

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Unidad Laguna

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Identificación de las especies de *Meloidogyne* spp que infectan al melón, chile y tomate en la Comarca Lagunera mediante observación de características morfológicas

POR:

**BARDOMIANO GUZMÁN GARCÍA**

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2007

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

APROBADA POR:

PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
Ph. D. TEODORO HERRERA PEREZ

VOCAL

\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL

\_\_\_\_\_  
M. C. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

VOCAL  
SUPLENTE

\_\_\_\_\_  
Ph. D. FLORENCIO JIMENEZ DÍAZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

\_\_\_\_\_  
M. C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2007

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”  
Unidad Laguna

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Identificación de las especies de *Meloidogyne* spp que infectan al melón, chile y tomate en la Comarca Lagunera mediante observación de características morfológicas

POR

**BARDOMIANO GUZMÁN GARCÍA**

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

ASESOR  
PRINCIPAL

\_\_\_\_\_  
Ph. D. TEODORO HERRERA PÉREZ

ASESOR

\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

ASESOR

\_\_\_\_\_  
M. C. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

\_\_\_\_\_  
M. C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2007

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por haberme dado la vida e iluminar siempre mi camino y permitirme llegar hasta este momento, de hacer realidad mi anhelado sueño; el de haber terminado mis estudios de licenciatura, infinitas gracias por estar siempre conmigo y con mi familia en todo momento.

**A mi "Alma Terra Mater" la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y al Departamento de Parasitología Agrícola**, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de realizar mis estudios, proporcionándome todo lo necesario durante mi estancia dentro de ella, dándome la dicha de ser profesionista, gracias por permitirme ser uno más de tus egresados, que pondrá tu nombre muy en alto.

**Al Ph. D. Teodoro Herrera Pérez**, asesor principal de este trabajo de investigación, por la confianza depositada en mí al darme la oportunidad de formar parte del proyecto, gracias por todos sus consejos, ayuda, entrega, paciencia y el tiempo dedicado a este trabajo.

**Al Ing. José Alonso Escobedo**, por ser mi amigo, pero más que nada por su valiosa colaboración en la revisión de la presente tesis, por sus consejos y además de ser un gran maestro, gracias por su amistad.

**Al Ing. Javier López Hernández**, por su invaluable colaboración en la revisión de la presente tesis, por sus consejos dentro y fuera de clases, gracias por su amistad durante todo este tiempo.

**Al Ph. D. Florencio Jiménez Díaz**, por su valiosa colaboración en la culminación de este trabajo y por la gran amistad brindada hacia mi persona.

**A mis maestros del Departamento de Parasitología:** Ph. D. Teodoro Herrera Pérez, Ing. José Alonso Escobedo, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, Ph. D. Florencio Jiménez Díaz, Ph. D. Vicente Hernández Hernández, Ing. Javier López Hernández, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, M. Sc. Ma. Teresa Valdés Perezgasga, Biol. Claudio Ibarra Rubio. Por todos sus sabios consejos y enseñanzas que me permiten graduarme como Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, sigan dando lo mejor de ustedes.

**A mis compañeros de la carrera:** Yohana, Elvia, Miguel, Juan José, Evaristo, Candelario, Brigido, José Alfredo, Mariano, Carlos Gabriel, José, Alejandro, Julio, Jesús Antonio, Cesar, Oscar, Alberto, Herminio y Juan Pablo. Por brindarme su amistad y por todos los grandes momentos que compartimos, gracias, les deseo lo mejor en sus vidas.

**A la Sra. Graciela Armijo Yerena**, secretaria del departamento de parasitología, por todas las atenciones prestadas hacia mi persona, por su amabilidad y dedicación en todo momento.

## DEDICATORIAS

### **A mis Padres:**

**Al Sr. Simón Guzmán Antonio.** Con cariño y afecto, por el enorme apoyo que me has brindado en toda la vida, por todos tus consejos para ser mejor persona, por darme la oportunidad, confianza y apoyo en este proceso de mi formación profesional, mejor padre no pude haber tenido ¡te quiero mucho papá!

**A la Sra. Encarnación García Marceliano.** Con amor, cariño y aprecio, por apoyarme en todo momento, por tu inquebrantable fé que siempre has tenido en mí; en agradecimiento a lo más grande que tú me has dado "la vida", ¡te quiero mucho mamá!

A los dos les agradezco y dedico este trabajo, ya que sin ustedes no hubiera podido lograrlo, gracias por todo su apoyo y amor, a ustedes les debo toda mi carrera, siempre me fije en esos desvelos y sacrificios que hicieron para sacarme adelante, gracias, los amo que Dios me los cuide siempre.

**A mi tia Maria Magdalena.** Con amor, y cariño porque eres como mi madre, por todos tus consejos y apoyo en todo momento.

### **A mis Hermanos:**

**A ti Laura,** por todos tus consejos y ejemplo de Madre para salir adelante, te quiero mucho hermana

**A ti Simón,** por el ejemplo de tu superación profesional, por todos tus consejos y por el apoyo económico en todo momento, te quiero mucho carnal.

**A ti Elodia,** por el apoyo económico que me brindaste cuando más lo necesite, por todos tus consejos y por el ejemplo de tu superación profesional, te quiero mucho hermana.

**A mis Sobrinos: Luís Fernando, Rolando, José Manuel y Estrellita,** por llenar de alegría los corazones de la familia, además de ser el orgullo y futuro de la familia.

**A mis Amigos y Amigas:** Blanca Yessica, Gamaliel, Matty, Julia Patricia, Lidia Gabriela, Victor "El cholo" (Q. E. P. D), Diego Armando, Martín, Elizabeth, David, Citlalli, Octavio, Yolanda,, Ing. Alejandro Cabrera, Ing. Camerino Rojas, Ing. German, Ing. Valentin Vasquez y Arnold (La flechita Avilés), gracias por su amistad y consejos en todo momento.

**A ti Amalia.** Por contar siempre contigo, por saber escucharme, por tu amistad y por todos tus consejos para poder verme realizado.

**A ti Angelita.** Por todos tus consejos, por saber escucharme, por tu amistad incondicional y comprensión en todo momento.

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	i
<b>DEDICATORIAS</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iii
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1. Importancia y distribución de las hortalizas	4
2.1.1. Producción de hortalizas a nivel mundial	4
2.1.2. Producción de hortalizas en México	5
2.1.3. Distribución de la producción hortícola en México	6
2.1.4. Cultivo de hortalizas en la Comarca Lagunera	7
2.2. Importancia y distribución de los nematodos en hortalizas	7
2.3. Taxonomía, morfología, biología y ecología del género <i>Meloidogyne</i> spp.	10
2.3.1. Ubicación taxonómica de <i>Meloidogyne</i>	11
2.4. Síntomas del daño de <i>Meloidogyne</i> spp. en el follaje y raíces de plantas hortícolas	13
2.5. El género <i>Meloidogyne</i> , sus especies, razas y control	15
2.6. Importancia de la identificación de especies de <i>Meloidogyne</i> en hortalizas	16
2.7. Características morfológicas y otros métodos útiles en la identificación de especies de <i>Meloidogyne</i>	16
2.8. Descripción de las características morfológicas distintivas de las especies de <i>Meloidogyne</i>	18
2.8.1. <i>Meloidogyne incognita</i>	18
2.8.2. <i>Meloidogyne javanica</i>	19
2.8.3. <i>Meloidogyne arenaria</i>	20
2.8.4. <i>Meloidogyne hapla</i>	21
2.9. Identificación y distribución de las especies y razas de <i>Meloidogyne</i> , en México	22

<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>27</b>
3.1. Ubicación geográfica y climatológica de la Comarca Lagunera	27
3.2. Obtención de muestras	28
3.3. Montaje de estados adultos y larvarios de <i>Meloidogyne</i> spp.	29
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>31</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1. Presencia de nódulos en raíces de melón, chile y tomate en predios en la Comarca Lagunera, Ciclo 2006.</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 2. Especies del género <i>Meloidogyne</i> identificadas en especies hortícolas establecidas en la Comarca Lagunera, Ciclo 2006.</b>	<b>34</b>

## RESUMEN

El cultivo de hortalizas es de gran importancia económica, ya que es la fuente de diversos productos alimenticios para la población y porque para su producción se necesita de muchos jornales de trabajo. Sin embargo, la rentabilidad de esta actividad se ve reducido por el ataque de diferentes plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo. Uno de los problemas comunes en la producción hortícola es el ataque de nematodos fitoparásitos. Entre estos, *Meloidogyne* es el género mas ampliamente distribuido y se encuentra infectando a la mayoría de las hortalizas. En la Comarca Lagunera se cultivan diferentes especies hortícolas como melón, chile, sandía y tomate, las cuales pueden ser atacadas por este género. Durante el ciclo de producción hortícola 2006, se colectaron muestras de raíces de melón, chile y tomate donde se observaron plantas raquíticas, con poco desarrollo o con amarillamiento y que mostraban síntomas de agallamiento en sus raíces atribuible al nematodo *Meloidogyne* spp en cada una de tres áreas tradicionalmente hortícolas, con el fin de identificar las especies de *Meloidogyne* que se encuentran infectando a estos cultivos. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Parasitología de la U.A.A.N.–U.L. donde se procesaron para determinar la identificación de las especies más comunes de *Meloidogyne*, mediante la observación de características morfológicas distintivas de las especies. De las muestras obtenidas, todos los especímenes de los diferentes lugares y cultivos presentaron las mismas características y correspondieron a la especie *M. incognita*. El género se encontró presente en todas las áreas muestreadas.

## I. INTRODUCCION

Las hortalizas son de gran importancia en la alimentación humana; en cantidad suficiente y en una alimentación bien equilibrada, ayuda a evitar enfermedades graves como las cardiopatías, los accidentes cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, así como a prevenir deficiencias de importantes micronutrientes y vitaminas. La OMS (Organización Mundial de la Salud), coloca el consumo escaso de hortalizas en sexto lugar entre los 20 factores de riesgo a los que atribuye la mortandad humana, inmediatamente después de otras causas de muerte más conocidas, como el tabaco y el colesterol (FAO, 2003).

Además de considerarse como complemento en la mayoría de alimentos preparados, por su aporte alimenticio, se consideran a las hortalizas como la mejor alternativa para combatir la desnutrición a nivel mundial (Yildis, 1994). Es innegable la importancia que cobra día con día el cultivo de las hortalizas en México, por la superficie que se destina a su cultivo, por la fuente de empleo que esta actividad representa, así como también por las divisas que de ellas se obtienen (Anaya y Romero, 1999).

Las plagas y enfermedades en los cultivos hortícolas constituyen uno de los factores de mayor riesgo de pérdida en la producción. En general, existen dos tipos de agentes causales de enfermedades en los cultivos: los bióticos y los abióticos. Entre los agentes bióticos (enfermedades parasitarias o infecciosas) se encuentran los hongos, virus, viroides, bacterias y los

nematodos. Las anteriores entidades son los causantes de las enfermedades más importantes en las hortalizas (Berzoza, 2005).

Uno de los problemas fitopatológicos más importantes en la producción de hortalizas es el daño causado por las especies del género *Meloidogyne* conocido como nematodo agallador o nodulador. Varias especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas en todas las regiones hortícolas de México y en el mundo; los nematodos agalladores son endoparásitos sedentarios y obligados de las plantas hospedantes. Este nematodo incita el desarrollo de células gigantes en el tejido de la raíz de las que puede alimentarse y desarrollarse hasta convertirse en hembras adultas que producen huevos (Cepeda, 1996; Cid del Prado *et al.*, 2001).

Los síntomas aéreos del daño causado por este género son similares a aquellos causados por patógenos de la raíz o por condiciones ambientales que restringen el flujo de agua o nutrientes. El parasitismo por este nematodo produce síntomas tales como: reducción de crecimiento, clorosis del follaje, marchitez, producción reducida de frutos. Sin embargo, el síntoma característico se presenta en la raíz por la inducción a la formación de agallas en la zona de alimentación (Agrios, 1996; Cepeda, 1996).

### **1.1. Objetivo**

- Identificar mediante las características morfológicas distintivas las especies de *Meloidogyne* spp. que se encuentran infectando melón, chile o tomate en la Comarca Lagunera.

### **1.2. Hipótesis**

- Varias especies del género *Meloidogyne* spp. se encuentran presentes e infectando a los cultivos de melón, chile y tomate en la Comarca Lagunera.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia y distribución de las hortalizas

#### 2.1.1. Producción de hortalizas a nivel mundial

La producción de hortalizas a nivel mundial ha tenido una significativa evolución en las últimas décadas. Se ha transformado en una actividad de relevancia creciente en la agricultura debido a que la alimentación básica de varios países se centra en estos productos y además, porque ha habido una valoración creciente de los mismos desde un punto de vista nutricional. Las cifras demuestran que en los últimos veinte años ha habido un incremento muy significativo de la superficie cultivada con hortalizas. En la actualidad la superficie alcanza las 52 millones de hectáreas (77 por ciento más que en 1985), con 881 millones de toneladas de producción (219 por ciento más) y con una disponibilidad que alcanza a 136.5 Kg. por persona al año (64 por ciento más). Estos indicadores señalan de manera contundente la creciente relevancia de la horticultura en el mundo (Krarup, 2006).

En muchos países, el desarrollo económico ha resultado en malnutrición por consumo excesivo de calorías y derivado en importantes problemas de salud, principalmente obesidad. Esto ha llevado a una revalorización nutricional de las hortalizas, las que hoy se consideran un elemento fundamental para la dieta. El nuevo paradigma presenta oportunidades y desafíos significativos para los sectores involucrados en la producción y utilización de las hortalizas (Krarup, 2006; FAO, 2003).

### **2.1.2. Producción de hortalizas en México**

En México, la producción de hortalizas se realiza en alrededor de 512,000 hectáreas, equivalente al 3.5 por ciento de la superficie agrícola nacional; de esta superficie, el 15 por ciento corresponde a chile verde, el 7 por ciento a chile seco, el 13 por ciento a tomate rojo, el 11 por ciento a la papa, el 7 por ciento al melón, el 6 por ciento a la sandía, el 6 por ciento a la cebolla, el 4 por ciento a la calabacita, el 4 por ciento al tomate verde, el 2 por ciento al pepino, el 2 por ciento al brócoli y por último el 20 por ciento se dedica a otros cultivos hortícolas (Pérez y Rico, 2004).

La producción de hortalizas mexicanas en el período 1994-2004 se incrementó en mayor medida que el resto del mundo, al aumentar su ritmo promedio anual en un 4.9 por ciento, mientras que el mundo lo hizo al 3.8 por ciento; así lo indica un reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2003). Además, la producción de hortalizas, en 2000-2005 fue 50.2 por ciento superior al registrado en 1990-1994; el volúmen promedio pasó de cinco millones 776 mil toneladas en el período 1990-1994, a ocho millones 678 mil toneladas en el período 2000-2005. De chile verde se producían un millón 51 mil toneladas entre los años 1990-1994, y en el período 2000-2005 subió hasta dos millones 160 mil toneladas. Por su parte, el tomate verde pasó de 300 mil toneladas, a 626 mil en los mismos períodos de referencia (SAGARPA, 2006).

Como resultado de la actividad hortícola, se obtiene una producción de 8 millones de toneladas de fruta, de las cuales, en jitomate se cosechan 1.41 millones de toneladas, en papa 1.21 millones de toneladas, de chile 0.87 millones de toneladas, en cebolla 0.67 millones de toneladas y de melón 0.49 millones de toneladas. Estos productos, por sí solos representan más del 60 por ciento de la producción hortícola total (García y Carrillo, 2004).

De la producción hortícola de México, el 80 por ciento se destina al mercado interno, el 14 por ciento para la exportación y el 6 por ciento a la industria. Por otro lado, la horticultura genera más de un millón de empleos directos, los cuales representan el 20 por ciento de la capacidad laboral de la población económicamente activa. Desde hace varios años, México ocupa el sexto lugar como país exportador de hortalizas y cubre aproximadamente el 45 por ciento del volumen mundial exportado. Las hortalizas que componen el 75 por ciento de la oferta exportable son: tomate rojo con un 30.2 por ciento, pepino con un 11.2 por ciento, melón con un 9.7 por ciento, sandía con un 9.7 por ciento, chile bell con 5.8 por ciento y las calabazas con el 8.4 por ciento (Pérez y Rico, 2004; Siller, 2000).

### **2.1.3. Distribución de la producción hortícola en México**

De las 49 especies hortícolas que se producen a nivel comercial en México, el 57 por ciento se concentran en los Estados de Sinaloa, Guanajuato,

Sonora, Querétaro, Estado de México, Baja California, Jalisco y Morelos. Debido a la diversidad climática de México, la cual es favorable al desarrollo de las hortalizas, es posible producirlas durante todo el año. Cualquiera que sea el destino final de la producción, los factores de calidad como de cantidad y la combinación de ambos, determina la rentabilidad de estos cultivos (Pérez *et al.*, 2005).

#### **2.1.4. Cultivo de hortalizas en la Comarca Lagunera**

En la Comarca Lagunera se establecieron 9,586 hectáreas de especies hortícolas durante el ciclo de primavera y verano del 2005. De esta superficie destaca la correspondiente a melón con 4,311 hectáreas; le sigue la de chile con 2,384 hectáreas, la de sandía con 1,843 hectáreas y tomate con 1,048 hectáreas. Además la superficie de melón se ha mantenido estable, mientras que la de chile y tomate se incrementaron del 2002 al 2005. El valor de la producción de estos cuatro cultivos llegó a ser de \$ 473 millones de pesos en el 2004 (SAGARPA, 2005).

## **2.2. Importancia y distribución de los nematodos en hortalizas**

Los nematodos fitoparásitos están ampliamente distribuidos y todas las plantas son atacadas por una o más especies. Más de 5,000 especies de

nematodos, pertenecientes a 200 géneros, son reconocidas como parásitos de plantas capaces de causar daño económico a los cultivos. Estos organismos tienen un amplio rango de plantas hospederas y hay géneros adaptados en áreas geográficas de clima cálido y clima templado.

Las plantas afectadas por nematodos generalmente se localizan en manchones y presentan síntomas de achaparramiento y marchitez, sobre todo cuando se tienen las mayores temperaturas en el día, debido a que se reduce la cantidad de agua asimilada. El follaje adquiere un color verde pálido a amarillo, sobre todo cuando el daño tiene un gran avance. La planta con frecuencia no muere y puede llegar hasta el final del ciclo productivo, pero los rendimientos y la calidad del fruto se ven seriamente afectados. La enfermedad se distribuye en áreas localizadas del terreno y cuando más severo el daño en la raíz, puede causar marchitez en suelos arenosos, ligeros y en condiciones de temperaturas cálidas (Agrios, 1996; Cepeda, 1996; Zavaleta, 1999).

Además del daño directo del parasitismo, los nematodos pueden transmitir y servir de medio de supervivencia en los virus nativos del suelo que infectan a las plantas. Los nematodos vectores de virus de plantas son todos ectoparásitos, pertenecientes a los siguientes 3 géneros *Xiphinema*, *Longidorus* y *Trichodorus*. Los virus transmitidos por estos nematodos pueden ser transmitidos mecánicamente y muchos inducen síntomas de manchas anulares en las hojas y se encuentran en el grupo de los nepovirus (transmitidos por nematodos, partículas poliédricas) y a los netovirus (transmitido por nematodos,

forma tubular). Los nematodos pueden sobrevivir en el suelo durante muchos años; su diseminación se ve favorecida por los riegos con aguas contaminadas que pasan por campos infestados arrastrando tierra y material infectado, así como por equipo agrícola; estos organismos pueden sobrevivir también en maleza o en socas (Zavaleta, 1999).

Muchos de los problemas causados por nematodos resultan de las interacciones que se establecen entre éstos y otros microorganismos; así, cuando en raíces atacadas por nematodos se presentan invasores secundarios como hongos y bacterias, se desarrollan pudriciones en el sistema radical que resulta en senescencia prematura o muerte de la planta. Las especies de nematodos fitoparásitos de mayor importancia económica en hortalizas, están comprendidas en los siguientes géneros: *Heterodera*, *Globodera*, *Meloidogyne*, *Nacobbus* y *Ditylenchus*. En México, *Meloidogyne incognita*, *Globodera rostochiensis* y *Nacobbus aberrans* son considerados los más importantes y son los que mayor atención han recibido (Zavaleta, 1999).

Un estudio llevado a cabo en el municipio de Ramos Arizpe, Coah., en parcelas cultivadas con chile y tomate, tanto en almácigo como en la parcela definitiva se documentó la presencia de *Meloidogyne* spp. Además se encontró la presencia de los géneros *Ditylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. y *Xiphinema* spp. En almácigos de ese mismo lugar también reveló la presencia constante y con números elevados

de individuos del género *Aphelenchoides* spp. aunque este género puede actuar como micófago (García *et al.*, 1993).

### **2.3. Taxonomía, morfología, biología y ecología del género *Meloidogyne* spp.**

A nivel mundial, el parasitismo de las especies del género *Meloidogyne* spp. ocupan el primer lugar en importancia, por la severidad de los daños, la reducción considerable en la producción y porque se trata de especies polífagas con amplia distribución y frecuencia. No obstante, las especies de este género se encuentran con mayor presencia y abundancia en regiones con clima cálido e inviernos cortos y moderados. Estos nematodos se encuentran también con frecuencia en los invernaderos donde se usan suelos no esterilizados (Eisenback *et al.*, 1983; Hartman y Sasser, 1985; Agrios, 1996).

Las especies del género *Meloidogyne* spp. parasitan alrededor de 3000 especies de plantas hospederos y son económicamente importante en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos. Esta característica se debe a varios factores: capacidad de soportar condiciones adversas, rápida reproducción, facilidad para ser transportado en material vegetativo, en maquinaria agrícola infestada y por la gran capacidad que posee para establecerse en nuevas áreas (Cepeda, 1996; Zavaleta, 1999).

En suelos favorables y con variedades o híbridos susceptibles, este nematodo incrementa rápidamente su población y puede causar daños y pérdidas muy importantes si se siembra en el mismo terreno por dos o tres años consecutivos. Estos daños son directos por el parasitismo del nematodo pero con frecuencia porque predispone a las variedades resistentes a ser atacadas por hongos patógenos como *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae* y otros (Taylor y Sasser, 1978 ).

### 2.3.1. Ubicación taxonómica de *Meloidogyne* (Cepeda, 2001)

Phylum:	Nemata
Clase:	Secernentea
Subclase:	Diplogasteria
Orden:	Tylenchida
Suborden:	Tylenchina
Superfamilia:	Tylenchoidea
Familia:	Heteroderidae
Subfamilia:	Meloidogyninae
Genero:	<i>Meloidogyne</i>

El género *Meloidogyne* tiene un marcado dimorfismo sexual, las hembras adultas adoptan la forma piriforme a esférico, con un tamaño que varía de 0.4 a 1.3 mm de longitud por 0.27 a 0.75 mm de diámetro. Las larvas y los machos

adultos, a diferencia de las hembras, son de forma filiforme, aunque algunos estados juveniles tienen su cuerpo engrosado (García y Carrillo, 2004).

Las áreas con mayor daño por *Meloidogyne* son las que se localizan en terrenos predominantemente arenosos; en suelos arcillosos el tamaño de las agallas es menor. El desarrollo es favorecido por temperaturas del suelo entre 15 y 27 °C. Por si mismos, las larvas y hembras adultas se mueven lentamente pero pueden ser diseminados fácilmente por cualquier medio que mueva suelo como: el agua de riego, equipo agrícola, calzado y mediante plántulas del mismo cultivo (Velásquez *et al.*, 2002; García y Carrillo, 2004).

Durante la etapa juvenil del nematodo, las larvas viven libres en el suelo e infectan la raíz penetrando en los tejidos hasta que se establecen en un punto y pasan por tres mudas más. Después de la tercera muda se desarrollan los órganos sexuales y aparecen en su mayoría hembras y algunos machos. Las hembras se desarrollan y toman la forma alimonada, pera o esférica y permanecen ahí el resto de su vida generalmente con la parte posterior hacia la superficie. Las hembras depositan sus huevecillos en una bola o bolsa gelatinosa también conocida como matriz, en la superficie de las agallas de la raíz. Los huevecillos pueden nacer inmediatamente si las condiciones del suelo les son propicias o pasar el invierno en esa forma y eclosionar o emerger en la primavera siguiente al elevarse nuevamente la temperatura del suelo (Cepeda, 1996; Velásquez *et al.*, 2002).

Cuando existen plantas susceptibles al ataque de nematodos del género *Meloidogyne* spp., el factor más importante para la vida de éstos organismos es la temperatura y la humedad del suelo, y en forma general se ha observado que entre 0 y 40 °C, los nematodos pueden sobrevivir y reproducirse. El nematodo sobrevive libre en el suelo o infectando maleza y otros cultivos (García y Carrillo, 2004).

#### **2.4. Síntomas del daño de *Meloidogyne* spp. en el follaje y raíces de plantas hortícolas**

Cuando las plántulas son atacadas desde el almácigo, la producción se verá reducida drásticamente; la severidad del ataque en plantas adultas estará en función del grado de daño en cada planta. Los síntomas de la parte aérea de las plantas infectadas con nematodos agalladores son similares a los que producen muchas enfermedades causadas por otros patógenos de la raíz o factores del medio ambiente como son: reducción de crecimiento, clorosis del follaje, reducción del follaje, susceptibilidad al marchitamiento y los frutos son pequeños y de poca calidad. Las plantas también manifiestan síntomas de deficiencia de agua en las horas de mayor calor durante el día (Agris, 1996; Cepeda, 1996).

Los síntomas mas característicos de la infección se presentan en las raíces ya que *Meloidogyne* spp induce a la raíz infectada a aumentar en grosor

alrededor del punto donde el nematodo se esta alimentando formándose las típicas agallas radicales, las cuales muchas veces tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas. La formación de agallas son las manifestaciones externas, pero su formación se inicia internamente desde el momento de la penetración de las larvas juveniles del segundo estadio. Estas larvas inducen una serie de cambios en los tejidos radicales, tales como el aumento en el tamaño de las células (hipertrofia) alrededor de la cabeza del nematodo y la sobre multiplicación celular (hiperplasia), fenómenos que dan origen a las agallas o nódulos (Messiaen *et al.*, 1994; Agrios, 1996; Carrillo *et al.*, 2000; Cepeda, 2001).

Las raíces infectadas por *Meloidogyne* spp. además de nódulos se forman varias ramificaciones cortas de la raíz, las cuales nacen en la parte superior de la agalla y forman un sistema radicular tenso y tupido. Es frecuente que las raíces infectadas sean más pequeñas y muestren varios grados de necrosis. Cuando los tubérculos u otros órganos subterráneos carnosos de las plantas son atacados, se forman pequeñas hinchazones sobre la superficie, la cual en ocasiones se hace bastante prominente y produce la deformación de los órganos o el agrietado de su cáscara (Christie, 1976; Agrios, 1996; Carrillo *et al.*, 2000).

## 2.5. El género *Meloidogyne*, sus especies, razas y control

Este género de nematodo se caracteriza por tener un amplio número de especies de las cuales, en por lo menos 37 de ellas, se han cumplido los requisitos para darle el reconocimiento de nomenclatura oficial. Sin embargo, solo cuatro especies son las más comunes (90 por ciento) y distribuidas en el mundo. Se han estudiado las especies y razas de este género a nivel mundial y las más comunes son: *M. incognita*, con cuatro razas, *M. arenaria* con dos razas, *M. javanica* y *M. hapla* con una raza. Además, cada una de las especies y razas se distinguen por su distribución y rango de hospedantes debido a sus características biológicas y adaptación ambiental que poseen (Taylor y Sasser, 1978; Eisenback *et al.*, 1983; Hartman y Sasser, 1985; Messiaen, 1994; Agrios, 1996).

Debido a que es un parásito obligado, una de las alternativas de control es la rotación de cultivos o de descanso del terreno si no se cuenta con variedades resistentes. Debido a que cada especie y raza del nematodo tiene su rango de cultivos y variedades que ataca, si no se tiene información de las especies y razas presentes en una región, no hay seguridad si las rotaciones o variedades resistentes que se usen van a ser efectivas para reducir la población a niveles no dañinos (Taylor y Sasser, 1978).

## **2.6. Importancia de la identificación de especies de *Meloidogyne* en hortalizas**

El control de *Meloidogyne* spp., por rotación de cultivos o mediante el uso de cultivares resistentes puede ser realizado solamente si se conocen las especies y razas patogénicas que se pretenden controlar. La identificación precisa se requiere porque algunas especies y razas atacan a ciertos cultivos mientras que otras no y la resistencia desarrollada en un cultivar, no necesariamente es efectiva contra todas las especies o razas de nematodos agalladores (García *et al.*, 2001; Eisenback, 1983).

## **2.7. Características morfológicas y otros métodos útiles en la identificación de especies de *Meloidogyne***

Existe abundante literatura a nivel mundial sobre la taxonomía y biología de las diferentes especies. La clasificación taxonómica de especies de *Meloidogyne* ha estado basada en técnicas morfológicas, morfométricas y el uso de plantas hospedantes diferenciales (Eisenback, 1985).

Existen ciertos caracteres morfológicos distintivos que son de utilidad en la identificación de las especies de *Meloidogyne*, los cuales son: la morfología del modelo perineal, la morfología de la cabeza de hembras, machos y juveniles del segundo estadio y la morfología del estilete de hembras y machos. Los

modelos perineales de las hembras y la forma de la cabeza de los machos son los caracteres más útiles. La morfología del estilete es también confiable pero puede ser usada solamente en especímenes que son preparados convenientemente y observados en posición lateral precisa. Algunos caracteres adicionales, tales como el número de líneas de los campos laterales pueden ser útiles en la identificación de algunas especies. Deben tomarse en cuenta también ciertos datos morfométricos que pueden usarse para por eliminación descartar algunas especies en el proceso de identificación. Una población nunca debe de identificarse únicamente con medidas, debido a que estas son variables y se sobreponen entre especies (Eisenback, 1983).

Por mucho tiempo la identificación más precisa de las especies y razas se hizo por medio de hospedantes diferenciales. En la actualidad, se ha dado énfasis a la identificación y análisis de diversidad genética con base en métodos moleculares como: Reacción en cadena de la polimerasa (PCR), polimorfismo de fragmentos de restricción (RLFP), y la amplificación al azar del DNA polimorfico (RAPD), que facilitan la identificación de las diferentes especies de *Meloidogyne*. Sin embargo, se ha dado poca importancia al análisis ecológico de la distribución de especies y razas de nematodos (Cid del Prado, 2001).

## **2.8. Descripción de las características morfológicas distintivas de las especies de *Meloidogyne***

### **2.8.1. *Meloidogyne incognita***

Los modelos perineales de *Meloidogyne incognita* tienen un arco dorsal alto formado por estrías que pueden ser desde lisas hasta onduladas. El cono del estilete está claramente curvado dorsalmente. Los nódulos son anchos y planos, separados de la columna y con proyecciones hacia la parte anterior, tan marcadas en algunos especímenes que cada nódulo se ve como si fueran dos. La región cefálica está frecuentemente surcada por un anillo discontinuo. La punta del estilete de los machos de *M. incognita* es roma y más ancha que la porción media del cono. El disco labial es grande y redondeado, cóncavo centralmente y más alto que los labios medios, la columna del estilete es generalmente cilíndrica y con frecuencia es más angosta cerca de los nódulos basales. En los juveniles de segundo estadio de *M. incognita* el disco labial y los labios medios presentan forma de mancuerna en vista frontal. El disco labial es pequeño y redondo ligeramente más elevado que los labios medios (Eisenback, 1983; Eisenback, 1985; Hartman y Sasser, 1985).

### 2.8.2. *Meloidogyne javanica*

Los modelos perineales de *M. javanica* tienen un arco dorsal que puede ser redondeado a aplanado. El rasgo característico de este modelo, son las incisuras laterales bien visibles que lo dividen en región dorsal y ventral. Los estiletes de las hembras de *M. javanica* son similares a los de *M. incognita*, excepto que el cono no está claramente curvado dorsalmente y en que gradualmente se incrementa su anchura hacia la parte posterior, los nódulos basales son anchos y cortos. En *M. javanica* el disco labial y los labios medios tienen forma de mancuerna. El disco labial tiene dos protuberancias prominentes en el lado ventral. Los labios laterales son grandes, elongados y separados de los labios medios y de la región cefálica. En los machos de *M. javanica* el disco labial es grande, plano y los labios medios están fusionados en esta población en particular, la región cefálica no está anillada pero en algunas otras poblaciones tienen dos a tres anillos en la cabeza. El estilete es angosto en la punta, pero muy ancho posteriormente. La columna es cilíndrica y frecuentemente se estrecha cerca de la unión con los nódulos basales del estilete; estos son anchos, aplanados y separados de la columna. En las larvas el disco labial y los labios medios tienen la forma de corbata de moño. Los labios laterales son triangulares y están abajo del nivel del disco labial y los labios medios. La región cefálica puede tener un anillo corto pero generalmente es lisa (Eisenback, 1983; Eisenback, 1985; Hartman y Sasser, 1985).

### 2.8.3. *Meloidogyne arenaria*

En los modelos perineales el arco dorsal de las poblaciones de *M. arenaria* es de aplanado a redondeado, las estrías en el arco se curvan ligeramente y forman una ondulación llamada “hombreira.” Las estrías son lisas a onduladas y algunas pueden dirigirse hacia la vulva. El estilete es muy robusto; el cono y la columna son gruesos. El disco labial y los labios medios de *M. arenaria* tienen forma de mancuerna como en *M. incognita* y *M. javanica*. Los labios laterales son grandes y la región cefálica generalmente presenta un anillo incompleto. La cápsula cefálica de los machos es baja y con declive hacia la parte posterior. Forma una estructura lisa y casi tan ancha como la región cefálica, la cual presenta dos o tres anillos incompletos. El cono del estilete de los machos de *M. arenaria* es puntiagudo y la abertura del lumen está señalada en el lado ventral por una pequeña protuberancia. Los nódulos basales del estilete, proyectados hacia la parte anterior, son muy grandes y emergen gradualmente de la columna. En *M. arenaria* el disco labial y los labios medios de las larvas tienen forma de mancuerna y están elongados y poseen labios laterales largos. En la región cefálica algunos no presentan anillos; sin embargo, algunos presentan dos o tres anillos cefálicos (Eisenback, 1983; Eisenback, 1985; Hartman y Sasser, 1985).

#### **2.8.4. *Meloidogyne hapla***

Los modelos perineales de las poblaciones de *M. hapla* varían desde casi hexágonos redondeados hasta óvalos ligeramente aplanados. El arco dorsal es generalmente aplanado; las líneas laterales no son visibles, las estrías son lisas a onduladas. El área terminal de la cola presenta generalmente puntuaciones que es muy importante para identificar a esta especie. Los estiletes son pequeños comparados con los de las otras tres especies. Los nódulos basales son redondeados y claramente separados de la columna. El disco labial y los labios medios de las hembras de *M. hapla* son asimétricos. La región cefálica es grande y no presenta anillos. Los machos de las razas A y B de *M. hapla* tienen similar morfología de la cabeza. La cápsula cefálica es alta y mucho más reducida que la región cefálica, esta no es anillada. También la anchura y grosor de los anillos del cuerpo decrecen a medida que están cerca de la región cefálica. El estilete de los machos es mucho más delgado y corto que el de las otras tres especies comunes. El cono del estilete incrementa gradualmente su anchura hacia la parte posterior y en su base no es mucho más ancho que la parte anterior de la columna. Los nódulos son redondeados y se encuentran separados de la columna (Eisenback, 1983; Eisenback, 1985; Hartman y Sasser, 1985).

## **2.9. Identificación y distribución de las especies y razas de *Meloidogyne*, en México**

En México, el género *Meloidogyne* spp se ha encontrado afectando cultivos en Guanajuato, Hidalgo, Edo. De México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Zacatecas, Durango, Aguascalientes San Luís Potosí, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas y Baja California. En el Estado de Coahuila se ha documentado su presencia y distribución en el municipio de Arteaga, y en Nuevo León en la región de Navidad (Cepeda y Hernández, 1996; Godoy y Yáñez, 1999; Carrillo *et al.*, 2000; Cid del Prado *et al.*, 2001).

En la Comarca Lagunera se realizó un estudio en 1995 en la cual se determinó las poblaciones de nematodos fitoparásitos que se presentan en los viñedos de la Comarca Lagunera; en general, los nematodos del género *Meloidogyne* se encontraron presentes en el 71.5 por ciento de las muestras pero solo en cantidades altas en el 39.2 por ciento de estas (Herrera, 1995).

En la región de Rosales del Estado de Chihuahua se han encontrado nematodos en las raíces de plantas de chile y tomate, pero en chile ha sido poco notoria la formación de agallas, no así en tomate, donde la deformación de la raíz por la cantidad excesiva de nematodos hembras es evidente. Durante el período 2000-2003 se analizaron raíces de plantas de tomate en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma

de Chihuahua procedentes de la zona de Rosales. Se identificó, una gran cantidad de hembras del género *Meloidogyne*; el daño en los predios se estimó de un 40 a 60 por ciento del total. La presencia de nematodos se ha registrado sobre todo en lotes manejados con cantidades excesivas de agua y en aquellos con riego por goteo, ya que la humedad arriba del nivel de capacidad de campo es favorable para el desarrollo de los nematodos (Macías y Luján, 2005).

Durante el ciclo agrícola de 1995, se muestrearon 47 localidades de manera aleatoria ubicadas en 18 Estados de México con el fin de identificar las especies y razas de *Meloidogyne* en la mayor parte del país; las muestras consistieron de suelo y raíces provenientes de 18 cultivos en los que se incluyeron a básicos, hortalizas, frutales, y ornamentales. En cada campo se llevó a cabo un muestreo aleatorio, que consistió en tomar suelo y raíces; la identificación de especies se realizó en base a la observación de las características morfológicas, el patrón perineal de las hembras, la forma del estilete de hembras y machos y la forma de la región labial de los machos. La determinación de razas se llevo a cabo mediante la inoculación y respuesta de hospedantes diferenciales de Carolina del Norte. Se obtuvieron 56 poblaciones, de las cuales el 60.7 por ciento correspondió a *M. incognita*, el 21.4 por ciento para *M. arenaria*, el 12.5 por ciento para *M. javanica* y 5.3 por ciento para *M. hapla*. Del total de las localidades muestreadas, en 8 se encontró la mezcla de especies en donde tres presentaron a *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*; tres más con *M. incognita* y *M. arenaria*; una con *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. hapla* y una con *M. incognita* y *M. javanica*. Las razas encontradas durante el

estudio fueron: la raza 1 y 2 para *M. incognita* y la raza 2 para *M. arenaria* (Cid del Prado *et al.*, 2001).

Con este mismo fin, en 1999 se realizó un trabajo de identificación y distribución de especies de *Meloidogyne* en el Estado de Sinaloa en donde se colectaron plantas enfermas en los valles hortícolas de la Cruz de Eloba, Culiacán, Navolato y Guasave. Los nematodos colectados se identificaron a nivel especie por medio de patrones perineales en hembras adultas, así como la observación de la parte anterior de los machos; además se usó inoculación de plantas hospedantes diferenciales para las cuatro especies de *Meloidogyne*. De 24 localidades muestreadas se obtuvo un total de 40 poblaciones diferentes de *Meloidogyne*, en las cuales se encontró una frecuencia de 82.5 por ciento para *M. incognita*, 12.5 por ciento para *M. arenaria* y 5.0 por ciento para *M. javanica*. En cuatro lugares de colecta se encontraron especies mezcladas; en dos se presentó *M. incognita*, *M. arenaria*, y *M. javanica* y en las otras dos solamente se encontró a *M. incognita* y *M. arenaria*. (Carrillo *et al.*, 2000).

Otro estudio realizado en el Valle de Culiacán, Sinaloa, fue la identificación y estudio del desarrollo embrionario del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp). Se muestrearon 28 campos agrícolas del valle de Culiacán y Navolato, Sinaloa; se colectó suelo y plantas con agallas que fueron procesadas para la extracción de larvas, hembras globosas y huevecillos. La identificación a nivel de especies se realizó por medio de patrones perineales

de las hembras, así como la observación de la parte anterior del cuerpo de las larvas, de la región cefálica del macho, el tipo de estilete, el tipo de nódulos basales y la distancia de la desembocadura de la glándula esofágica dorsal. Además se utilizaron los hospedantes diferenciales para las cuatro especies de *Meloidogyne* (García *et al.*, 2001).

De las 28 localidades muestreadas, se lograron obtener 40 poblaciones diferentes de *Meloidogyne* spp., distribuidas entre cuatro cultivos importantes: tomate, chile, berenjena y pepino. Del total de las poblaciones detectadas, se registró una frecuencia del 94.0 por ciento para *M. incognita*, 3.0 por ciento para *M. arenaria* y 3.0 por ciento para *M. javanica*. En tres áreas se encontraron especies mezcladas de *M. incognita* y *M. arenaria* y *M. incognita* y *M. javanica* (García *et al.*, 2001).

En 1999 se realizó un estudio, con el propósito de identificar la especie del género *Meloidogyne* prevalente en el campo experimental de la U.A.A.A.N., en Navidad, N. L. Ochenta muestras de suelo fueron colectadas, mezcladas y trasladadas para su análisis y preparación a las instalaciones del I.T.E.S.M. de Mty. N. L. El suelo fue puesto y distribuido en una cama de crecimiento del invernadero, donde se sembraron 40 tubérculos de papa variedad "Alpha" y transcurridos 60 días se retiraron al azar 20 plantas para inspeccionar sus raíces. De los nódulos de las raíces infestadas se aislaron hembras adultas para analizar sus características morfométricas, así como las características correspondientes a los juveniles de machos y huevos de *Meloidogyne*; De este

trabajo se concluyó que la especie presente en el campo experimental es *M. incognita* (Cepeda y Hernández, 1996).

En Huehuetlan el Chico, Puebla, se realizó un estudio con el objeto de identificar la especie de *Meloidogyne* que infecta a la jícama (*Pachyrhizus erosus*). Se examinó la morfometría de diferentes estados de desarrollo del nematodo para el reconocimiento final se usó una clave pictórica, dibujos, fotografías y los resultados de la morfometría. El resultado fue la identificación de *Meloidogyne incognita* (Valera *et al.*, 1996)

Durante los años 1998-2000 se realizaron muestreos en hortalizas y otros cultivos en los Estados de Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, en la cual se identificó la presencia de los nematodos *Nacobbus aberrans* en frijol, *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne* spp. en cultivos de frijol, chile, calabaza, cebolla, girasol, alfalfa y durazno, así como en maleza (*Amaranthus graecizans*), en áreas irrigadas y de temporal. La identificación del género *Meloidogyne* se hizo en base a cortes de los patrones perineales de hembras adultas, las cuales coincidieron con los de *M. incognita* (Velásquez, 2001).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica y climatológica de la Comarca lagunera

El trabajo que aquí se presenta se realizó en La Comarca Lagunera; esta región se localiza en una área ubicada al suroeste del Estado de Coahuila y noreste del Estado de Durango en los Estados Unidos Mexicanos y se encuentra ubicada entre los meridianos 102° 50' y 103° 40' longitud Oeste, y los paralelos 25° 25' y 26° 30' latitud Norte. Sus límites son, al norte, la Sierra de Baicuco y la ahora extinta Laguna de Mayrán, las sierra de las Delicias, Tlahualilo y de la Campana; al sur la Sierra de Jimulco y sierras de menor importancia como son las Noas, las de San Carlos y España; al este, por las sierras del Rosario, del Sarnoso y de Vinagrillo, y al oeste, por las sierras de Bermejillo y Mapimí. Esta región comprende los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro de Las Colonias y Viesca en el Estado de Coahuila y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Ciudad Juárez, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, Rodeo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Juan Luís del Cordero y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango.

La Comarca Lagunera es un conjunto de zonas con características ecológicas y agropecuarias similares. El clima es de tipo árido y desértico. La temperatura media máxima es de 25.86 °C con una media mínima de 11. 51 °C; la precipitación media anual es de 252.4 ml. La altura sobre el nivel del mar es de 1,139 metros, cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana,

donde se localizan las áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La topografía de la zona agrícola de la Comarca Lagunera en términos generales es plana y de pendientes suaves que varían de 0.20 a 1.0 metros por kilómetro, generalmente hacia el norte y noreste. Los suelos que predominan tienen características de textura pesada y media, pobre en nitrógeno y en materia orgánica, tienen una estructura que se puede calificar de dispersa y deteriorada por el exceso de laboreo y la pobreza de la materia orgánica. Las principales fuentes de agua que abastecen a la región son la cuenca del río Nazas y el Aguanaval. El agua de riego se almacena en las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco (SAGARPA, 2002).

### **3.2. Obtención de muestras**

El presente trabajo de investigación se realizó en el ciclo de producción hortícola 2006 (julio-diciembre). Se colectaron muestras de raíces en lotes de melón, chile y tomate donde se observaron plantas raquíticas, plantas con poco desarrollo, con amarillamiento y que mostraban síntomas de agallamiento en sus raíces atribuible al nematodo *Meloidogyne* spp en cada una de tres áreas hortícolas; un área ubicada en los municipios de Matamoros y Torreón Coah., otra dentro de los municipios de Fco. I. Madero y San Pedro, Coah., y una tercera en lotes de los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, Dgo. Se visitaron plantaciones donde año con año se establecen estos cultivos y que en años anteriores y en el año actual se presentaron los citados síntomas. De cada área

se buscaron lotes representativos en tres o cuatro puntos del área establecidos con melón, chile o tomate. En cada plantación seleccionada se tomó, con la ayuda de una pala jardinera, navaja y pinzas el sistema radical de 5 plantas con agallas que todavía no presentaban pudrición.

Las raíces con agallas y suelo se colocaron en bolsas de plástico y enseguida en una hielera para conservarlos mientras se colectaba más material y para evitar su exposición al calor durante el transporte. Las muestras se llevaron al Laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, donde se guardaron en un refrigerador a temperatura de 3 a 5 ° C hasta el día en que fueron procesadas.

### **3.3. Montaje de estados adultos y larvarios de *Meloidogyne* spp.**

De las agallas nuevas y solitarias en las raíces se separaron 10 hembras adultas del nematodo por muestra y se colocaron en un vidrio de reloj. Las hembras maduras se colocaron en una gota de ácido láctico al 45 por ciento sobre un portaobjeto y bajo el campo de un microscopio estereoscópico y con la ayuda de agujas de disección, bisturí, navajas de un filo, goteros, agua, se realizaron los cortes para separar el área perineal; primero se les cortó a la mitad y después solo la parte posterior hasta tener solo un cuadro en el que solo quedó el área perineal. Este cuadro se limpió en el mismo ácido láctico para eliminar restos sueltos del cuerpo y contenido del nematodo; una vez

limpios, los cortes se pasaron a otro portaobjetos con una gota de glicerina-azul de metileno, se les colocó un cubreobjetos y después se sellaron con esmalte para uñas y se guardaron para su posterior observación de la huella perineal de acuerdo al método y recomendaciones descritas por Hartman y Sasser, (1985).

Se hicieron montajes de la parte frontal de la hembra para observaciones del estilete y poro excretor. Además, una parte de las muestras de raíces se pusieron a incubar en bolsas de plástico por cinco días a temperatura del laboratorio, asperjándolos diariamente con una solución de agua oxigenada al 5 por ciento para provocar el desarrollo de larvas y machos.

Los montajes de las hembras y machos se colocaron en un microscopio compuesto para observar sus características morfológicas y se identificaron las especies de *Meloidogyne* mediante cotejo con las fotos y diagramas que se presentan en publicaciones donde se describen las características morfológicas distintivas de las principales especies del nematodo (Taylor y Sasser, 1978; Eisenback, *et al.*, 1983; Eisenback, 1985;). Para determinar la prevalencia de la o las especies se registró a cual especie corresponde cada individuo observado.

## IV. RESULTADOS

### Distribución de *Meloidogyne* spp. en la Comarca Lagunera

Durante los muestreos realizados, en las áreas hortícolas de la Comarca Lagunera, que comprendieron la zona centro-sureste, el municipio de Matamoros Coah., la zona norte-noreste que abarcó San Pedro, Coah., Francisco I. Madero Coah. y la zona suroeste y oeste la cual abarcó los municipios de Lerdo y Gómez Palacio Dgo., se observó que *Meloidogyne* spp se encuentra ampliamente distribuido e infectando a los cultivos establecidos, aunque no en todos los predios muestreados se detectó la presencia de nódulos causados por *Meloidogyne* pero si en algunos predios de todos los municipios muestreados. Una excepción se encontró en el municipio de Francisco I. Madero, en la cual, en el único predio inspeccionado de la pequeña propiedad agrícola "Tolibia" no se encontró nódulos en las raíces de chile y tomate, como se presenta en el **cuadro 1**.

En el municipio de Matamoros Coah. se documentó la presencia de nódulos causados por *Meloidogyne* spp. en los predios de melón del Ejido Villa Nueva (Al poniente del poblado), Ejido Matamoros sector II del Ing. Alejandro Galindo Pérez y en el Ejido matamoros sector II del Sr. Manuel Castañón Cortés; mientras que en los predios de los Ejidos Petronilas, Ejido Flor de Mayo y del Ejido Corea-Sacrificio no se encontraron plantas que presentaran nódulos típicos que causa este nematodo.

En el municipio de San Pedro, Coah. se documentó la presencia de *Meloidogyne* spp., en raíces de cultivo de tomate en la P. P. Hortalizas de la Laguna, en cultivo de melón en parcelas ubicadas en los Ejidos Reynosa-el Venado, Ejido San Miguel, y Ejido Presa de Cleto, por el contrario, en cultivo de chile se detectaron nódulos pequeños y escasos en el Ejido Zapata sector "Las Jaulas".

En el municipio de Gómez Palacio, Dgo. en el único predio de melón muestreado, en la pequeña propiedad "El Tuanon" se encontraron plantas con nódulos de *Meloidogyne* spp.

**Cuadro 1.** Presencia de nódulos en raíces de melón, chile y tomate en predios en la Comarca Lagunera, Ciclo 2006.

Nombre del predio	Municipio	Cultivo	Presencia de nódulos
Ejido VillaNueva al poniente del poblado.	Matamoros, Coah.	melón	Si
Ejido Matamoros sector II. Sr. Alejandro Galindo Pérez	Matamoros, Coah.	melón	Si
Ejido Matamoros sector II. Sr. Manuel Castañon Cortés	Matamoros, Coah.	melón	Si
Ejido Petronilas.	Matamoros, Coah.	melón	No
Ejido Flor de Mayo.	Matamoros, Coah.	melón	No
Ejido Corea-Sacrificio	Matamoros, Coah.	melón	No
P. P. Hortalizas de la Laguna	San Pedro, Coah.	tomate	Si
Rancho Alegre	San Pedro, Coah.	tomate	No
Ejido Reynosa-el Venado	San Pedro, Coah.	melón	Si
Ejido San Miguel	San pedro, Coah.	melón	Si
Ejido Presa de Cleto	San Pedro, Coah.	melón	Si
Ejido Zapata sector "Las Jaulas"	San Pedro, Coah.	Chile	Si
Propiedad agrícola "Tolibia"	Fco. I. Madero, Coah.	Chile y tomate	No
Pequeña propiedad "El tuanon"	Gómez Palacio, Dgo.	melón	Si

### **Identificación de las especies de *Meloidogyne* en la Comarca Lagunera**

Los especímenes montados y observados presentaban la huella perineal con el arco dorsal alto, ovalado, con las estrías bien marcadas, onduladas y juntas, el disco labial de los machos, grande, cóncavo y redondeado al igual que las larvas.

De acuerdo a las características morfológicas observadas, en los especímenes montados y mediante cotejo con las figuras y diagramas, que se presentan en las publicaciones donde se describen detalladamente las principales características morfológicas de las especies del género *Meloidogyne* spp. como: forma del disco labial de los machos, ubicación del poro excretor de las hembras, estilete de las hembras, y la más importante que es la forma de la huella perineal de las hembras coinciden con los descritos para *Meloidogyne* incognita. Todos los especímenes montados de los diferentes cultivos y municipios presentaban las mismas características por lo que en el 100 por ciento de los predios donde se encontraron plantas con nódulos se encontró solo a *Meloidogyne incognita*. Por lo anterior, se concluye que la especie del género *Meloidogyne* spp. que se encuentra presente e infectando a los cultivos hortícolas en la Comarca Lagunera es *Meloidogyne incognita*.

**En el cuadro 2** se presentan los lugares donde y cultivo en que se identificó a esta especie.

**Cuadro 2.** Especies del género *Meloidogyne* identificadas en especies hortícolas establecidas en la Comarca Lagunera, Ciclo 2006.

<b>Predio</b>	<b>Municipio</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Especie identificada</b>
Ejido VillaNueva al poniente del poblado.	Matamoros, Coah.	melón	M. incognita
Ejido Matamoros sector II. Sr. Alejandro Galindo Pérez	Matamoros, Coah.	melón	M. incognita
Ejido Matamoros sector II. Sr. Manuel Castañón Cortés	Matamoros, Coah.	melón	M. incognita
P. P. Hortalizas de la Laguna	San Pedro, Coah.	tomate	M. incognita
Ejido Reynosa-el Venado	San Pedro, Coah.	melón	M. incognita
Ejido San Miguel	San pedro, Coah.	melón	M. incognita
Ejido Presa de Cleto	San Pedro, Coah.	melón	M. incognita
Ejido Zapata sector "Las Jaulas	San Pedro, Coah.	Chile	No se identifico.
Pequeña propiedad "El Tuanon"	Gómez Palacio, Dgo.	melón	No se identifico.

## V. DISCUSIÓN

En los primeros trabajos de identificación de especies de *Meloidogyne* Cepeda y Hernández (1996) encontraron solo la especie de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de papa, en el campo experimental de la U.A.A.A.N. ubicado en la región papera de Natividad N. L. Valera *et al* (1996) documentó a *M. incognita* como la única especie presente infectando a jícama en el municipio de Huehuetlan el Chico, Puebla.

En todos los trabajos de identificación de especies de *Meloidogyne* spp. más recientes realizados en México, *M. incognita* es la especie que se encuentra con mayor frecuencia y distribución infectando a los cultivos hortícolas, básicos, ornamentales y frutales. Cid del Prado (2001) encontró a *M. incognita* con mayor frecuencia. De las 56 poblaciones que obtuvo en todo el país, el 60.7 por ciento correspondió a *M. incognita*, el 21.4 por ciento para *M. arenaria*, el 12.5 por ciento para *M. javanica* y solo un 5.3 por ciento para *M. hapla*. Además encontró dos o tres de estas especies presentes en una misma región del país.

Carrillo *et al.*, (2000) al igual que García *et al.*, (2001) en los valles hortícolas de la Cruz de Eloba, Guasave, Culiacán y Navolato, en el Estado de Sinaloa, documentan a *M. incognita* con una frecuencia de 82.5 por ciento y 94.0 por ciento y distribución muy alta, a comparación de la otras tres especies

que son *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. hapla*, que aparecieron con muy poca frecuencia y distribución (3.0 a 12.5 por ciento).

En los Estados de Aguascalientes, San Luís Potosí y Zacatecas Velásquez (2001), reporta la presencia de *M. incognita* y *Meloidogyne* spp. en cultivos de frijol, chile, calabaza, cebolla, girasol, alfalfa y durazno, así como en una maleza (*Amaranthus graecizans*). La identificación del género *Meloidogyne* se hizo en base a cortes de los patrones perineales, las cuales correspondieron a *M. incognita*.

Este trabajo coincide con los trabajos arriba mencionados y realizados en otros Estados del país en la cual documentan la predominancia de la especie *M. incognita* y difiere en que no se detectó la presencia de las otras tres especies más comunes. Posiblemente las condiciones ecológicas, la baja frecuencia y densidad con que están presentes las especies *M. arenaria*, *M. javanica*, no permiten su detección. *M hapla* se adapta a regiones con clima más fresco que el que prevalece en la Comarca Lagunera.

## VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye:

- El género *Meloidogyne* se encuentra distribuido e infectando en todas las áreas hortícolas de la Comarca lagunera.
- En base a las características morfológicas observadas, la especie del género *Meloidogyne* identificada fue *M. incognita* en todos los especímenes de los diferentes cultivos hortícolas.
- Se recomienda continuar con el trabajo de identificación de especies del género *Meloidogyne*, en la cual se incluya la respuesta de hospedantes diferenciales de Carolina del Norte para determinar la raza o razas presentes.

## VII. LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. UTHEA. Noriega editores. México pp. 74-78.
- Anaya, R. S. y J. Romero, N. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México p. 5.
- Arcos, C. G., J. Hernández, H., D. E. Uriza, A., O. Pozo, C. y A. Olivera, S. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del golfo de México. INIFAP, Campo Experimental Ixtacuaco. Folleto Técnico No. 24. pp. 149-150.
- Berzoza, M. M. 2005. El clima y las enfermedades en las hortalizas. En: Memorias Primer foro sobre control integrado de enfermedades en chile y tomate con relevancia en virosis. 5 y 6 de mayo de 2005. Cd. Delicias, Chihuahua. México. p. 74.
- Christie, J. R. 1976. Nematodos de los vegetales, su ecología y control. Segunda edición, Editorial Limusa, México D. F. pp. 69-72.
- Carrillo, F. A., R. García E., R. Allende, M., I. Márquez, S. y J. Cruz, O. 2000. Identificación y distribución de especies del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp) en hortalizas en Sinaloa, México. Revista Mexicana de Fitopatología. 18 (2): 115-119.
- Cepeda, S. M. y F. D. Hernández, C. 1996. Identificación del nematodo agallador de la papa, *Meloidogyne* sp. en Navidad N. L. Revista Mexicana de Fitopatología. 14 (2): 183.
- Cepeda, S. M. 1996. Nematología Agrícola, Editorial Trillas, S. A. de C. V., México, D. F. p. 132-137.
- Cepeda, S. M. 2001. Nematodos de los frutales. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México. D. F. pp. 42-47.
- Cid del Prado, V. I., A. Tovar, S. y J. Alfonsina, H. 2001. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología. 19 (1): 32-38.
- Eisenback, J. D., Hirschmann, H., Sasser, J. N., y Triantaphyllou, A. C. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* especies) con una clave pictórica. Traducción por C. Sosa-Moss In: International Meloidogyne Project. Department of Plant Pathology. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. P. 48.

- Eisenback, J. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp). In: An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. International *Meloidogyne* Project. Sasser, J. and Carter, C., Eds. North Carolina State University. U.S.A. p. 422.
- García, C. J., Rivera, R. A. y Rodríguez, V. M. 1993. Exploración nematológica en el cultivo del chile en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Memorias. XX Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. p. 42
- García, L. M., J. A. Carrillo F., R. S. García E., R. Allende M., I. Márquez Z. y J. E. Cruz O. 2001. Identificación y desarrollo embrionario del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp.) en hortalizas del valle de Culiacán, Sinaloa. En: Memorias XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología, ITESM. Querétaro, Qro. Sociedad Mexicana de Fitopatología. p.74.
- García, E. R. S. y J. A. Carrillo, F. 2004. Uso de Bioprotectores en el control de *Fusarium* y *Meloidogyne* en la producción de Tomate en Sinaloa. [En línea]<http://www.biotropic.com.mx/upload/Conferencia%20III%20Seminario%20Dr.%20Raymundo%20Garcia.doc>. [Fecha de consulta 10/02/07].
- Godoy, A. T. P. y J. Yáñez M. 1999. El nematodo agallador. En: Memorias del curso de fitopatógenos del suelo en hortalizas. Universidad Autónoma de Sinaloa. pp. 19-22.
- Hartman, K. M. and Sasser, J. N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. En: Barker, K. R., Carter, C. C., and Sasser, J. N., Editors. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Vol II. Methodology. International *Meloidogyne* Project. Department of Plant Pathology. North Carolina State University, Raleigh, N. C. pp. 69 - 77.
- Herrera, P. T. 1995. Poblaciones de nematodos fitoparásitos en viñedos de la Comarca Lagunera, su relación con la variedad y condiciones físicas del suelo. En: Proyectos de investigación, validación y transferencia de tecnología vitícola, INIFAP, SAGAR, Campo Experimental la Laguna. p.5.
- Krarpup, C. 2006. Hortalizas: Alimentos básicos del futuro. Revista Agronomía y Forestal. [En línea] <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/?p=1866> [Fecha de consulta 20/02/07].
- Macías, L. B. C. y M. Luján, F. 2005. Situación actual de la fitosanidad en la región centro-sur del Estado de Chihuahua En: Memorias; Primer

foro sobre control integrado de enfermedades en chile y tomate con relevancia en virosis. 5 y 6 de mayo de 2005. Cd. Delicias, Chihuahua. México. p. 17-19.

Messiaen, C. M., D. Blancard., F. Rouxel., R. Lafon. 1994. Enfermedades de las Hortalizas. Ediciones Mundi prensa. España. p. 72.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2003. Prioridad mundial al consumo de fruta y hortalizas [En línea]  
<http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg1.htm>  
[Fecha de consulta 10/ 02/07].

Pérez, M. L. y E. Rico, J. 2004. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Gto., México. p. 13.

Pérez, M. L., A. S. Casillas, B. y R. Ramírez, M. 2005. El cultivo del chile y su importancia económica en el norte del estado de Guanajuato, México. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Gto., México. p.15.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2002. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Región Lagunera Durango-Coahuila. Cd. Lerdo, Durango.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Resumen Agrícola de la Región Lagunera durante 2005. En: Resumen económico, Comarca Lagunera 2005. El Siglo de Torreón, Suplemento Especial. 1 ° de Enero 2006. Torreón, Coah., México. p 32.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2006. [En línea]  
<http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2006/noviembre/B294.htm>  
[Fecha de consulta 13/02/07].

Siller, C. J. H. 2000. Análisis de la Horticultura en México. En: Productores de Hortalizas. México. p. 66.

Taylor, A. L., and Sasser, J. N. 1978. Biology, Identification and Control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). International Meloidogyne Project. Department of Plant Pathology. North Carolina State University, Raleigh, N. C. p. 111.

- Valera, J. F., C. Carrillo, F. y J. J. Puc, K. 1996. Identificación del nematodo agallador (*Meloidogyne* sp) que ataca el cultivo de la jícama en Huehuetlan el Chico, Puebla. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 14 (2): 183.
- Velásquez, V. R. 2001. Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el Norte Centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 19 (1): 107-109.
- Velásquez, V. R., M. M. Medina, A. y J. Mena, C. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico Num. 20. INIFAP, Campo Experimental Pabellón, Kilómetro 32.5 carretera Aguascalientes- Zacatecas, México. pp. 17-19.
- Yildis, F., 1994. Initial preparation, handling, and, distribution of minimally processed refrigeration fruits and vegetables. [En línea] <http://www.ahoraus.com/Sal112403FrutasHortalizas.htm> [Fecha de consulta 15/03/07].
- Zavaleta, M. E. 1999. Especies de nematodos que dañan hortalizas En: S. Anaya R. y J. Romero N. *Hortalizas, plagas y enfermedades*. Editorial Trillas. México. pp. 63-72.