

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Distribución e identificación de Géneros de Nemátodos Fitoparásitos en  
Matamoros, Coahuila.

Por:

**FÉLIX ALBERTO FERNÁNDEZ JARAMILLO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO ANGRÓNOMO**

Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE PARASITLOGÍA**

Distribución e identificación de Géneros de Nemátodos Fitoparásitos en  
Matamoros, Coahuila.

Por:

**FÉLIX ALBERTO FERNÁNDEZ JARAMILLO**

**TESIS**

**Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobada por:

M.C. Claudio Ibarra Rubio  
Presidente

M.C. Sergio Hernández Rodríguez  
Vocal

Ing. Heriberto Quirarte Ramírez  
Vocal

Ph. D. Urbano Nava Camberos  
Vocal Suplente

**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**  
Coordinador de la División Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

Distribución e identificación de Géneros de Nemátodos Fitoparásitos en  
Matamoros, Coahuila.

Por:

**FÉLIX ALBERTO FERNÁNDEZ JARAMILLO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Aprobada por el Comité de Asesoría:**



M.C. Claudio Ibarra Rubio  
Asesor Principal Interno



Ph. D. Urbano Nava Camberos  
Asesor Principal Externo



M.C. Sergio Hernández Rodríguez  
Coasesor



Ing. Heriberto Quirarte Ramírez  
Coasesor



**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**  
**Coordinador de la División de Carreras Agronómicas**



Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por permitirme estar en este lugar y en este momento cumpliendo uno de mis sueños.

**A mis padres**, Jorge Luis Fernández Reyna y Margarita Jaramillo Reyes, por haberme dado la vida y por estar conmigo desde el inicio mostrándome el camino correcto a seguir, a lo cual les estaré siempre agradecidos.

**A mis hermanos**, que siempre estuvieron conmigo; Ana Laura Fernández Jaramillo y Jorge Luis Fernández Jaramillo, mis dos modelos desde que yo era pequeño.

**A mi asesor**, M.C. Claudio Ibarra Rubio, por permitirme incorporarme en su equipo de trabajo y por inducirme en el mundo de la parasitología.

**A mi ALMA MATER**, por aceptarme, darme cobijo, prestarme sus instalaciones, pertenecer a un equipo, ser parte de un pequeño pero significativo círculo, el círculo de los Buitres de la Narro.

**A mis compañeros**, algunos de ellos hasta puedo decirles amigos, que me acompañaron en este camino tan difícil y complicado, gracias a todos, chicos.

## **DEDICATORIA**

**A MI PADRE, JORGE LUIS FERNÁNDEZ REYNA**, Por todos tus consejos, tus anécdotas, tu buena vibra, todo lo que soy te lo debo y a ti te dedico este logro, este paso tan grande que doy te lo doy a ti mi querido papá, por echarme la mano cuando lo necesitaba e incluso cuando no, siempre estuviste allí, hoy y siempre estaré para ti papá.

**A MI MADRE, MARGARITA JARAMILLO REYES**, tu más que nadie sabe que no fui el mejor hijo, y te dedico este trabajo porque siempre estuviste conmigo en todo momento y lugar, siempre preocupada y molesta, me ayudaste tanto amá, los amo mucho a los dos.

**A MI FAMILIA ENTERA**, en especial a mis tíos José Ángel Fernández, Jesús Fernández y Víctor Fernández, en quienes me inspiré para seguir el camino de la agronomía, en esta gran institución, ustedes fueron pieza clave para lograr el objetivo, y al resto de mi familia les digo; “Aquí está!, sí se pudo”.

**A ARLEHEN CAROLINA DÍAZ PAREDES**, Gracias por creer en mí y enseñarme lo que necesitaba saber. Te Quiero.

**Y A TI**, lector que confías en encontrar lo que buscas dentro de este documento, espero que te sirva y te ayude.

## RESUMEN

Con el objetivo de conocer los nemátodos fitoparásitos presentes en los cultivos establecidos en el municipio de Matamoros, Coahuila, durante los periodos comprendidos Agosto- Diciembre 2016 y Enero- Mayo de 2017, se realizó un muestreo nematológico en las principales zonas de producción del municipio de Matamoros, Coahuila. Para el cual se colectaron más de 70 muestras compuestas de suelo procedentes de las siguientes localidades: Congregación Hidalgo, Compuertas, El Cambio, Coyote, El Porvenir, Santa Ana, Ej. Benito Juárez, Ej. Purísima y Santo Niño Aguanaval. Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad Laguna para ser sometidas a un proceso de extracción de nemátodos y ser identificados. Los nemátodos fueron identificados a nivel genero encontrando a: *Aphelenchus*, *Rhabditis*, *Dorylaimus*, *Xiphinema*, *Pratylenchus*, *Heterodera*, *Meloidogyne*. Se encontró que de los géneros identificados, *Meloidogyne* es el más distribuido.

**Palabras clave:** Nemátodo, fitoparásitos, *Meloidogyne*, muestreo, Matamoros.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
ÍNDICE .....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo .....	3
1.1.1. Objetivos específicos .....	3
1.2. Hipótesis .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Nemátodos.....	4
2.2. Origen de la nematología agrícola .....	4
2.2.1. Nemátodos Fitoparásitos .....	6
2.3. Relación planta- nemátodo.....	8
2.4. Aspectos generales .....	9
2.4.1. Morfología.....	10
2.4.2. Anatomía .....	11
2.4.3. Biología.....	11
2.4.4. Ciclo de vida .....	12
2.5. Sintomatología .....	12
2.5.1. Géneros de importancia.....	14
2.5.2. Importancia de los nemátodos en los cultivos .....	14
2.6. Control.....	15
2.7 Antecedentes .....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Área de estudio .....	17
3.2. Toma de muestras en campo.....	17
3.3. Procedimiento de laboratorio.....	18
3.3.1. Método de embudo de Baermann (Zuckerman, 1987) .....	18
3.3.2. Método combinado de tamiz y centrifugado (Zuckerman, 1987).....	19
3.3.2.1. Tamizado .....	20
3.3.2.2. Centrifugado .....	20
3.3.3. Identificación de nemátodos. ....	21
3.4. Registro de datos .....	21
IV. RESULTADOS.....	23

V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Mapa representativo de los puntos de muestra estudiados (INEGI)	17
Figura 2	Forma en que se colectó las submuestras en cada área de muestreo (zic- zag)	18
Figura 3	Porcentaje de presencia de nemátodos encontrados en el municipio de Matamoros, 2017	23
Figura 4	Presencia de nemátodos en cada punto de muestreo, 2017	26
Figura 5	Cantidad de géneros de nemátodos encontrados por cultivo, 2017	27
Figura 6	Porcentaje de nemátodos de acuerdo al orden al que pertenecen, 2017	27
Figura 7	Fotografía de <i>Aphelenchus</i>	29
Figura 8	Fotografía de <i>Meloidogyne</i>	33
Figura 9	Fotografía de <i>Pratylenchus</i>	35
Figura 10	Fotografía de <i>Xiphinema</i>	37
Figura 11	Fotografía de Acrobeles	39
Figura 12	Fotografía de Acrobeles cuerpo completo	39

## I. INTRODUCCIÓN

El municipio de Matamoros se localiza en el suroeste del Estado de Coahuila, en las coordenadas de 103°13'4" longitud oeste y 25°31'41" longitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 1,003.70 kilómetros cuadrados, que representan el 0.66% del total de la superficie del estado (Gobierno de Coahuila, 2011-2017).

La agricultura en Matamoros ocupa un 61% del uso total del suelo, es decir, una superficie alrededor de las 53,172 hectáreas (INEGI, 2009).

Durante 2011 los productos agroindustriales dejaron una derrama económica de más de 21,874 millones de pesos en bruto solo en Coahuila, de los que se pueden destacar cultivos como Melón (*Cucumis melo*) con un 19% de la producción, el Jitomate (*Solanum lycopersicum*) con un 13% y la Sandía (*Citrullus lanatus*) con un 4%, éstos cultivos de mayor producción en Matamoros (SAGARPA, 2011).

Además de las plagas y fitopatógenos, también debe poner atención a los nemátodos fitoparásitos, conocidos como gusanos redondos, capaces de ocasionar pérdidas agrícolas millonarias. Existen nemátodos como *Ditylenchus* que tiene muchos hospederos y uno de los principales es el ajo en sus diferentes etapas de desarrollo; este nemátodo en particular representa un riesgo latente en el país, en particular en Baja California, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Nuevo León, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Guanajuato, donde hay grandes extensiones agrícolas cuya producción sobrepasa los 119 millones de

pesos al año. Tan solo en 2013, en México se produjeron más de 59 mil toneladas de ajo (Arellano, 2014).

Los efectos de los nemátodos sobre los cultivos son subestimados por agricultores y técnicos agrícolas debido a los síntomas no específicos, los cuales son confundidos con desordenes nutricionales, estrés hídrico y otras infecciones secundarias indicadas por hongos y bacterias (Arias *et al.*, 2009).

Los nemátodos formadores de nódulos radiculares (*Meloidogyne* spp.) representa uno de los principales problemas de índole fitopatológico, este nemátodo exige a los agricultores la utilización de productos fitosanitarios a dosis más elevadas de las recomendada por las casas comerciales para su control (Mejías *et al.*, 1995).

Por su severidad de los daños y la reducción considerable de producción, los nemátodos del género *Meloidogyne* están ubicados a nivel mundial en el primer lugar en importancia, debido a que contempla especies polífagas con amplia distribución y frecuencia. Su capacidad de sobreponerse a condiciones ambientales desfavorables, el grado de parasitismo y el tipo de reproducción que presenta (partenogenética), es que sigue siendo un problema constante a los agricultores que siguen buscando formas distintas para combatirlos (Carrillo, 2012).

El nemátodo agallador *Meloidogyne* spp., están presentes en varias zonas agrícolas de México, atacando a un gran número de especies cultivadas, donde ocasiona pérdidas de consideración en el rendimiento y productividad pero se

desconocen la distribución e incidencia que puedan tener este nemátodo en algunas zonas específicas del país. El nemátodo *Meloidogyne incognita* se encuentra en cultivos como Tomate y Frijol, que son algunas de las especies que se cultivan en la región norte de México (Cid del Prado *et al.*, 2001).

## **1.1. Objetivo**

Identificar los géneros de nemátodos y conocer su distribución e incidencia en las unidades de producción de Matamoros, Coahuila.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

Identificar los géneros de nemátodos fitoparásitos asociados con los distintos cultivos establecidos en las áreas de producción de Matamoros.

## **1.2. Hipótesis**

Existe mayor presencia del genero *Meloidogyne* spp. en los suelos del Municipio de Matamoros, Coahuila.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Nemátodos

Los nemátodos son un grupo de gusanos microscópicos que viven en el suelo y atacan las raíces o partes aéreas de la mayoría de los cultivos (Talavera, 2003).

Debido a la interacción que existe entre plantas cultivadas y el suelo a través de la historia, las plagas y enfermedades asociadas con este recurso han estado presentes desde los inicios de la agricultura, ejemplos como los hongos, pasando por los virus hasta las plagas que transmiten dichas enfermedades, plagas como insectos, ácaros y nemátodos (Agrios, 2009), que han representado un problema en la producción de alimentos.

Los nemátodos fitopatógenos de plantas se encuentran siempre presentes y están asociados con el crecimiento de la planta y la producción del cultivo. Constituyen una limitación significativa para la agricultura de subsistencia y pueden ser difíciles de controlar (Peña, 2005).

Este grupo de organismos forma parte de los componentes más abundantes de la fauna del suelo, ya que se pueden encontrar en casi cualquier habitat y ecosistema de la biósfera (Godoy *et al.*, 2007).

### 2.2. Origen de la nematología agrícola

En las obras de Shakespeare desde 1594, ya se mencionaba la presencia de los gusanos en el trigo, pero no fue hasta 1743 cuando se hizo el primer

reporte científico por Turrbevill Needham, a estos gusanos se les denominó *Vibrio tritici* (conocida hoy como *Anguina tritici*) en los años siguientes se siguió informando de la misma especie en otros cereales (EcuRed, 2014).

Los nemátodos tienen una gran presencia en la historia humana, los primeros nemátodos de importancia se conocieron en la medicina, una de las primeras referencias se encuentra en el Papyrus Ebers (1500 A.C.), en algunas antiguas escrituras hebreas se mencionan enfermedades causadas por nemátodos parásitos siendo así las primeras referencias de organismos parasitoides (Crozzoli, 2002).

La primera información de nemátodos de vida libre proviene de Borellus (1656) quién observó a los “gusanos de vinagre” los cuales en una época estaban frecuentemente presentes en el vinagre. Años posteriores, personajes como Power, Hooke, Leeuwenhoek, y otros primeros en usar el microscopio también encontraron esta especie, identificándola posteriormente como *Anguillula aceti* = *Turbatrix aceti* (Crozzoli, 2002).

En la segunda mitad del siglo XI se hicieron importantes descubrimientos como el parasitismo de estos gusanos en plantas ornamentales y de bulbos, (EcuRed, 2014), siendo Julius Kuhn (1857) el primero en mencionar lo que hoy conocemos como el nemátodo de los bulbos *Ditylenchus dipsaci* aunque es mayormente conocido por su trabajo para el control del nemátodo en la remolacha azucarera en Alemania: *Heterodera schachtii*, dicho control que no causó ningún efecto en la devastación que causó la especie *Heterodera schachtii* en ese mismo país en 1859 (Crozzoli, 2002).

En la actualidad, la nematología agrícola ha despertado mucho interés, los cultivos agrícolas, que son fuentes de alimentos para los seres vivos se ven afectados en rendimiento y calidad por la presencia de estos organismos (Cepeda, 1996).

Con los muestreos y trabajos de laboratorio se pueden identificar y cuantificar poblaciones presentes antes de la siembra y en cultivos una vez establecidos. Lo anterior Permite definir un manejo o estrategia adecuada en cuanto a la utilización de nemátocidas químicos, biológicos y naturales, por tanto, ayuda a prevenir pérdidas (Piedra, 2015); pérdidas que en información reciente revelan una reducción de rendimiento causada por los nemátodos fitoparásitos en cultivos alrededor del 12,3% a nivel mundial. En situaciones de monocultivo, las pérdidas pueden llegar hasta el 80% y, si el órgano afectado es la parte comercial, las pérdidas pueden ser totales, caso frecuente en cebolla, ajo, apio, entre otros (Crozzoli, 2002).

### **2.2.1. Nemátodos Fitoparásitos**

Estos organismos fueron reportados dentro de las agallas del trigo por primera vez por Needham en 1743, los nemátodos fitoparásitos son los causantes de los daños a bulbos y tallos (Agrios, 2009). Estos nemátodos se caracterizan por introducir en forma directa los patógenos causantes de enfermedades que ocasionan las conocidas agallas radiculares, necrosis en raíces, deformaciones en tallos y bulbos, entre otros, e indirectamente, por la interacción con otros agentes fitopatógenos como hongos, bacterias y virus (Godoy *et al.*, 2007).

Dentro del mundo de los nemátodos fitoparásitos podemos encontrar de distintos tipos, según la importancia y modo de ataque (Lara, 2007)

1. Nemátodos transmisores de virus. Podemos encontrar el género *Xiphinema*, especialmente en cultivos de vid.
2. Nemátodos formadores de quistes, destaca el género *Heterodera*, especialmente en los cultivos de papa, remolacha y cereales.
3. Nemátodos endoparásitos (se puede dividir en nemátodos migratorios o sedentarios). Destaca el género *Pratylenchus*.
4. Nemátodos anillados. Del género *Criconemoides* que se encuentra en frutales de hueso, viñedos y cereales.
5. Nemátodos formadores de nódulos. Donde predomina el género *Meloidogyne*.
6. Nemátodos ectoparásitos. Los nemátodos del género *Helicotylenchus* y *Tylenchorhynchus* son los más reconocidos.

Los nemátodos fitoparásitos son organismos biótrofos que se alimentan del citoplasma de las células vivas de la planta hospedante, y se convierten en agentes patógenos, esto dependiendo de la población existente, la susceptibilidad del cultivo y las condiciones externas (principalmente la temperatura del suelo) (Godoy, 2007). Los nemátodos fitoparásitos pueden atacar todos los órganos de las plantas desde las raíces hasta las flores, esto se debe al hábitat migratorio amplio que han desarrollado con el paso del tiempo, desarrollando estas estrategias evolutivas (Guzmán, 2012).

Los nemátodos fitoparásitos se pueden clasificar en tres pequeños grupos de acuerdo con Tajtaj (2012) y Guzman (2012):

- 1) Ectoparásitos. Son nemátodos que introducen su estilete a la raíz, pero todo su cuerpo se queda fuera y esto lo hace con una y otra planta. Los ectoparásitos son los nemátodos que no necesitan penetrar a las raíces para poder alimentarse, basta con que introduzcan su estilete que en estos nemátodos es más grande y son de mayor tamaño, este grupo se divide en ectoparásitos migratorios y ectoparásitos sedentarios.
- 2) Semi endoparásito. Cuando el nemátodo introduce la cabeza en el tejido de la planta y ya no se mueve de allí. Algunos ejemplos son del género *Heterodera* y *Globodera*.
- 3) Endoparásitos. Es el nemátodo que mete todo su cuerpo dentro de la raíz, por ejemplo *Meloidogyne*. Mientras que los endoparásitos tienen la necesidad de introducirse a las raíces completamente, se desarrolla, se alimentan y ponen sus huevos en el interior o adheridos a ella, al igual que los ectoparásitos, los endoparásitos se dividen en endoparásitos sedentarios y endoparásitos migratorios. Siendo los primeros los que más daño causan en las plantas.

### **2.3. Relación planta- nemátodo**

La relación hospedero- nemátodo se ha observado en diferentes hábitats y en ellas se ha estudiado la atracción de nemátodos hacia el hospedero, las fuentes de alimentación, así como la influencia de estímulos químicos (Vázquez, 2006).

Debido a que los nemátodos fitoparásitos son organismos microscópicos, los daños causados por ellos en los cultivos a principio se ignoraban o se le atribuían a otra clase de patógenos, esto sumado a que no se disponía de información clara sobre estos organismos causaban fuertes afectaciones al rendimiento y calidad de los cultivos que hasta hoy en día sigue presente (Frápolti, 2005).

Uno de los principales inconvenientes al momento de identificar los nemátodos como agentes causales de daño en los cultivos es el hecho que la mayoría de ellos no producen síntomas de diagnóstico específico y por tanto no son fáciles de identificar por el hecho que se puede confundir con el daño ocasionado por otros fitopatógenos (Coyne *et al.*, 2007).

Las plantas representan la principal fuente de alimentación de los géneros de nemátodos fitoparásitos, algunas afectan la parte aérea y otros la parte subterránea dando con ello la continua confusión con problemas de estrés hídrico o ausencia de nutrientes, los nemátodos son insectos acuáticos que pueden permanecer en el suelo por semanas hasta que tengan posibilidad de parasitar a un cultivo presente (Coyne *et al.*, 2007).

#### **2.4. Aspectos generales**

Los nemátodos pertenecen al *phylum Nematoda* y dentro de ella los géneros de importancia pertenecen al orden *Tylenchida* y otros pertenecen al orden *Dorylaimida* (Agrios, 2010). La morfología de los nemátodos es esencial para su identificación, ésta se ha basado en características morfológicas a través de determinados caracteres y estructuras (Godoy, 2007).

Se conocen cerca de 4,105 especies de nemátodos fitoparásitos, los cuales causan pérdidas anuales de entre 11 y 14%, equivalentes a 80 billones de dólares al año (Guzmán, 2012) y pueden vivir activos en suelos con niveles de humedad del 40- 60% de la capacidad de campo, así que su capacidad para adaptarse a condiciones de suelo distintas y permanecer en ellas es mayor (Piedra, 2015).

#### **2.4.1. Morfología**

La palabra nemátodo, proviene de los vocablo griegos *nema* que significa “hilo” y *eides* u *oídos*, que significa con aspecto de, siendo definidos como animales filiformes de cuerpo sin segmentos y más o menos transparentes (Peña, 2005).

Los primeros nemátodos fitoparásitos fueron reportados por Needham en 1743 al encontrarlos en el interior de las agallas del trigo. Sin embargo, no fue sino hasta el año 1850 cuando se observaron otros nemátodos, entre ellos los del bulbo y del tallo, los noduladores y formadores de quistes en raíces (Agrios, 2007).

Estos organismos suelen tener forma de hilo, con una longitud de 0,1 a 3 mm y un diámetro 20 veces menor que su longitud. Están cubiertos de una cutícula protectora y lo más llamativo de su organografía es el tubo digestivo, compuesto esquemáticamente por un estilete, esófago, intestino y ano. Los adultos son fácilmente identificables por la presencia en el sistema reproductor: espícula (Godoy, 2008). Las hembras presentan uno o dos ovarios, útero, vagina y vulva y una o dos espermatidas. Los machos se distinguen fácilmente por la presencia de un aparato copulador en la cola, compuesto por espículas, gubernáculo y alas caudales (Talavera, 2003).

### **2.4.2. Anatomía**

La hipodermis son células que generan los característicos músculos en forma de bandas longitudinales que le permiten a los nemátodos moverse, en la boca y el tracto digestivo así como en las estructuras reproductivas tienen otros músculos especializados (Peña, 2005).

La cavidad del cuerpo contiene un líquido a través del cual se efectúa la circulación y respiración del nemátodo. El sistema digestivo es un tubo hueco que se extiende desde la boca, pasa por el esófago, el felesino, el recto y el ano (Talavera, 2003).

Los sistemas reproductivos de los nemátodos son semejantes con la diferencia de que la hembra presenta uno o dos ovarios seguidos de un oviducto o un útero que termina en la vulva y los machos tienen un testículo, una vesícula seminal que termina en un orificio común como el intestino. La reproducción se efectúa por medio de huevecillos y puede ser sexual, hermafrodita o partenogénica (Agrios, 2005).

### **2.4.3. Biología**

Los nemátodos parásitos de plantas viven en la película acuosa existente en los microtúneles del suelo y dentro de los tejidos vegetales. Todos tienen una forma de estilete o arpón oral, que les permite perforar la pared de las células del hospedero para alimentarse. Este proceso de alimentación lo pueden hacer fuera de la planta (ectoparásitos) o desde dentro de la planta (endoparásitos) (Godoy, 2008).

Existen distintos factores que determinan la presencia de nemátodos en los suelos, tales como: clima, disponibilidad de agua, condiciones edafológicas, fertilidad del suelo, y la presencia de otras enfermedades y plagas (Peña, 2005).

#### **2.4.4. Ciclo de vida**

En general, los nemátodos presentan seis etapas en su ciclo de vida: huevo, cuatro estadios juveniles y adultos. Los pasos entre estadios juveniles y hasta adultos están separados por mudas. La primera muda de J1 a J2 ocurre dentro del huevo, del que eclosionan como J2, las cuales constituyen el principal estado infectivo en la mayoría de las especies (Godoy, 2008).

Los nemátodos presentan altos niveles reproductivos, con cinco y seis generaciones anuales. Pueden depositar miles de huevos, formando paquetes (Peña, 2005).

#### **2.5. Sintomatología**

El daño mecánico directo causado por los nemátodos mientras se alimentan es muy leve, en sí, la secreción de saliva introducida en los tejidos de la planta durante la alimentación es la causante de la mayoría de los daños (Agrios, 2007).

Los daños que causan los nemátodos depende de una amplia gama de factores tales como su densidad poblacional, la virulencia de las especies o aislados, y la resistencia o tolerancia de la planta huésped (Peña, 2005).

El proceso de alimentación causa una reacción en las células de las plantas afectadas, hipertrofia (alargamiento anormal de las células) e hiperplasia (estimulación anormal de la división celular de forma descontrolada) (Peña, 2005).

Recientemente se ha encontrado con mayor frecuencia plantas enfermas de diferentes cultivos con síntomas característicos de ataque por nemátodos, en cultivos como Chile seco (*Capsicum annuum* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). La presencia de estos organismos en cultivos de temporal puede representar un problema ya que expresan su capacidad de sobrevivir en condiciones de escasa humedad (Vázquez, 2001).

Algunos de los síntomas que presentan las plantas atacadas por los nemátodos fitopatógenos es la aparición de nódulos radiculares, agallas y algunas lesiones en la raíz, también puede verse el efecto del ataque en las raíces a través del follaje o parte aérea ya que esta pierde vigor por falta de nutrientes, un menor crecimiento, pérdida de producción y baja calidad de los productos (Agrios, 2007).

Los síntomas más frecuentados en algunos géneros como *Aphelenchoides*, *Xiphinema*, *Ditylenchus*, *Heterodera*, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* son las lesiones, debilitamiento general de la planta, cuentas de collar en raíces, distorsión de hojas y bulbos, transmisión de virus, distorsiones y necrosis en las hojas, distorsión en espigas y granos, por mencionar algunos síntomas. En campo las enfermedades causadas por nemátodos se pueden presentar como rodales irregulares de crecimiento pobre (Godoy, 2008).

Montes (2003), asegura haber encontrado distintos nemátodos del género *Aphelenchus*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus* sp en el cultivo de la cebolla, así también logró identificar nemátodos saprofiticos como *Acrobeles* sp., *Cephalobus* sp., *Cervidellus* sp. y *Pseudocrobeles* sp., y aseguró que ninguna de las especies encontradas tenían alguna importancia en el cultivo de la cebolla, de

acuerdo con el principal problema al que se presenta en la raíz y los bulbos de la cebolla (Montes *et al.*, 2003).

### **2.5.1. Géneros de importancia**

Existen más de 40 géneros de nemátodos fitoparásitos que actúan como parásitos obligados de plantas superiores. La mayoría de ellos pertenecen al orden *Rhabditida*. Los fitonemátodos de género *Meloidogyne* son responsables de grandes pérdidas en cultivos de importancia económica (Arias *et al.*, 2009).

Algunos de los géneros que más daño directo causan a las plantas cultivadas son; *Aphelenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchoides*, *Meloidogyne*, *Paratrophurus*, *Longidorus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Ditylenchus*, mientras que los géneros de nemátodos con mayor presencia en los cultivos pero que causan un daño indirecto son; *Dorylaimus sp*, *Rhabditis sp*, *Acrobeles sp*. (González, 2013).

### **2.5.2. Importancia de los nemátodos en los cultivos**

En México el nemátodo agallador de las raíces (*Meloidogyne spp.*) se encuentra reportado en Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Nayarit, Chiapas, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Baja California (Carrillo, 2012). Existen reportes que estiman una pérdida en los cultivos hortícolas que varían entre el 15 y el 60% causado por la presencia de este nemátodo (Godoy, 2007).

Una apreciación general es que los nemátodos parásitos de plantas reducen la producción agrícola en aproximadamente un 14% (Piedra, 2015).

## 2.6. Control

Las opciones disponibles para el control de nemátodos fitoparásitos dependen en gran medida de la intensidad y rentabilidad del cultivo. En cultivos hortícolas y ornamentales de alta rentabilidad se usan rutinariamente desinfecciones del suelo con fumigantes, mientras que en otros cultivos de menor rendimiento económico se usan programas de manejo integrado, incluyendo rotaciones y/o variedades resistentes (Godoy, 2008).

En el mercado se pueden encontrar distintos tipos de productos recomendados para el control de estos organismos, tales como: productos de acción nematicida (fueron creados para matar o controlar los nemátodos de manera directa) y productos complementarios (productos que facilitan los buenos resultados de los nematicidas), estos pueden ser distintos como la composta solida o te de composta y la biofumigación (Carrillo, 2012).

## 2.7 Antecedentes

Las partes del mundo entre los 35° de latitud sur y 35° latitud norte están mayormente infestadas por el género *Meloidogyne* en sus más de 80 especies y once razas. Las especies más comunes a nivel mundial son *Meloidogyne incógnita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. haplica* (Sánchez, 2010).

En México se encuentran nemátodos del género *Merlinius*, *Tylenchus*, *Helycotlenchus*, *Trichodorus*, *Aphelenchus* y *Criconematidos* en estados del norte como Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Baja California y Tamaulipas, mientras que en la zona sur del país en los estados de Aguascalientes, Veracruz, Chiapas, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo y Michoacán,

existe una mayor presencia de nemátodos del género *Meloidogyne* y *Pratylenchus* (Cid del Prado, 2001. Rueda, 2015).

En Coahuila, en municipios de Saltillo, Matamoros, Torreón, Arteaga, San Buenaventura y San Pedro, se encontraron nemátodos del género *Ditylenchus*, *Pratilenchus*, *Meloidogyne*, *Aphelenchus* y *Heterodera* (Godoy, 2007).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en diferentes campos agrícolas que se encuentran dentro del territorio perteneciente al municipio de Matamoros, Coahuila (Figura 1). Las muestras fueron tomadas de manera aleatoria con la finalidad de abarcar mayor cantidad de extensión territorial del municipio. El trabajo se realizó durante los periodos comprendidos de Agosto – Diciembre del 2016 y Enero – Mayo del 2017.

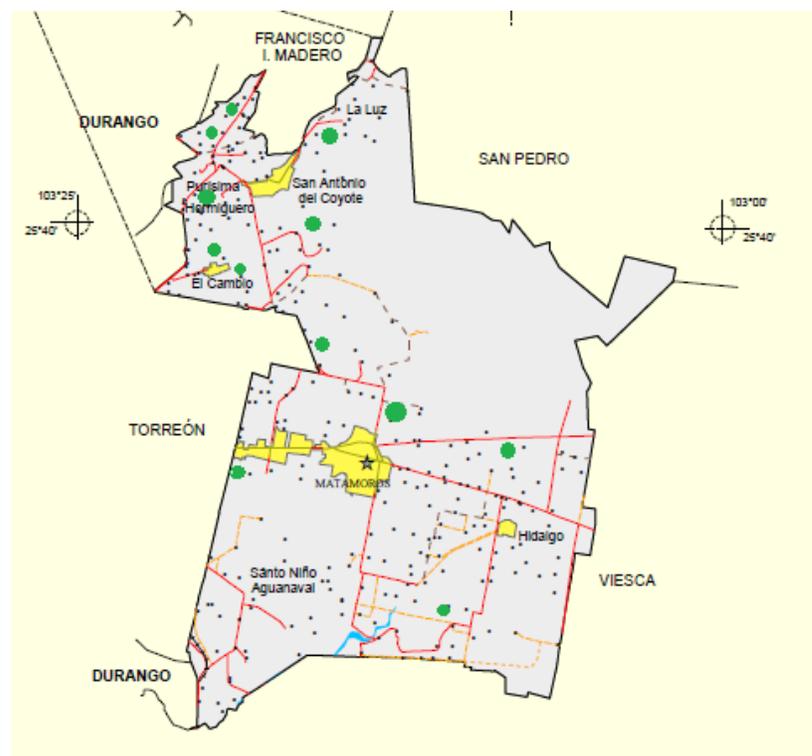


Figura 1. Mapa representativo de los puntos de muestra estudiados de Matamoros, Coahuila (INEGI, 2010)

#### 3.2. Toma de muestras en campo

Las áreas muestreadas corresponden a cultivos que fueron regados con 8 días anteriores a la toma de las muestras, las cuales se conformaron con 25

submuestras colectadas en forma de zig-zag (Figura 2) en cada uno de los puntos de muestreo seleccionados aleatoriamente. Las muestras consistieron en un 1 kg de suelo y se conformaron al homogenizar las 25 submuestras de cada área y fueron transportadas al laboratorio del departamento de Parasitología de la UAAAN Unidad Laguna, en bolsas de plástico con capacidad de 2 kilogramos y etiquetadas con los datos de fecha de muestra, número de muestra, ubicación y cultivo establecido.

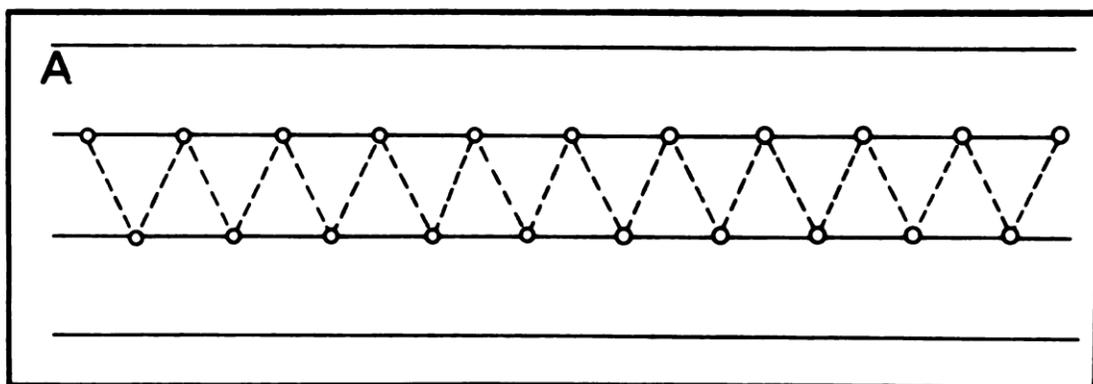


Figura 2. Forma en que se colectarán las submuestras en cada área de muestreo (Zig-Zag)

### 3.3. Procedimiento de laboratorio

Las muestras de suelo fueron procesadas para lograr la extracción de los nemátodos presentes en ellas, utilizando los métodos de embudo de Baermann y combinado de tamiz y centrifuga propuestos por Zuckerman (1987).

#### 3.3.1. Método de embudo de Baermann (Zuckerman, 1987)

Los materiales necesarios para este procedimiento son:

1. Embudos
2. Mangueras de 10 cm

3. Papel filtro
4. Red de plástico en forma circular
5. Agua
6. Dos vasos de precipitado de 100 ml
7. Base soporte para embudos

Se colocó el embudo en un soporte y posteriormente se le colocó la red en forma de cono por la parte superior del embudo, luego de la misma manera en forma de cono se colocó el papel filtro, se introdujo la manguera por la parte inferior del embudo y se le colocó una pinza para evitar el flujo de agua.

La muestra de suelo se homogenizó y se colocaron 40 gramos sobre el papel filtro en el embudo, se le agregó agua hasta saturar el suelo dejándolo en esas condiciones durante 24 horas para retener el filtrado en el cuello del embudo. Después de ese tiempo se colocó el vaso de precipitado debajo de la manguera y se retiró la pinza, se desechó 1 ml de líquido de la muestra y el resto se colocó en un vaso de vidrio donde se almacenó tapado en refrigeración con su etiqueta de la muestra a la que pertenece hasta su observación posterior al microscopio.

### **3.3.2. Método combinado de tamiz y centrifugado (Zuckerman, 1987)**

Para este procedimiento se utilizaron los siguientes materiales:

1. 2 recipientes de plástico de a 5 litros por cada muestra sometida a extracción
2. Tamices de 60 mm, 200 mm y 325 mm
3. Vasos de precipitado de 100 ml
4. Pizeta de 500 ml de agua natural

5. Pizeta de 500 ml de agua mezclada con azúcar
6. Tubos de ensayo de plástico con tapa
7. Centrifuga con cabeza para 12 tubos (modelo HN-SII) DAMON/IEC DIVISION.
8. vasos de vidrio con tapa o cubierta de parafina

#### **3.3.2.1. Tamizado**

Se homogenizó la muestra y se colocaron 100 g del suelo en un recipiente de plástico, se agregó 1 litro de agua, se agitó y se dejó reposar durante 2 minutos. Posteriormente se pasó a través del tamiz de 60 mm para extraer residuos vegetales grandes y el líquido vertido en otro recipiente limpio, nuevamente se agitó y se dejó reposar 2 minutos, después el líquido se pasó a través del tamiz de 200 mm para retener los nemátodos de mayor tamaño y el líquido se retuvo en otro recipiente limpio, volviendo a agitarse y dejar reposar por 2 minutos y posteriormente se filtró a través del tamiz de 325 mm para la retención de los nemátodos más pequeños. El material retenido en el tamiz de 200 y 325 mm se vertieron en otro recipiente con la ayuda de una pizeta con agua, nuevamente la muestra se agitó y se dejó reposar por 2 minutos para sedimentar el exceso de partículas de suelo y posteriormente se filtró por el tamiz de 325 mm y finalmente con la ayuda de la pizeta se colectó lo retenido en el tamiz para colectarlo en un vaso de precipitado hasta 40 ml de la muestra.

#### **3.3.2.2. Centrifugado**

Los 40 ml de muestra colectados se distribuyen en igual volumen en 4 tubos para centrifuga con capacidad de 15 ml cada uno con su respectiva tapa y fueron centrifugados por 2 minutos a 2500 rpm.

Posteriormente los tubos se extrajeron de la centrífuga y el líquido de cada uno fue desechado, decantando el contenido dejando solo el sedimento del tubo al cual se le agregó una solución azucarada preparada en proporción 1 a 1, vertida a presión de la pizeta para agitar el sedimento, volviendo a centrifugarlos por un minuto y medio a 2500 rpm.

Los tubos fueron extraídos de la centrífuga y vaciados a través del tamiz de 325 mm, y el material retenido en el tamiz se colectó con la ayuda del chorro de agua de la pizeta vertiéndolo en un vaso de precipitado hasta un volumen de 20 ml representando la muestra que será observada a través del microscopio compuesto para la extracción e identificación de los diferentes géneros de nemátodos presentes en cada muestra.

### **3.3.3. Identificación de nemátodos.**

Para la identificación de los nemátodos se utilizó un microscopio estereoscopio (CARL ZEISS 224-01-126). Se colocaron 10 ml de muestra en un vidrio de reloj y localizaron los nemátodos en la muestra, con la ayuda de un tubo capilar se capturaron a los nemátodos y se colocaron en un portaobjetos para su observación a través del microscopio compuesto (CARL ZEISS 224-01-007).

Apoyados con: las claves para la identificación de géneros de fitonemátodos de Brasil basada en características morfológicas y manuales de Barker y B.G. Chitwood (1956).

### **3.4. Registro de datos**

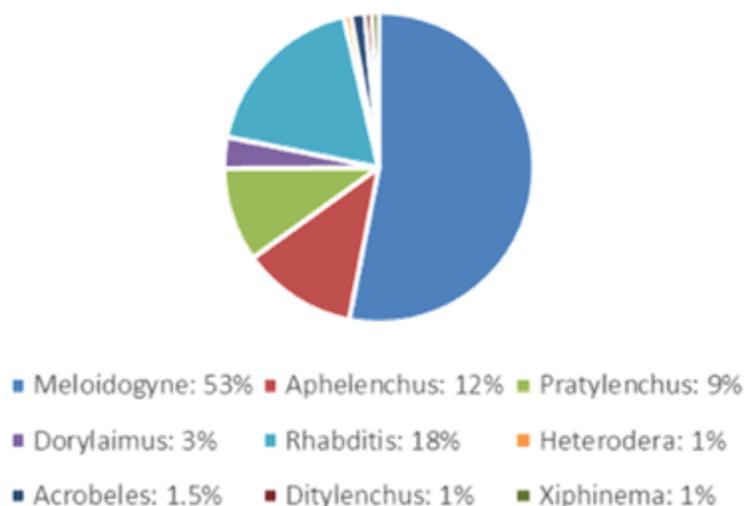
Se registró la ubicación de cada una de las muestras así como el número de nemátodos encontrados por géneros.

Con las observaciones en campo y en el laboratorio sobre los géneros encontrados se realizó una base de datos para obtener un mapeo de la distribución de los géneros de nemátodos en predios del municipio de Matamoros, Coahuila.

#### IV. RESULTADOS

De acuerdo a las condiciones en que se realizó este trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes resultados, Se identificaron 278 nemátodos pertenecientes a nueve géneros. De los cuales seis son fitoparásitos y tres géneros de vida libre de plantas cultivadas (20 puntos de muestreo).

Los resultados indican que los nematodos fitoparásitos con mayor frecuencia en el municipio de Matamoros son: el género *Meloidogyne* con un 53%, *Aphelenchus* con un 12%, *Pratylenchus* con un 9%, *Heterodera* con un 1%, *Ditylenchus* con un 1% y *Xiphinema* con un 1%. Así también se encontraron nemátodos de vida libre como *Acrobreles* con un 1.5%, *Dorylaimus* con un 3% y *Rhabditis* con un 18% tal como se observa en la figura 3.



**Figura 3. Porcentajes de frecuencia de nemátodos encontrados en el municipio de Matamoros. 2017.**

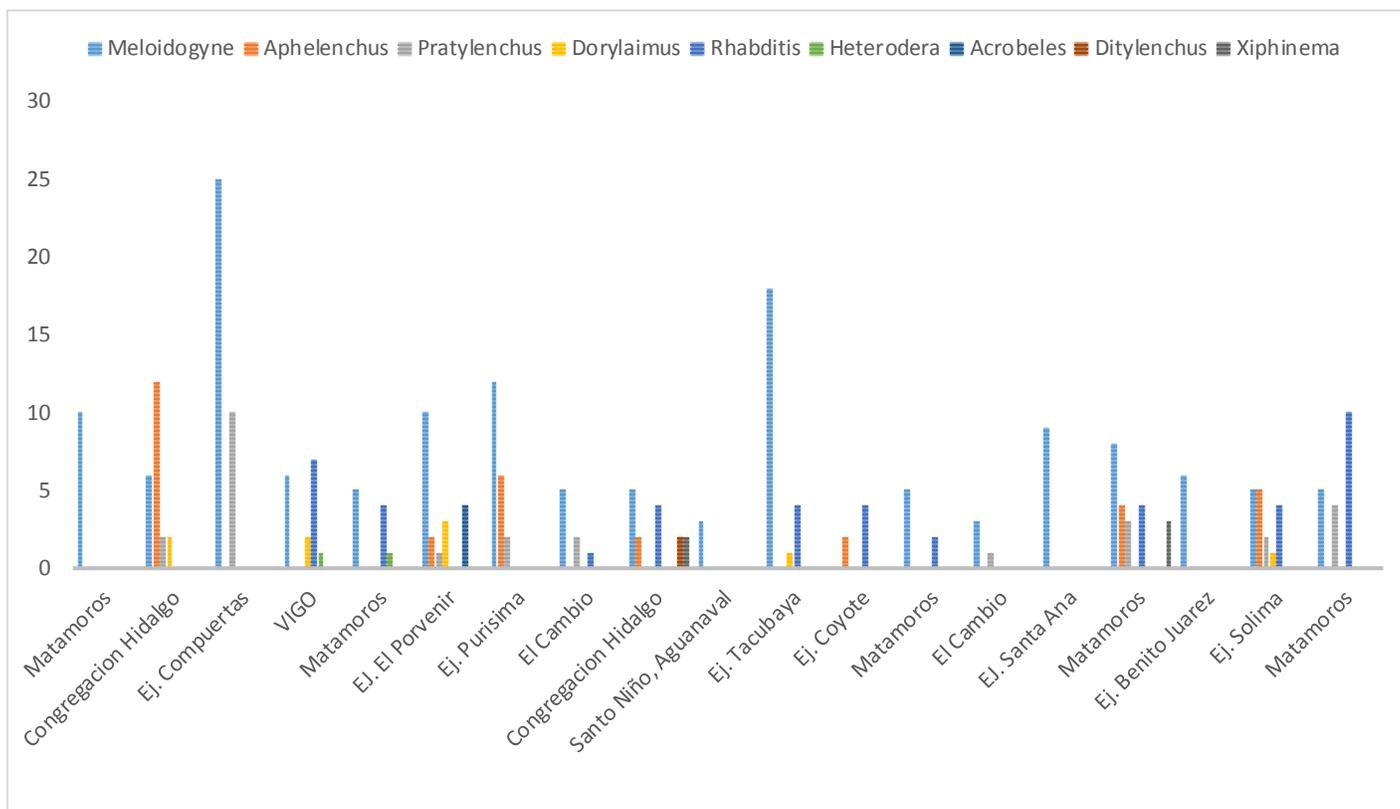
A continuación se presentan los géneros de nemátodos encontrados en el estudio (cuadro 1).

**Cuadro 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo, cultivos y géneros de nemátodos encontrados en el municipio de Matamoros, Coahuila.**

Localidad	Ubicación	msnm	Cultivo	Nemátodo	Cantidad
Congregación Hidalgo	25°33'32" N 103°06'06" O	1110	Melón	<i>Meloidogyne</i>	10
				<i>Aphelenchus</i>	12
Ej. El Refugio	25°30'25" N 103°08'24" O	1109	Cebolla	<i>Pratylenchus</i>	2
				<i>Meloidogyne</i>	6
				<i>Dorylaimus*</i>	2
Ej. Compuertas	25°43'36" N 103°19'53" O	1120	Alfalfa	<i>Meloidogyne</i>	25
				<i>Pratylenchus</i>	10
				<i>Meloidogyne</i>	6
VIGO	25°43'39" N 103°20'17" O	1118	Pepino	<i>Rhabditis</i>	7
				<i>Dorylaimus*</i>	2
				<i>Heterodera</i>	1
				<i>Rhabditis*</i>	4
Rancho Bonzanes	25°31'48" N 103°17'05" O	1142	Tomate	<i>Meloidogyne</i>	5
				<i>Heterodera</i>	1
				<i>Meloidogyne</i>	10
				<i>Acrobeles*</i>	4
Ej. El Porvenir	25°25'47" N 103°16'12" O	1116	Nogal	<i>Dorylaimus*</i>	3
				<i>Pratylenchus</i>	1
				<i>Aphelenchus</i>	2
				<i>Meloidogyne</i>	12
Ej. Purísima	25°33'36" N 103°14'25" O	1116	Alfalfa	<i>Pratylenchus</i>	2
				<i>Aphelenchus</i>	6
				<i>Meloidogyne</i>	5
El Cambio	25°33'55" N 103°13'47" O	1146	Alfalfa	<i>Pratylenchus</i>	2
				<i>Rhabditis*</i>	1
				<i>Meloidogyne</i>	5
				<i>Ditylenchus</i>	2
Rancho San Fernando	25°38'04" N 103°19'49" O	1114	Chile	<i>Aphelenchus</i>	2
				<i>Rhabditis*</i>	4
				<i>Xiphinema</i>	2
Santo Niño, Aguanaval	25°34'53" N 103°12'44" O	1138	Maíz	<i>Meloidogyne</i>	3

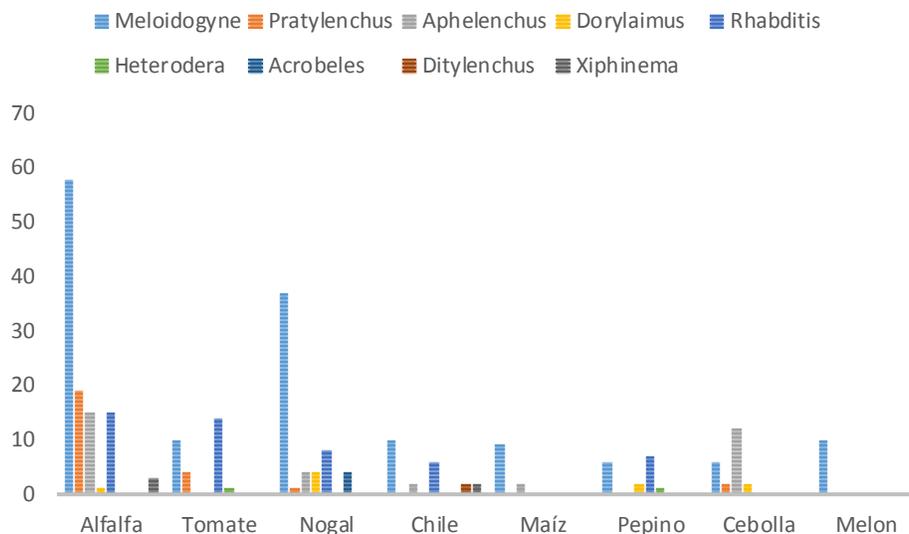
				<i>Rhabditis*</i>	2
				<i>Meloidogyne</i>	13
Ej. Tacubaya	25°37'28"N 103°17'23"O	1142	Nogal	<i>Rhabditis*</i>	2
				<i>Dorylaimus*</i>	1
				<i>Meloidogyne</i>	5
Ej. Coyote	25°41'14"N 103°16'28"O	1114	Nogal	<i>Rhabditis*</i>	4
				<i>Aphelenchus</i>	2
Ej. Andalucia	25°47'50"N 103°22'48"O	1112	Chile	<i>Rhabditis*</i>	2
				<i>Meloidogyne</i>	5
Establo Esperanza	25°42'26"N 103°19'29"O	1142	Alfalfa	<i>Pratylenchus</i>	1
				<i>Meloidogyne</i>	3
Ej. Santa Ana	25°41'06"N 103°19'48"O	1120	Nogal	<i>Meloidogyne</i>	9
				<i>Aphelenchus</i>	4
Matamoros	25°30'24"N 103°08'24"O	1142	Alfalfa	<i>Rhabditis*</i>	4
				<i>Meloidogyne</i>	8
				<i>Pratylenchus</i>	3
				<i>Xiphinema</i>	3
Ej. Benito Juárez	25°32'01"N 103°14'40"O	1115	Maíz	<i>Meloidogyne</i>	6
				<i>Pratylenchus</i>	2
				<i>Aphelenchus</i>	2
Ej. Solima	25°32'04"N 103°17'20"O	1115	Alfalfa	<i>Rhabditis*</i>	6
				<i>Dorylaimus*</i>	1
				<i>Meloidogyne</i>	5
				<i>Rhabditis*</i>	4
				<i>Aphelenchus</i>	3
Matamoros	25°23'37" N 103°19'25"O	1142	Tomate	<i>Rhabditis*</i>	4
				<i>Meloidogyne</i>	5
				<i>Pratylenchus</i>	4
				<i>Rhabditis*</i>	6
INIFAP	25°30'24"N 103°08'24"O	1143	Maíz		0
Total					278

Del total de nemátodos encontrados e identificados, 146 pertenecen al género *Meloidogyne* y están distribuidos en 18 de los 20 puntos de muestreo. El alto grado de presencia de este nemátodo indica que tiene una gran capacidad para habitar distintos suelos y atacar una gran variedad de cultivos, algunos de los cultivos con mayor presencia fueron: Melón, Alfalfa y Nogal (figura 4).



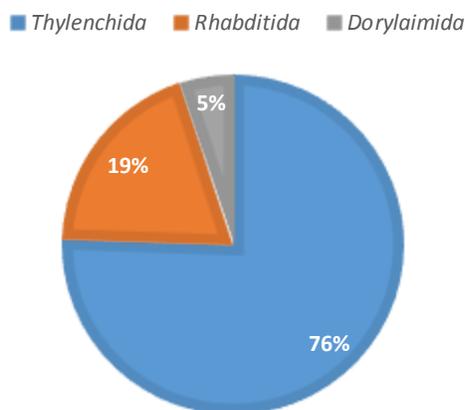
**Figura 4. Presencia de nemátodos en cada punto de muestra, 2017**

Los cultivos con más géneros de nemátodos encontrados fueron Nogal y Alfalfa con 6 géneros diferentes en cada cultivo, le sigue el cultivo de chile con 5 géneros diferentes, luego se encuentran tomate, cebolla y pepino con 4 géneros diferentes encontrados en cada uno (Figura 5).



**Figura 5. Cantidad de géneros de Nemátodos encontrados por cultivo. 2017**

Los 278 nemátodos que se identificaron pertenecen a 3 ordenes diferentes, de estas 3 ordenes, el 76% (210 nemátodos) pertenecen a la orden Thylenchida, el 19% (54 nemátodos) pertenecen a la orden Rhabditida y el 5% (14 nemátodos) son de la orden Dorylaimida.



**Figura 6 Porcentaje de nemátodos de acuerdo al orden al que pertenecen: Thylenchida=210 nemátodos (76%), Rhabditida= 54 nemátodos (19%), Dorylaimida 14 nemátodos (5%)**

A continuación se describe morfológicamente cada los nemátodos encontrados.

***Aphelenchus.***

Los nemátodos de este tipo (micófago) tienen la peculiaridad de alimentarse de una gran variedad de hongos además de poseer la capacidad de alimentarse de tejido sano de algunas plantas, y es allí donde radica su importancia en la producción agrícola (Montes, 2003).

Es un nemátodo de cuerpo cónico blanco o hialino, afinándose muy levemente tanto en la parte anterior como posterior y ambas partes redondeadas. Bulbo medio desarrollado, un estilete visible sin nudos en la base, La cabeza no tiene setas o papilas, Posee estrías terapéuticas transversales fácilmente visibles. Esófago  $1/14$  de la longitud total, con una hinchazón terminal globular y distintivamente muscular, 1 micra de ancho. Intestino, porción próxima del esófago muy indistinto, gránulos dispersos, más bien gruesos e incoloros, ano  $1/666''$  desde la extremidad posterior. Vulva al 75% del cuerpo. Abertura del conducto excretor ligeramente posterior al comienzo del intestino (Thorne y Malek, 1968).

Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Aphelenchoididae

Género: *Aphelenchus*



**Figura 7. Fotografía de *Aphelenchus*.**

***Ditylenchus sp.***

Conocidos como nemátodos del tallo y de los bulbos, este nemátodo presenta una cabeza plana no achatada, tiene un estilete pequeño con nódulos basales bien desarrollados mucha similitud entre las diferentes especies de nemátodos, pero se puede diferenciar por una serie de características muy específicas; son alargados, delgados y de gran movilidad, esófago típico “tylenchido” uniéndose con el intestino sin sobre posición. (Barker y B.G. Chitwood 1956). Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Chromadorea

Orden: Thylenchida

Familia: Anguinidae

Género: *Ditylenchus*

Encontrado en las zonas de producción de aliaces (ajo y cebolla), este nemátodo representa pérdidas que fluctúan del 30 a 50% en la cosecha total en México. Impacto que también se puede ver reflejado en otros cultivos que ataca como la alfalfa, frijol, chícharo, fresa, entre otros, ocasionando grandes pérdidas. (SAGARPA, 2013)

***Heterodera sp.***

Los machos son vermiforme, con cuerpo curvado en estado de relajación, parte posterior del cuerpo girada en 90- 180°. Cabeza ligeramente separada, achatada, esclerotizada. Tiene un estilete medianamente largo fuerte, con nódulos prominentes. Tiene labios en machos son ligeramente separados, 1mm de largo. Espículas curvadas y unidas para formar un tubo. (Barker y B.G. Chitwood, 1956).

Las hembras tienen un cuerpo esférico con el cuello y el cono vulvar proyectados. Región labial con 2 o 3 estrías. Cuerpo con la superficie reticulada, sin estrías ni banda lateral. Vulva transversal rodeada ventral y dorsalmente por una área de paredes finas, las hembras son blancas cuando son jóvenes y de color castaño cuando se transforman en quistes (Bello, 1999). Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Thylenchida

Familia: Heteroderidae

Género: *Heterodera*

Los nemátodos del genero *Heterodera* han sido los más devastadores de muchos cultivos comerciales. Este género es comúnmente llamado “nemátodo del quiste”, debido a la capacidad de la hembra para enquistarse bajo condiciones ambientales adversas y en ausencia de hospederos, eso es, debido a su capacidad para retener sus huevos antes de morir y sin desintegrarse del suelo (Bello, 1999).

***Meloidogyne sp.***

El nemátodo agallador *Meloidogyne* spp tiene una cabeza conoide, estilete medianamente largo, delgado y con nódulos. Tiene un tipo de cola aguda, la posición de la vulva se encuentra a un 60%. Son nemátodos más delgados que Heterodera, el macho en general es similar al Heterodera (Carrillo, 2000).

La palabra *Meloidogyne* es de origen griego y significa hembra con forma de manzana. Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Thylenchida

Familia: Meloidogynidae

Género: *Meloidogyne*

Las hembras son de color blanco diamantado con un cuerpo redondeado en forma de pera y un cuello pronunciado, a veces doblado. El rango de longitud de la hembra va de 350 micras a 3 mm y en un ancho máximo entre 300 y 700 micras. Tiene un estilete bien desarrollado con una longitud de 10 a 25 micras, en la mayoría de las especies, el cono es ligeramente curvado y el eje es recto e incluye tres nódulos basales, estos nódulos pueden varían en su forma siendo redondeados en algunas especies y transversalmente alargados en otras (Castillo, 2014).

El macho es vermiforme, no sedentario, claramente anillado y con un rango de longitud de 600 a 2500 micras. El estilete y la región cefálica están bien

desarrollados; los rangos de estos últimos en longitud van desde 13 a 33 micras.

La forma de los nódulos basales es igual al de las hembras (Carrillo, 2000).



Figura 8. Fotografía de *Meloidogyne*. A: Cuerpo en eclosion del genero *Meloidogyne*, B: Cuerpo completo de *Meloidogyne*, se observa el Estilete, el Bulvo medio, Espicula, Cola achatada. (2017)

***Pratylenchus sp.***

Este nemátodo mide entre 0.4 a 0.50 mm, la cabeza es cónica o redondeada, no achatada. Tiene un estilete generalmente largo y delgado, las larvas algunas veces no presentan estilete. Tiene una cola cónica que no termina en punta. La posición de la vulva está al 70-85% del cuerpo. Son nematodos pequeños, su movimiento en agua es con impulsos lentos. No hay machos, las hembras son delgadas y se reproducen por partenogénesis (Olowe, 1976). Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Thylenchida

Familia: Pratylenchidae

Género: *Pratylenchus*

El nemátodo lesionador como es comúnmente conocido, provoca un daño mecánico directo en las células de la raíz además de necrosar los tejidos corticales. Después del ataque de este nemátodo se pueden observar lesiones necróticas en la superficie de la raíz, reduciendo el crecimiento de la parte superior de las plantas. Retraso en el crecimiento y plantas cloróticas en pequeños manchones (Pinochet, 1987)



**Figura 9. Fotografía de *Pratylenchus*.**

***Xiphinema sp.***

Estos nemátodos relativamente largo de 1.66 a 1.90 mm, tienen un estilete muy largo de 72  $\mu$  (Odontoestilete), la vulva se puede encontrar a 2/5 del cuerpo ósea al 40% del cuerpo, tiene un anillo direccionador cerca de la base del estilete, el macho presenta un par de espículas. Los machos no tiene bursa, las hembras pueden tener 1 o 2 ovarios. Las espículas en los machos pueden medir 36  $\mu$  (Brown, 1994). Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Dorylaimida

Familia: Longidoridae

Género: *Xiphinema*

La alimentación de este nemátodo produce la desintegración del córtex, follaje atrofiado además de un retraso del crecimiento de la raíz, también existe evidencia de que el nemátodo es portador de virus e inyecta sustancias en las raíces que causan inflamación (Brown, 1994).



Figura 10. Fotografía de *Xiphinema*. Se puede observar claramente el gran estilete que posee.

***Acrobeles sp.***

Son nemátodos relativamente pequeños que no superan el 1 mm de longitud, las características excrecencias en la cabeza le identifican inmediatamente inclusive a bajo aumento. Son considerados nemátodos bacteriófagos por su hábito de alimentación. Se registró en suelos arenosos y en suelos arcillosos de partículas más pequeñas (S. Boström, 1985). La taxonomía de este nemátodo la encontramos de la siguiente manera.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Rhabditida

Familia: Caphalobidae

Género: *Acrobeles*

Cuerpo fuertemente arqueado ventralmente, casi en forma de c, cuando se relaja con calor; ancho del cuerpo 23-26 micras en la mitad del cuerpo. Cutícula gruesa "doble" con anulaciones de aproximadamente 2 micras en la parte central del nemátodo; la cutícula tiende a separarse de la fijación. Cuerpo con cuatro incisiones, las externas superficiales y rectas; su terminación en la cola es oscura. seis (tres pares) de probolas cefálicas con flecos membranosos; tres probolas labiales profundamente bifurcadas con flecos membranosos, cinco púas en el interior y seis en el centro en los lados externos de los dientes; bases de probolas labiales unidas por crestas tangenciales con dos protuberancias alternantes con

las probolas.  
119-137 micras  
metacorpo algo  
estrecho del  
ovado. (S.



Faringe cefaloide,  
de largo,  
fusiforme,  
istmo, bulbo  
Boström, 1985)

Figura 11. Fotografía de *Acrobeles*.



Figura 12. Fotografía de *Acrobeles* cuerpo completo.

***Rhabditis sp.***

La mayoría son de vida libre, pero algunos son parásitos de plantas y animales, y provocan enfermedades como la anquilostomiasis, la elefantiasis y la triquinosis. El rango de tamaño es muy variable, desde menos de 1 mm hasta 50 mm (existen especies mucho más grandes). Tienen un tubo digestivo completo, y carecen de órganos respiratorios diferenciados. El extremo anterior del adulto puede tener ganchillos orales, dientes, o placas en la cápsula bucal, que sirven para la unión a tejidos, y pequeñas proyecciones de la superficie corporal conocidas como cerdas o papilas, que se cree que son de naturaleza sensitiva. (EDCUAMADRID, 2010) Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Rhabditida

Familia: Rhabditidae

Género: *Rhabditis*

El género *Rhabditis* se considera un nemátodo depredador, por alimentarse de una gran variedad de hongos y bacterias fitopatógenos que habitan en el suelo, así de algunos insectos que parasitan el intestino de otros insectos, tiene una gran importancia agrícola porque degradan la materia orgánica. Es un género de vida libre y la mayoría de especies de este género son pequeños. (Cepeda, 1996)

***Dorylaimus sp.***

Este nemátodo tiene una longitud aproximada en los machos de entre 3 a 5 mm y en las hembras de 3.0 a 4.2 mm. Presenta un característico estilete falso, o estilete hueco. En la región cefálica se observa un diente, tiene una expansión gradual en forma de botella en el esófago y la cola es redonda (Latef, 2017). Se ubica taxonómicamente.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Adenophorea

Orden: Dorylaimida

Familia: Dorylaimidae

Género: *Dorylaimus*

## V. DISCUSIÓN

De los muestreos registrados en cebolla y tomate se encontraron nemátodos de vida libre como *Acrobeles sp.*, *Ditylenchus sp.* y *Rhabditis sp.*, y fitoparásitos como *Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp.*, *Aphelenchus sp.* tal como lo reporta Montes en 2003.

Se encontraron daños en los cultivo cebolla, alfalfa, maíz y tomate mostrando síntomas como debilitamiento de las plantas, bulbos dañados, formación de quistes y manchones, estas lesiones ocasionadas por géneros como *Heterodera sp.*, *Xiphinema sp.*, *Aphelenchus sp.* Tal como lo menciono Godoy en 2007.

El género *Aphelenchus* se encontró principalmente en tomate y cebolla, coincidiendo lo reportado por Godoy quien indica que este género es uno de los que más se puede encontrar en la región productora de Coahuila.

Los géneros *Aphelenchus* y *Meloidogyne* fueron encontrados en el cultivo de la cebolla ocasionando daños como daño en los bulbos, nódulos, manchones y bajo rendimiento tal como lo afirma Montes en 2003.

Se encontraron que la mayoría de los nemátodos encontrados fueron del orden *Thylenchida*, tales como los géneros *Heterodera sp.*, *Meloidogyne sp.* y *Pratylenchus sp.* Por otra parte los nemátodos del orden *Rhabditida* encontrados fueron *Rhabditis sp.* y *Acrobeles sp.*, considerados nemátodos de vida libre, es decir, no ocasionan daños en los cultivos, tal como lo menciona Arias en 2009.

## VI. CONCLUSIONES

*Meloidogyne* fue el género más frecuente en el estudio, estando presente en 19 de 20 sitios de muestreo afectando a cultivos como Maíz, Tomate, Cebolla, Chile, Nogal, Pepino, Melón y Alfalfa.

Se encontraron 6 géneros fitonemátodos asociados a los cultivos establecidos en Matamoros, Coahuila en la temporada Mayo- Noviembre del 2016 y Enero- Abril 2017 los cuales fueron: *Meloidogyne sp*, *Pratylenchus sp*, *Ditylenchus sp*, *Aphelenchus sp*, *Xiphinema sp* y *Heterodera sp*.

Se encontraron 3 géneros de nemátodos de vida libre asociados a todos los cultivos estudiados en Matamoros, Coahuila, los cuales fueron: *Dorylaimus sp*, *Acrobeles sp* y *Rhabditis sp*.

Es necesario continuar con estudios sobre la diversidad y distribución de los daños que estos fitoparásitos causan a los cultivos de la región, además de las alternativas para el control de estos organismos parásitos.

Estudiar la relación de los nemátodos de vida libre con los factores bióticos y abióticos del agroecosistema de los diversos cultivos de la región, así como asociar la información encontrada para generar un mapeo de presencia de nemátodos, la cual podría auxiliar en la adopción de medidas correctivas en un programa de agricultura sustentable en la región.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 2010. Fitopatología. 2da edición. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México, DF. pp. 13
- Arellano, C. 2014. Expertos de la UNAM trabajan para descifrar el genoma de un parásito que daña cultivos. Periódico La Jornada. pp 3
- Arias, Y., I. González, M. Rodríguez, C. Rosales, Z. Suarez y B. Peteira. 2009. Aspectos generales de la interacción tomate (*Solanum lycopersicum*) – *Meloidogyne incognita*. Protección Vegetal, 24: 1-13
- Bert, W. y G. B. 2006. Orden Rhabditida: Suborden Tylenchina. En: Eyuaem Abebe, Traunspurger W. y Andrassy I. (eds) Nematodos de agua dulce: ecología y taxonomía. CABI Publishing, Cambridge, MA, pp. 681, 683
- Bello, A., Escuer, M., Saenz, R. 1999. El género *Heterodera* en hortalizas de España. Departamento de Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Madrid, España.
- Brown, D. 1994. Apparent lack of specificity in the transmission of three distinct North America nepoviruses by populations of four *Xiphinema Americanum*-group species. Phytopathology 84, 646-649.
- Carrillo, J. 2012. Manejo del nemátodo agallador (*Meloidogyne spp*) en hortalizas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CAID), A.C. [En línea]. <http://horticultivos.com/manejo-del-nematodo-agallador-meloidogyne-spp-en-hortalizas-2/> [fecha de consulta. 30/03/2017]
- Carrillo, J; García, R; Allende, R; Márquez, I; Cruz, J. 2000. IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL NEMATODO NODULADOR (*Meloidogyne spp.*) EN HORTALIZAS, EN SINALOA, MÉXICO. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 8, num. 2, Julio- Diciembre, 2000. Pp. 115-119. Texcoco, México.
- Castillo M, J H. 2014. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *MELOIDOGYNE SPP.* PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE PATZICIA, CHIMALTENGO. Tesis de grado. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR. Guatemala de Asunción Pp 87.
- Cepeda, M. 1996. Nematología Agrícola. TRILLAS/ UAAAN. Primera Edición. México, DF. 301 p
- Cid del Prado, I; Tovar, A; Hernández, J. 2001. Distribución de Especies y Razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología. Texcoco, México. Vol. 10, numero. 1. pp 32-39.
- Corzzoli, R. 2002. Capítulo 3.1. Nemátodos. Especies de nemátodos fitoparasíticos en Venezuela. Editorial Asociación Interciencia. Volumen: 27. Numero: 7.

- EDUCAMADRID. 2010. Animalada. Plataforma en línea. Publicación del artículo: Diciembre 2010. [En línea] <http://animalandia.educa.madrid.org/ficha-taxonmica.php?id=102&nivel=Phylum&nombre=Nematoda> [Fecha de consulta 12/12/2017].
- Ferraz, L. C. C. B. 2012. Chave para identificação de géneros de fitonematoides assinalados no Brasil. [En línea] <http://nematologia.com.br/wp-content/uploads/2012/10/kygesite.pdf> [Fecha de consulta: 20/11/2017].
- Frápolli D, E. 2005. LOS NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS. JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejo de Agricultura y pesca. Comunidad Europea. A.G. Novograf, S.A. Sevilla, España.
- Gobierno de Coahuila. 2011-2017. Información municipal. [En línea] <http://coahuila.gob.mx/micrositios/index/datos-municipios> [Fecha de consulta: 19/01/2017]
- Godoy, T; Yáñez, M; Gastélum, R; López, M; Almodovar, T. 2007. CAPÍTULO VI. NEMATODOS FITOPÁRASITOS Y SU IMPORTANCIA EN LA AGRICULTURA.
- Godoy, T; Yáñez, M; Gastélum L; López, M. 2007. NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE LA PAPA. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Gonzales, U. 2013. Diversidad de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de maíz en el municipio de Guasave, Sinaloa. Tesis. Instituto Politécnico Nacional. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional Unidad Sinaloa.
- Guzmán, Ó; Castaño, J; Villegas, B. 2012. Principales Nemátodos Fitoparásitos y síntomas ocasionados en Cultivos de Importancia Económica. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Matamoros, Coahuila de Zaragoza. pp. 2
- Iberfauna. 2013. Species Acrbeles singulus. Heyns, 1969. Banco de Datos de la Fauna Iberica. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). [En línea] <http://iberfauna.mncn.csic.es/showficha.aspx?rank=T&idtax=106832> [Fecha de consulta 02-01/2018].
- Lara, M; Bello, A. 2007. ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA QUE PLANTEAN LOS NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN LOS CULTIVOS DE LA RIOJA. Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., Serrano 115 dpdo. Madrid, España.
- López, R; Salazar, L; Azofeifa, J. 1991. OBSERVACIONES SOBRE LA MORFOLOGÍA DE *Meloidogyne incognita* CON EL MICROSCOPIO

ELECTRÓNICO DE RASTREO. Revista Agronomía Costarricense. 15(1/2). Pp 8

- Latef, B & Ali, L. (2017). First record of *Dorylaimus stagnalis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Dorylaimida) In Lesser Zab River, Kurdistan Region-Iraq. 62-65. 10.24086/bios17.10.
- Mejías. A; Chacón, A; Espárrago, G; Del Moral, J. 1995. Control de nemátodo formador de nódulos en raíces [(*Meloidogyne incognita* Kofoidy White, 1919) Chitwood, 1949] con la utilización de la energía solar. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIA). Badajoz, España.
- Molina, C. R. 2007. Patogenicidad de nemátodos del género *Rhabditis* y *Heterorhabditis* como posibles agentes de control biológico de larvas de Lepidópteros. Tesis. ZAMORANO, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras.
- Montes, R., Nava, R. Flores, H. Mundo, M. 2003. Hongos y Nemátodos en las Raíces y Bulbos de Cebolla (*Allium cepa* L.) en el Estado de Morelos, México. Revista Mexicana de Fitopatología, Diciembre, vol. 21, Numero 003. Pp. 300-304
- Olowe, T., and Corbett, D.C.M. 1976. Aspects of the biology of *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaeae*. Nematológica 22:202-211.
- Peña, R y Páez, J. 2005. NEMÁTODOS FITOPÁTOGENOS. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Piedra, R. 2015. GUÍA DE MUESTREO DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA- COSTA RICA). Diseño Editorial M&F S.A. 22 p.
- Pinochet, J. 1987. Management of plant-parasit nematodes in Central America: The panamá experience. Pp. 103-113. Hyatsville, Maryland, E.U.A.
- Revista Mexicana de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.. Ciudad Obregón, México. Número 003. pp. 300-304.
- Rueda, E; Holguín, R; Preciado, P; Fortis, M; Hernández, L; Ruiz, F; 2015. Identificación y dinámica poblacional de nemátodos fitoparásitos asociados a la halófito *salicornia bigelovii* (Torr.) en el noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 6 Num.4 p. 707- 720
- Rodriguez, F. 2016. ¿Qué hay detrás del melón más sabroso de México? Semanaria Vanguardia. Coahuila. [En línea] <http://www.vanguardia.com.mx/articulo/quehaydetrasdelsmelonmassabrosodemexico> [Fecha de publicación: sábado 19/07/2017]

- Sanchez, J. 2010. EFECTO DE QUITINA Y QUITOSANO SOBRE HUEVOS Y JUVENILES DE NEMATODOS FORMADORES DE NÓDULOS RADICULARES, *Nacobbus aberrans* Y *Meloidogyne incognita*. Bajo condiciones in vitro e in vivo. (Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en ciencias) Colegio de Postgraduados. Montecillo Texcoco, Estado de México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Monitor Agroeconómico. [En línea.] <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documents/monitor%20estados/Coahuila.pdf>. [Fecha de consulta: 20/01/2017]
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Nemátodo del tallo y de los bulbos *Ditylenchus dipsaci*. Ficha técnica No. 18. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Primera edición. México, DF.
- Secretaría de Gobernación. 2009. Matamoros. [En línea.] [http://coahuila.gob.mx/flash/conoce\\_coahuila/mapas/pdfs/matamoros.pdf](http://coahuila.gob.mx/flash/conoce_coahuila/mapas/pdfs/matamoros.pdf). [Fecha de consulta: 20/01/2017]
- Tajtaj, M. 2012. Fitopatología I. [En línea] <http://tajtajr.blogspot.mx/>. [Fecha de consulta: 06/04/2017]
- Talavera, M. 2003. MANUAL DE NEMATOLOGÍA AGRÍCOLA. Institut de Recerca i Formació Agrària i pesquera.
- Vázquez, A. 2006. Detección, Identificación y Distribución natural de Nemátodos Entomopatógenos (Heterorhabditidae y Steinernematidae) en Sistemas Agroecológicos de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. TESIS. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO. DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS. DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA.
- Vázquez, R. 2001. Nemátodos Agalladores Afectando Hortalizas y otros Cultivos en el Norte Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología. Número 107. INIFAP- Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. pp 107- 109
- WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH, [En Línea] <https://www.wur.nl/en> [Fecha de consulta: 15/12/17].
- Zucherman, B; Mal, W; Harrison, M. FITONEMATOLOGIA. Manual de laboratorio. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1987.