- Magunacelaya, J. C. y R. San Martín. 2003. Control de *Meloidogyne hapla* en vides var. Flame y Perlette en el valle de Copiapó, III Región con extracto de *Quillaja saponaria* Mol. In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. 28, 29 y 30 de octubre. Santiago República de Chile. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en Agosto de 2005).
- Magunacelaya, J. C., J. Nitsche., H. Pacheco. 2003. Acción nematicida y persistencia del extracto de quillay en plantas de tomate en invernadero. In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. 28, 29 y 30 de octubre. Maintecillo, República de Chile. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en agosto de 2005).
- Magunacelaya, J. C., R. San Martín, P. Andrés. 2003. Control del nematodo agallador *Meloidogyne arenaria* raza II en cultivo de tomate bajo plástico con extracto de Quillay aplicado durante dos temporadas. In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. 28, 29 y 30 de octubre. Santiago República de Chile. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en Agosto de 2005).
- Magunacelaya, J.C., J. Nitsche, P. Abogabir y H. Pacheco. 2003. Acción Enraizante de Biorend y el nematicida QL-AGRI-35, en plantas de tomate en bolsas de polietileno con Suelo, y en "rizotones". In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. 28, 29 y 30 de octubre. Maintecillo, República de Chile. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en Agosto de 2005).
- Mainardi, F.F. 1981. Horticultura Macrobiótica. Ed. De Vecchi, S. A. Barcelona, España. p.152.

- Malpica, C. R. F. 1980. Conservación en Fresco de Pepino (*Cucumis sativus* L.) para la exportación. Tesis profesional. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 139 p.
- Marbán M., N. y H. J. Avila. 2004. Anti-nematode evaluations on *Meloidogyne incognita* associated with vineyards at Hermosillo, Sonora, México. In: XXXVI Annual Meeting Organization of Nematologists of Tropical América. Puerto Vallarta, Jalisco. México. 30 p.
- Marbán , M. N.; E. R. García, M. B. Dicklow and B. M. Zuckerman. 1992. Studies on *Paecilomyces marquandi* from nematode suppressive Chinampa soils. Journal of Chemical Ecology. 18(5): 775-783.
- Marbán, M.N., M. B. Dicklow. and B. M. Zukerman. 1989. Evaluation of control of *Meloidogyne incognita* and *Nacobbus aberrans* on tomato by two leguminous plants. Rev. Nematology. 12(4): 409-412.
- Maroto, B. J. 2002. Horticultura Herbácea Especial. 5ª ed. Ed. Mundi- Prensa, Madrid-Barcelona-México. 566 p.
- Maroto, B. J. V., E. B. Pascual y P. V., Borrego. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona. México. pp: 227-262.
- Mashela, P. E. 2002. Ground wilt cucumber fruits suppress numbers of *Meloidogyne incognita* on tomato in microplots. Nematrópica 32(1):13-19.
- Mateeva, A. and Ivanova, M. 2000. Alternative methods for control of root-knot nematodes. *Meloidogyne* spp. In: Proceedings of the International Symposium on Chemical and Non Chemical Soil and Substrate Disinfestation. Acta Horticulture 532:109-111.

- Meyer, S. L. F., J. S. Buyer., J.H. Bowers., C. J. Baker., W. Li., J. T. de Souza., J.A. Lewis and S. Chung. 2005. Biocontrol agents applied individually and in combination for suppression of soilborne diseases of cucumber. *Crop protection*. 24(2):141-155.
- Montes, B. R. 1988. *Nematología Vegetal en México*. Sociedad Mexicana de Fitopatología, México. 158 p.
- Montes, B.R. 1979. *Avances de la Nematología Agrícola en México*. SARH-Colegio Superior de Agricultura tropical. México. 140 p.
- Montoya A., S. 1998. Enfermedades de la raíz en cucurbitáceas. *Enfermedades de las hortalizas*. Eds. Jacobo Cruz Ortega, Raymundo S. García Estrada, José A. Carrillo Facio. Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestría en Ciencias de la Producción Agrícola. Sinaloa, México. pp: 127-129.
- Morales P., T. 2004. Evaluación de sustancias antinematodos en *Meloidogyne incognita* Chitwood 1949 asociada a viñedos de Hermosillo, Sonora. Tesis de Maestría. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 126 p.
- Morris, P. D., D. H. Smith and R. Rodríguez-Kabana. 1984. Compendium of Peanut Diseases. Ed. The American Phytopathological Society. U.S.A. pp:38-44.
- Mortensen, E. Bullard, E. 1971. *Horticultura Tropical y subtropical*. Centro Regional de Ayuda Técnica Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). México-Buenos Aires. p. 90.

- Nelmes A. J., D. L. Trudeill and D. C. M. Corbett. 1973. Chemotherapy in the study of plant parasitic nematodes. pp: 95-112. In: Chemotherapeutic agents in the study of parasites. Vol. II. Eds. Tayllos, A. E. R. and R. Muller. Blakwell scientific publications.
- Nelson, M. L. Rodríguez, B. Vander May, G. Lopez, and J. Norton. 2002. Results from the 2001-2002 USDA IR-4 MBA field trials in California strawberries. Proc. 2002 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, Florida. Paper 16.
- Ou, L. t. 1998. Enhanced degradation of the volatile fumigant-nematicides 1,3-D and methyl bromide in soil. *Journal of Nematology*. 30:56-64.
- Özarslandan, A., I. H. Elekcioglu. 2003. Resistance of some cultivated varieties of cucumber, tomato and pepper to the root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* Chitwood. 1949 race-1 and *M. incognita* Chitwood, 1949 race-2 (Nemata: Heteroderidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 27(4): 279-291.
- Pacheco, H. y J.C. Magunacelaya. 2000. Evaluación de la aplicación tardía de extracto de quillay y nematicidas tradicionales, como alternativa de control de *Meloidogyne arenaria* Raza II, en tomate en la zona central de Chile. In: Resúmenes del X Congreso Nacional de Fitopatología. 18-20 de octubre. Valdivia, República de Chile. s/p. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en agosto de 2005).
- Page, S. L. 1985. *Meloidogyne acronea*. C.I. H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology. St. Albans 8(114):2-3.

- Papadopoulou, J. and Triantaphyllou, A. C. 1982. Sex differentiation in *Meloidogyne incognita* and anatomical evidence of sex reversal. *J. Nematology* 14:549-566.
- PLM. 2005. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Fertilizantes agroquímicos y productos orgánicos. 2005. 15ª ed.. Patrocinado por BASF. The Chemical Company.
- Porter, I. J., S. W. Mattner, A. Shanks, R. Gounder, V. Bianco, H. Donohe. 2002. Best practice cropping strategies as alternatives to preplant soil disinfestation with methyl bromide for temperate strawberry fruit and runner production. *Horticulture Australia*. 104 p.
- Porter, I. J., R. W. Brett, B. M. Wiseman. 1999. Alternatives to methyl bromide : chemical fumigants or integrated pest management systems. *Australasian Plant Pathology*. 28: 65-71.
- Rajendran, G. and T. G. Nagathan. 1978. Control of root knot nematode in grapes. *Vitis* 17: 271-273.
- Ramírez A., J. A. y A. D. Nieto. 1995. Fluctuaciones poblaciones de nematodos en vid y su reducción con nematicidas en la costa de Hermosillo, México, *Revista Mexicana de Fitopatología* 13(1):37-40.
- Rao, M. S., P. P. Reddy and M. Nagesh. 1997. Management of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato by integration of *Trichoderma harzianum* with neem cake. *Zeitschrift für pflanzenkrankheiten und pflanzenschutz*. 104(4): 423-425.
- Raski, D. J. and L. R. Krusberg. 1984. Nematodes parasites of grapes and other small fruits. In Nickle, W. R. Ed. *Plant and Insect Nematodes*. New York. Marcel Dekker. pp: 457-506.

- Reddy, P. P., M. Nagesh, V. Devappa, N. K. K. Kumar and A. Verghese. 1997. Management of *Meloidogyne incognita* on tomato by integration of *Trichoderma harzianum*, *Glomus fasciculatum* and neem cake. Advances in IPM for horticultural crops. In: Proceedings of the First National Symposium on Pest Management in Horticultural crops. Bangalore, India. pp: 349-352.
- Rich, J. R. and R. A. Dinloch. 2000. Influence of Aldicarb and 1,3-Dicloropropene applications on cotton yield and *Rotylenchus reniformis* post-harvest populations. *Nematropica* 30(1):47-53.
- Rodríguez, C. E. 1986. El Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) en hidroponía bajo el sistema de grava con subirrigación, Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 86 p.
- Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. UACH. México. pp. 57-64.
- Russo, G., A. Loffredo, G. Fiume, G. Fiume. 2003. Efficacy of oxamyl, alone or integrated, against nematodes. *Informatore Agrario*. 59(26):56-58.
- Sasser, J. N. 1979. Pathogenicity, host ranges and variability in *Meloidogyne* species. Eds. F. Lamberti and C. E. Taylor, Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) Systematics, biology, and Control. Academic Press. New York. pp: 257-268.
- Sasser, N.J. 1977. Worldwide Dissemination and Importance of the Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Journal of Nematology* 5:230.

- SIACON. 2005. Sistema Agropecuario de Consulta. Subsistema de información agrícola. México, D.F. [En línea]. Disponible en: <http://siap.sagarpa-go.mx>. (Revisado en Agosto de 2005).
- SIAP, SAGARPA. 2005. Servicio de Información y Estadística, Agroalimentaria y pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio, SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Pepino. [En línea]. Disponible en: <http://siap.sagarpa-go.mx>. (Revisado en Agosto de 2005).
- Siddiqi, M. R. 1986. Tylenchida, Parasites of Plants and Insects. Commonwealth Institute of Parasitology: Farnham Royal. pp: 307-322.
- Siddiqui, I. A. and Shaukat S. S. 2003. Impact of biocontrol *Pseudomonas fluorescens* CHA0 and its genetically modified (GM) derivatives on penetration of *Meloidogyne incognita* in mungbean roots. *Nematología Mediterranea*. 1(31): 43-45.
- Sobrino, I. E. y V. W E. Sobrino. 1989. Tratado de Horticultura Herbácea. 1. Hortalizas de Flor y Fruto. Ed. Aedos. Barcelona, España. 352 p.
- Solis A., J. F. 2001. El picudo del agave tequilero *Scyphiphorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Jalisco México. Tesis de Doctorado. Colegio de Pograduados, Montecillo, Edo. de México. 70 p.
- Soria, F. M. J. 1993. Producción de Hortalizas en la Península de Yucatán. S. E. P., D. G. T. A., S. E. I. T. Investigación y Graduados Agropecuarios. Tecnológico Agropecuario Num. 2. Yucatán. México. pp:143-145.
- Tamaro, D. 1984. Manual de Horticultura. Ed. G. Gilli, S. A. México, D. F. p.314.

- Taylor, A. L. and J. N. Sasser. 1978. Biology, Identification and Control of Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.). North Caroline State University. Departament Plant Path and United State Agency Internacional Develop. Raleigh, N. C. 111 p.
- Taylor, A. L. y J. N. Passer. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies *Meloidogyne*). Proyecto Internacional *Meloidogyne*. Carolina del Norte, Estados Unidos. 111 p.
- Tirsconia, R., J. 1979. Hortalizas de fruto. Pimiento, pepino y otros. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. 126 p.
- Triantaphyllou, A. C. 1991. Cytogenetics of root-nematodes. Eds. F. Lamberti, and C. E Taylor. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) Sistematics, biology, and Control. Academic Press. New York. pp: 85-109.
- UNEP. 2002. Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. Ed. United Nations Environment Programme. 2002 Assessment. 428 p.
- Upadhyay, K. D., K. Dwivedi and S. K. Uttam. 2003. Effect of some plant extracts on the mortality and hatching of *Meloidogyne incognita* and *Heterodera cajani* infestin pigeonpea. Nematología Mediterránea. 31(1):29-31.
- Urzúa, E. y J. C. Magunacelaya. 1996. Evaluación del extracto de Quillay en condiciones de invernadero para el control de *Meloidogyne* sp Carter en *Vitis vinifera* variedad Cabernet Sauvignon. Memoria IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Cuba.

- Urzúa, E. y J. C. Magunacelaya. 2003. Control de *Meloidogyne* sp. en *Vitis* vinífera cv. Cabernet Sauvignon con extracto de quillay en condiciones de invernadero. In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. Marbella Resort. 28, 29 y 30 de octubre. Santiago República de Chile. [En línea]. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/X.htm1>. (Revisado en agosto de 2005).
- Valadez, L. A. 2001. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México, D.F.. 298 p.
- Valenzuela, D. J. A., Marbán, M. N. y De la Cruz, R. 1990. Leguminosas de cobertura asociadas con tomate variedad "Dina guayabo" y su efecto sobre *Meloidogyne arabis*. Turrialba 40(2):217-221.
- Venegas B., A. 1999. Evaluación de tácticas para el combate de nematodos agalladores del género *Meloidogyne* spp. asociados al cultivo de sandía (*Citrullus vulgaris* Sharad) en la región mixteca del Estado de Puebla. Tesis de Maestría. Dpto. de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. de México. 93 p.
- Verdugo, G. F. Etiología de una nueva enfermedad de la sandía (*Citrullus vulgaris* Schrod) en el Valle de Culiacán, Sinaloa. Tesis Doctoral. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 250 p.
- Villareal, R. 1982. Tomatoes. Trad. por Edilberto Camacho. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. 184 p.
- Wang, K.-H., B. S. Sipes, and D. P. Schmitt. 2002. Crotalarias as a cover crop for nematode management : a review. Nematropica 32(1):35-57.

- Webster, J.M. 1972. Economic Nematology. Ed. Webster, J. M. Pestology Centre. Department of Biological Sciences. Simon Fraser University. Burnaby, Vancouver, B.C., Canada. 380 p.
- Whapham, C. A., T. Jenkins, G. Blunden and S. D. Hankis. 1994. The role of seaweed extracts, *Ascophyllum nodosum* in the reduction in fecundity of *Meloidogyne javanica*. Fundamental and Applied Nematology. 17(2): 181-183.
- Whitaker, T. W. And G. N. Davis, 1962. Cucurbits. Interscience Publisher Inc. New York, U.S.A. 189 p.
- Williamson, V. M. y R. S. Hussey. 1996. Nematode Pathogenesis and resistance en plants. Plant Cell 8: 1735-1745.
- Winstead, N. N. and J. N. Sasser. 1956. Reaction of cucumber varieties to five root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Plant Disease. 40(4):272-274.
- Yáñez M., G. 1990. Respuesta de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al ataque de *Meloidogyne incognita*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México. p. 27.
- Zukerman, B. M., W. F. Mai., R. A. Rhode. 1971. Plant Parasitic Nematodes. Volume I: Morphology, Anatomy, Taxonomy, and Ecology. Academic Press. New York and London. 345 p.

VII. ANEXOS

Cuadro 15. Análisis de varianza para *M. incognita* en la preevaluación en 100 g de suelo en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero del 2005.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Bloque	3	3448.15000	1149.3833	0.97	0.4376 NS
Trat	4	12626.000	3156.500	2.67	0.0838 NS
Error	12	14179.600	11811.6333		
Total	19	30253.750			

$$R^2 = 0.531311 ; C.V. = 22.8747$$

Cuadro 16. Análisis de varianza para juveniles (J2) de *M. incognita* en 100 g de suelo, primera evaluación en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. 25 de febrero del 2005.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Bloque	3	3168.6000	1056.2000	0.7867	0.7867 NS
Trat	4	489544.3000	122386.0750	41.10	.0001*
Error	12	35734.9000	2977.9083		
Total	19	528447.8000			

$$R^2=0.932378; C.V.=25.04370$$

Cuadro 17. Análisis de varianza para juveniles (J2) de *M. incognita* en 100 g de suelo, segunda evaluación en el cultivo del pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. 12 de marzo del 2005.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Bloque	3	3812.150	1270.717	0.52	0.6774 NS
Trat	4	1311113.200	327778.300	133.75	.0001*
Error	12	29407.600	2450.633		
Total	19	1344332.950			

$R^2 = 0.978125$; C.V. = 22.86025

Cuadro 18. Análisis de varianza para juveniles (J2) de *M. incognita* en 100 g de suelo, tercera evaluación en el cultivo de pepino en campo. En Cruz de Elota, Sinaloa. 27 de marzo del 2005.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Bloque	3	9384.550	3128.183	1.39	0.2934 NS
Trat	4	3071876.000	767969.000	341.25	.0001*
Error	12	27005.200	2250.433		
Total	19	3108265.750			

$R^2 = 0.991312$; C.V. = 13.92186

Cuadro 19. Análisis de varianza del factor de reproducción en la población de *M. incognita*, en el cultivo de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa, México. Febrero- Marzo 2005.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Bloque	3	190.59350	0.32973750	0.69	0.6232 NS
Tratamientos	4	10673.963	7.70197750	25.49	0.0001 *
Error	12	1256.41400	104.70117		
Total	19	12120.96950			

R^2 : 0.896344; C.V: 33.32473

Cuadro 20. Análisis de varianza para el índice de agallamiento causados por *M. incognita* en raíces de pepino. Cruz de Elota Sinaloa. Marzo 2005.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	4	10673.96200	2668.49050	25.49	.0001*
Bloque	3	190.59350	63.53117	0.61	0.6232 NS
Error	12	1256.41400	104.70117		
Total	19	12120.96950			

$$R^2 = 0.896344; C.V. = 33.32473$$

Cuadro 21. Análisis de varianza para el rendimiento de pepino. Cruz de Elota, Sinaloa. Febrero-marzo del 2005.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	4	1010226.911	252556.728	1.67	.0001*
Bloque	3	38167.921	12722.640	33.11	0.2264 NS
Error	12	91523.552	7626.963		
Total	19	1139918.384			

$$R^2 = 0.919710; C.V. = 3.841038$$

Cuadro 22. Análisis de varianza para el peso seco de follaje en el cultivo de pepino de invernadero. Primer bioensayo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	98.24600000	16.37433333	1.62	0.1559 NS
Error	63	636.1220000	10.0971746		
Total	69	734.3680000			

$$R^2 = 0.133783; C.V. = 29.86471$$

Cuadro 23. Análisis de varianza para el peso seco de raíz en el cultivo de pepino de invernadero. Primer bioensayo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	0.35171429	0.05861905	1.24	0.2974 NS
Error	63	2.97400000	0.04720635		
Total	69	3.32571429			

$$R^2 = 0.105756; C.V. = 26.68231$$

Cuadro 24. Análisis de varianza para el porcentaje del índice de agallamiento de raíz en pepino de invernadero. Primer bioensayo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	0.35171429	0.05861905	1.24	0.2974 NS
Error	63	2.97400000	0.04720635		
Total	69	3.32571429			

$$R^2 = 0.105756; C.V. = 26.68231$$

Cuadro 25. Análisis de varianza para el peso seco de follaje en pepino de invernadero. Segundo bioensayo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	21.27285714	3.54547619	2.40	0.0376 NS
Error	63	93.07800000	1.4774286		
Total	69	114.3508571			

$$R^2 = 0.186031; C.V. = 24.36560$$

Cuadro 26. Análisis de varianza para el peso seco de raíz en el cultivo de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	1.90742857	0.31790476	6.43	.0001*
Error	63	3.11600000	0.04946032		
Total	69	5.02342857			

$$R^2 = 0.379707; C.V. = 25.77446$$

Cuadro 27. Análisis de varianza para el porcentaje del índice de agallamiento en raíz de pepino en invernadero. Segundo bioensayo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	40533.28571	6755.54762	27.80	.0001*
Error	63	15310.20000	243.01905		
Total	69	55843.48571			

$$R^2 = 0.725837; C.V. = 69.24079$$

Cuadro 28. Análisis de varianza para juveniles (J2) de *M. incognita* en cámara nebulizadora.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	2229114915	371519153	3.08	0.0105*
Error	63	7611488332	120817275		
Total	69	9840603247			

$$R^2 = 0.226522; C.V. = 177.7962$$

Cuadro 29. Análisis de varianza para huevecillos de *M. incognita* en cámara nebulizadora.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	21507927.14	3584654.52	34.88	0.0001*
Error	63	6475251.50	102781.77		
Total	69	27983178.64			

$R^2 = 0.768602$ C.V. = 45.47921

Cuadro 30. Análisis de varianza para juveniles (J2) muertos de *M. incognita* en cámara nebulizadora.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	6	266139.0857	44356.514	2.52	0.0299
Error	63	1108261.500	17591.452		
Total	69	1374400.586			

$R^2 = 0.193640$; C.V. = 196.1609

Cuadro 31. Análisis de varianza para juveniles (J2) de *M. incognita* en cajas petri.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	4	86455991.12	21613997.78	43.35	.0001*
Error	45	22435263.6	498561.4		
Total	49	108891254.7			

$R^2 = 0.793966$ C.V. = 31.96187

Cuadro 32. Análisis de varianza para huevecillos de *M. incognita* en cajas petri.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	4	26669840.12	6667460.03	18.32	.0001*
Error	45	16380743.10	364016.51		
Total	49	43050583.22			

$R^2 = 0.619500$; C.V. = 69.08395

Cuadro 33. Análisis de varianza para juveniles (J2) muertos de *M. incognita* en cajas petri.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr>F
Trat	4	3276.720000	819.180000	2.67	0.0440*
Error	45	13796.10000	306.58000		
Total	49	17072.82000			

$R^2 = 0.191926$; C.V. = 195.8549