

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Efectividad de Extractos Vegetales para el Control de Nematodos Fitopatógenos
Asociados al Cultivo de Papaya (*Carica papaya* L.) Bajo Condiciones de
Laboratorio.

Por:

OMAR ISRAEL NERI CACHO

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Efectividad de Extractos Vegetales para el Control de Nematodos Fitopatógenos
Asociados al Cultivo de Papaya (*Carica papaya* L.) Bajo Condiciones de
Laboratorio.

Por:

OMAR ISRAEL NERI CACHO

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dr. Melchor Cepeda Siller
Asesor Principal Interno



Dra. Fabiola Garrido Cruz
Asesor Principal Externo



Dr. Agustín Hernández Juárez
Coasesor



Dra. Esperanza de Jesús Salas Méndez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México
Enero de 2021



AGRADECIMIENTOS

A mi Familia. Les agradezco por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi formación académica y mi formación personal.

A mi Padres. Estoy infinitamente agradecido por el apoyo y por no perderme la confianza y por toda la paciencia durante estos años, ahora gracias a ustedes, platicas y consejos que aprecio mucho. Hoy concluyo mi formación profesional, los quiero mucho.

A mi Hermano. Porque, aunque yo sea tu hermano mayor, he a aprendido bastante de ti. Gracias por toda la comprensión y paciencia que me has tenido, te quiero hermano.

A mis Amigos y Compañeros. Por el apoyo incondicional, por permitirme caminar juntos durante esta trayectoria académica, brindarme y llenarme de grandes recuerdos que siempre los recordaré con cariño. Iván, Ellery, Marcos, Daniela, Orlando, Jesús O., Melchor, Vitalino, Ofhir, Karla y demás compañeros.

A mi Alma Mater. Por cada oportunidad de aprendizaje durante mi estancia en esta institución.

A la Dr. Melchor Cepeda Siller. Por compartir su inmenso conocimiento en el aula y el apoyo para realizar este trabajo de investigación.

A la Dra. Fabiola Garrido Cruz. Por tenerme toda la paciencia del mundo su atención y el apoyo que me brindó durante la elaboración de la tesis.

Al Dr. Agustín Hernández Juárez. Por formar parte de este paso final y el apoyo incondicional que me ha brindado.

A la Dra. Esperanza de Jesús Salas Méndez. Por el apoyo brindado durante este trabajo.

DEDICATORIA

“Si he visto más lejos ha sido porque he subido a hombros de gigantes”

(Isaac Newton)

A mis padres, mis gigantes, Anel Cacho Rivera y Omar Neri Torres. Por todo su apoyo y sus consejos.

A mi hermano Ulises Neri Cacho.

A mis amigos Iván Muñiz, Ellery Alvarado y Marcos García, por encontrarme con ustedes desde el primer día en la universidad, el tiempo compartido, experiencias y aprendizajes juntos, por su valiosa amistad y apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Justificación	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Antecedentes de la Papaya	4
Origen y distribución de la papaya	4
Importancia del cultivo de papaya	5
Características botánicas	6
Clasificación Taxonómica	7
Enfermedades de la papaya.....	7
Plagas de la papaya	8
Nematodos	9
Nematodo de Raíz de Escobilla <i>Dorylaimus</i> sp.....	11
Clasificación Taxonómica	11
Características generales	12
Parasitismo.....	12
Sintomatología.....	12
Nematodo <i>Rhabditis</i> sp.....	13
Clasificación Taxonómica	13
Características.....	14
Sintomatología.....	14
Hospederos	14
Nematodo <i>Meloidogyne</i> sp.	15
Características.....	15
Clasificación Taxonómica	15
Distribución.....	16
Importancia económica.....	16

Síntomas	17
Métodos de Control	17
Extractos Vegetales	19
Higuerilla	20
Descripción botánica	20
Clasificación Taxonómica	21
Metabolitos secundarios de higuerilla.....	21
Epazote.....	22
Descripción botánica	22
Clasificación Taxonómica	23
Metabolitos secundarios presentes en el epazote.....	23
Ruda	24
Clasificación Taxonómica	25
Metabolitos secundarios de la ruda	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Muestreo de suelo y método de extracción de nematodos	27
Identificación de nematodos	27
Obtención de plantas para extractos	28
Preparación de extractos acuosos	28
Diseño estadístico	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
Nematodos identificados	32
Evaluación de Extractos Vegetales Bajo Condiciones de Laboratorio.....	34
Población de nematodos tratados con extractos vegetales.....	34
Efectividad de extractos evaluados e incremento poblacional.....	35
Dosis para el control de nematodos de los extractos evaluados	37
CONCLUSIÓN	40
LITERATURA CITADA.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Nematicidas químicos utilizados en la agricultura.....	17
2.	Población inicial, final y porcentaje de mortalidad a la aplicación de extractos vegetales.....	33
3.	Medias de mortalidad de nematodos con la aplicación de extractos vegetales.....	34
4.	Porcentaje de eficiencia de tratamientos.....	35
5.	Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad.....	35
6.	Dosis de control y límites fiduciales de los extractos vegetales aplicados a fitonematodos.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1 y 2.	Muestreo de suelo y raíz.....	26
3 y 4.	Desinfección de las plantas utilizadas.....	28
5, 6 y 7.	Mezcla de agua destilada y partes cortadas reposadas 24 horas...	28
8.	Trituración de partes cortadas.....	28
9.	Filtrado de solución obtenida.....	29
10, 11 y 12.	Obtención de extracto final.....	29
13 y 14.	<i>Dorylaimus</i> sp., presencia de odontoestilete y diente visible.....	31
15 y 16.	<i>Rhabditis</i> sp., tipo de bulbo, procorpus, válvula cardia en bulbo basal.....	32
17 y 18.	<i>Meloidogyne</i> sp. J ₂ filiforme con estilete y nódulos medianos y hembra globosa.....	32

RESUMEN

Los nematodos fitoparásitos constituyen el grupo más importante por su acción patogénica y en términos de biomasa constituyen uno de los grupos más numerosos, debido a su diversidad de géneros y gran cantidad de hospederos, con un alto impacto económico, causando pérdidas aproximadas de 11-14%. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de extractos vegetales, sobre el control de fitonematodos asociados a la papaya *Carica papaya* bajo condiciones de laboratorio. Se evaluaron extractos acuosos vegetales de hojas de *Ruta graveolens* L., *Dysphania ambrosioides* L. y la combinación de hojas y frutos maduros de *Ricinus cummunis* L. Los nematodos fueron obtenidos a partir de muestras de suelo y raíz con síntomas propios al fitonematodo *Meloidogyne* sp. en el cultivo de papaya, se realizó la extracción de los filiformes por el método del embudo de Baermann, y la extracción de hembras a partir de las raíces infectadas. Se hizo un análisis morfológico para determinar los géneros en dicha muestra, donde los nematodos identificados son: *Rhabditis* sp. *Dorylaimus* sp. y *Meloidogyne* sp. Para el estudio de efectividad de los extractos. se utilizaron embudos de Baermann, donde se colocaron los extractos a diferentes concentraciones (50% y 100%), se estableció el experimento completamente al azar, con siete tratamientos incluyendo al testigo y cuatro repeticiones. Se observó a las 48 horas después de haber aplicado los extractos el porcentaje de mortalidad. La mayor actividad nematicida se presentó en la concentración del 100% y fueron los extractos de higuierilla 93.95% y epazote con 81.49% a la exposición de 48 horas después de haber aplicado los extractos. La consecuencia de dicho efecto se debe a los compuestos tóxicos propios de cada planta y en los tejidos utilizados, las lecitinas derivadas de la higuierilla y los flavonoides derivados del epazote.

Palabras clave: Papaya, Nematodos Fitopatógenos, Extractos Vegetales.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos son microorganismos que comprenden uno de los grupos más grandes del reino animal, causando daños en una gran diversidad de plantas, animales y humanos a los que puedan parasitar (Rivera, 2007).

Estos organismos según sus hábitos alimenticios se pueden clasificar en varios grupos tróficos: saprófagos, omnívoros, depredadores, y parásitos de plantas., aunque todos ellos pueden ejercer un impacto agrícola, los nematodos fitoparásitos constituyen el grupo más importante por su acción patogénica, debido a su diversidad de géneros y gran cantidad de hospederos (Campos- Herrera *et al.*, 2008 citados por Sánchez y Talavera, 2013), con un alto impacto económico, causando pérdidas aproximadas de 11 a 14% (Peña *et al.*, 2018).

La producción mundial de frutas exige alta calidad de exportación a los países productores; con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ha ampliado estimulado oportunidades de crecimiento económico, y como consecuencia se ha generado la competitividad en el mercado extranjero (Propapaya, 2009).

En México los nematodos fitopatógenos y de vida libre, están ampliamente distribuidos por todo el país, debido a que en la mayoría de los géneros afecta a una gran cantidad de hospederos de especies de plantas cultivables, generando consecuencias económicas, algunas especies del género *Dorylaimus* sp. Dujardin (Dorylaimida: Dorylaimidae). son depredadores y otros que se alimentan de plantas, tienen una larga lanceta hueca que forman la raíz de escobilla (Cepeda, 1996; Esquivel, 2015). Se ha reportado este género en la papaya andina con poblaciones poco significativa y si peligro a dañar al cultivo (Cornejo, 2019).

El género *Rhabditis* sp Bastian (Rhabditida: Rhabditidae), se ubica dentro de los nematodos de control biológico, considerado nematodo depredador por alimentarse de hongos, bacterias fitopatógenas, tiene importancia agrícola por degradar materia orgánica y parasitan intestinos de insectos, el daño que llegase a causar a las plantas es inofensivo (Cepeda, 1996; Ocaña, 2018).

Unos de los principales problemas en la raíz del cultivo de la papaya *Carica papaya* L. (Caricaceae) es el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood (Tylenchida: Heteroderidae), registrado con una frecuencia poblacional en este cultivo en el estado de Colima (Martínez *et al.*, 2015).

Los productos químicos que mayormente se utilizan para el control de fitonematodos, son de origen carbámicos, que ocasiona riesgo para la salud humana, y contaminación del suelo, Por ello, una manera de combatir las plagas del suelo sin causar un impacto ecológico y ambiental, son las alternativas de control con productos de origen vegetal, se han estudiado distintas plantas extrayendo sus metabolitos secundarios que son la sustancia activa contra nematodos y otros organismos (Gommers y Bakker, 1988; Alam *et al.*, 1990; Chitwood, 1992; Sukul, 1992 citado por Aballay y Insunza, 2002).

Dentro de las plantas que se han estudiado, las partes vegetales de la higuera *Ricinus cummunis* L. (Euphorbiaceae) contienen metabolitos secundarios como albuminas, ricina y alcaloides, de estos, la ricina que se encuentra en la semilla se ha utilizado como responsable de la toxicidad nematicida e insecticida (Moshkin, 1986). También se encuentra el epazote *Dysphania ambrosioides* L. (Amaranthaceae), que se ha utilizado como desparasitante (nematodos intestinales), las propiedades que contienen hojas: ambrosido y ramnosido de kaempferol, y raíz: saponinas, mirceno, ácido butírico, afectan a hongos, bacterias, insectos y nematodos, se ha reportado la acción nematicida de extracto de hojas de epazote en la población de *Ditylenchus dipsaci* Kunh (Tylenchida:Anguinidae) (Quarles, 1992; Osuna *et al.*, 2005; Insunza y Valenzuela, 1995).

Otra de las plantas que ha tenido gran control sobre nematodos es la ruda *Ruta graveolens* L. (Rutaceae), es una planta de fuerte olor haciendo repelencia a insectos, pero también posee principios activos importantes como: rutina e inulina, se ha aplicado extractos de hojas y ha mostrado efecto nematicida hacia especies de *Meloidogyne* sp. y también fueron susceptibles *D. dipsaci* y *Xiphinema index* Thorne y Allen (Dorylaimida: Longidoridae) (Ruiz, 2013; Insunza y Valenzuela, 1995; Mareggiani *et al.*, 1997).

Objetivos

- Objetivo específico. Identificar nematodos asociados a partir del suelo de cultivo de papaya, elaboración de extractos vegetales de higuera, ruda y epazote, evaluación de actividad nematicida bajo condiciones de In Vitro.
- Objetivo general. Evaluar la efectividad de los extractos vegetales de higuera, ruda y epazote para el control de nematodos fitoparásitos.
- Hipótesis

Se espera un control efectivo de la aplicación de al menos un extracto vegetal para el control de nematodos asociados al cultivo de papaya.

Justificación

Los nematodos han sido problema de importancia para la producción de cultivos agrícolas, también la utilización de nematicidas químicos de manera inadecuada, este trabajo está orientado a lograr un control significativo sobre poblaciones de nematodos, con la utilización de nematicidas de origen vegetal que no causen impacto ambiental y que sirvan como alternativa del control químico.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes de la Papaya

Origen y distribución de la papaya

Su nombre proviene del griego *karike*, que es un tipo de higuera, y fue propuesto por Carlos Linneo, ya que encontró similitud entre las hojas de ambas especies. Por otro lado, el vocablo papaya es probablemente una adaptación de *kapáda*, su nombre nativo caribeño (Propapaya, 2009).

La primera mención de la papaya por Oviedo “Historia Natural y General de las Indias” fue al Sur de México y Centroamérica alrededor del año 1535, donde se observó esta planta. En los tiempos de la conquista la semilla de la papaya se distribuyó rápidamente por las Antillas y Sudamérica en zonas tropicales, donde este es el clima óptimo para el desarrollo de la planta (García, 2010).

Seymour *et al.* (1993) citado por Caballero (2012), señaló que la papaya tiene como origen en las islas bajas de América Central y que en la prehistoria fue distribuida a México y Panamá (fue llamada “ababat” por los Mayas) después de que fue descubierta por Cortés y tuvo una rápida diseminación por Asia y África.

A finales de del siglo XIV y a principios del siguiente, la semilla se distribuyó por navegantes españoles y portugueses a Filipinas, Malasia, Sur de China, Ceilán, y Hawái, y en regiones tropicales y subtropicales. En los últimos años el 50% de la producción mundial se encuentra en Brasil, México y la India (García, 2010).

En México la distribución de las semillas por la CONAFRUT fue en Xalapa, Veracruz de la variedad Maradol (SAGARPA, 2005).

Importancia del cultivo de papaya

La producción de papaya *C. papaya* es reconocida a nivel mundial y ha experimentado un crecimiento en los últimos años debido a la demanda de los consumidores por sus propiedades, sabor, etc. También se ha convertido en un cultivo altamente rentable que ofrece ingresos a partir de los 6 meses posteriores al trasplante (García, 2010).

En más de 60 países se produce la papaya, siendo los principales productores: India, Brasil, Indonesia, Nigeria, México, Etiopía y Guatemala, cuya producción entre 2001 y 2015 osciló con un número de 1, 058,162 toneladas anuales; la India destaca como mayor productor de papaya mundialmente, sin embargo, a diferencia de otros países, participan con menos porcentaje en el mercado de la exportación, destinándose al consumo de mercado interno (FAO, 2017; citado por Valencia *et al.*, 2017).

La producción mexicana ocupa el quinto lugar a nivel mundial en la variedad Maradol, y destina la quinta parte al mercado internacional. En el año 2015 el estado de Oaxaca obtuvo una producción del 31 % encabezando la lista nacional, mientras que, Chiapas, Veracruz y Colima fueron las entidades que aportaron casi el 73% de la producción al mercado nacional. En el año de 2016 se emitió una producción nacional de papaya estimada en 951 mil 921 toneladas, Colima tiene una producción de 146 mil 241 toneladas con una tasa de crecimiento anual del 34% con respecto al año anterior (2015) y se posicionó en el segundo lugar por volumen de producción a nivel nacional. Los principales municipios productores de papaya en Colima con respecto a valor de producción son Tecomán con 389 millones de pesos (Álvarez, 2017).

La naturaleza del fruto de papaya y su alta demanda ha permitido que México se posicione como líder en las exportaciones a nivel mundial (Feitó y Portal, 2013; citado por Valencia *et al.*, 2017).

Características botánicas

La papaya *C. papaya* es una planta herbácea que tiene rápido crecimiento, tiene una altura de 2 a 10 m y con un diámetro de 6 a 30 cm (SNICS, 2017).

Raíz. Presenta raíz pivotante como principal y crece alrededor de un metro de profundidad.

Tronco. Es erguido, cilíndrico, hueco excepto en los nudos, más grueso en la base; sin ramas y con cicatrices que dejan las ramas al caer.

Hojas. Grandes de peciolo largo, con lámina palmeada de 7 a 9 lóbulos, y estos a su vez lóbulos más pequeños, ligeramente gruesas y carnosas.

Flor. Flores pistiladas, estaminadas y bisexuales, con el cáliz tubular de 8 a 10 mm de largo, verdoso; corola tubular de 10 a 20 mm de largo, blancuzca o amarilla pálida. Flores femeninas solitarias o 5 o 6 juntas en la base de una hoja; masculinas en panículas delgadas con 15 a 20 flores o llegando a tener hasta 100 florecillas por inflorescencia. Las flores femeninas son mucho más grandes que las masculinas (Linné von, 1753).

Fruto. Frutos apiñados alrededor del tronco, bayas elipsoides a esféricas, tornándose de verdes a anaranjadas en la madurez, pulpa blanda, jugo lechoso. El fruto silvestre mide de 4 a 6 cm de largo y de 3 a 4.5 cm de ancho. Cada fruto conteniendo de 200 a 400 semillas. Fruto cultivado de 10 a 50 cm de largo, dependiendo del cultivo. Sexualidad dioica (más comúnmente en la papaya silvestre), monoica, hermafrodita, polígama. Ocurren cambios en la expresión sexual debido a diferentes condiciones ecológicas y otras variables. El sexo de la planta no se puede determinar sino hasta la floración (Linné von, 1753).

Clasificación Taxonómica

Jiménez (2002), reporta la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

Subreino: Embrobyonta

Clase: Magnoliophyta

2° Grupo Evolutivo: Diapetala

Orden: Parietales

Familia: Caricaceae

Género: *Carica*

Especie: *papaya* L.

Enfermedades de la papaya

Unos de los problemas en que se hace énfasis de manera generalizada en los cultivos alimentarios, establecidos a cielo abierto o bajo sistema protegido son las enfermedades causadas las alteraciones de crecimiento y desarrollo causadas por microorganismos, nematodos, virus o condiciones ambientales adversas, varianzas climáticas, épocas de establecimiento del cultivo, desbalance nutricional o por un manejo integrado inadecuado de ellas ya que son un pilar que reduce el rendimiento en cosecha, algunas de las enfermedades que tiene impacto sobre el cultivo son como; la antracnosis es la enfermedad más importante en la región de colima, pudiendo presentarse tanto en campo como en postcosecha, presenta inicialmente forma exudados gomosos y pequeñas lesiones con aspecto aceitoso, se tornan de color café con borde (INIFAP, 2001).

Otra enfermedad también considerada es la mancha de la fruta, la cual fue encontrada en la India, causa hundimientos circulares que tornan de color negro, como resultado de una esporulación del hongo *Alternaria* sp (Moniliales: Dematiaceae) Sor (Agrios, 1996; citado por Bacópulos, 1999).

Las enfermedades virales generalmente son transmitidas por vectores, también por el manejo mecánico en los almácigos por plántulas infectadas o por semillas no certificadas, uno de los virus que se asocia al cultivo de papaya PRSV-p, virus de la mancha anular de la papaya, presenta los síntomas de manchas amarillas de forma de mosaico, rayas aceitosas en los peciolos de las hojas, una infección temprana antes de dos meses de haberse trasplantado no hay producción de frutos, sin embargo, una infección en etapas fenológicas más avanzadas, se reduce el rendimiento, disminuye el contenido de azúcar de los frutos y la calidad de estos es deficiente (Cabrera *et al.*, 2010).

Plagas de la papaya

Por otra parte, las plagas tienen el mismo grado de importancia como cualquier otro problema que cause algún efecto negativo a los cultivos, como bajo rendimiento de cosecha., las plagas forman parte del agroecosistema, interactuando con cultivos y malezas hospederas, así también con sus enemigos naturales existiendo un equilibrio entre organismos, al alterar dicho equilibrio natural habrá un desplazamiento de especies con una predominancia de insectos plaga, causando consecuencias hacia los cultivos. Algunas de estas afectan a la papaya debido a las condiciones del tiempo, principalmente con una baja humedad relativa y alta temperatura, la araña roja es reconocida por su alta capacidad de reproducción y fácil diseminación, los signos presentes son una tela fina cubriendo la lámina foliar en hojas jóvenes y los ácaros se encienden en el envés de la hoja, la especie y con mayor distribución es la; araña roja *Tetranychus* sp Koch (Prostigmata: Tetranychidae) (PIDETEC, 2014).

El acaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks, presenta una sintomatología en la planta, cambio de coloración, de verde a verde opaco, en las hojas, presenta hundimiento del mesófilo, reducción de lámina foliar en formación, rizado del borde foliar en hojas formadas (De Coss *et al.*, 2019).

Los áfidos como *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) es el género y especie más común como vector de virus en el cultivo de papaya (Cruz, 1998; citado por Arredondo, 2016).

Una de las plagas cuarentenadas que pone en alerta roja a todo el mundo es la mosca del mediterráneo, las larvas depositadas en el fruto se desarrollan y alimentan de la pulpa, recientemente en el estado de colima en el puerto de Manzanillo, esta plaga afecta a varios cultivos y entre estos el cultivo de la papaya (Vargas, 2019).

De la variedad de enfermedades y plagas que se reportan para la papaya, de interés con carácter prioritario son los nematodos fitoparásitos, colonizan y se alimentan causando daños en el sistema radical, favoreciendo la infección por otros patógenos (Guzmán y Castaño, 2012; citado por Martínez *et al.*, 2014).

Nematodos

Los nematodos son microorganismos que comprenden uno de los grupos más grandes del reino animal, causando daños en una gran diversidad de plantas, animales y humanos a los que puedan parasitar (Rivera, 2007).

Se han hecho investigaciones donde describen los nematodos encontrados en muestras de suelo en el estado de Colima, algunos de los géneros identificados son: ***Aphelenchus*** Bastian (Aphelenchida: Aphelenchidae), ***Ditylenchus*** Filipjev (Tylenchida: Anguinidae), ***Helicotylenchus*** Steiner (Tylenchida: Hoplolaimidae), ***Paratylenchus*** Micoletzky (Tylenchida: Tylenchulidae), ***Pratylenchus*** Filipjev (Tylenchida: Pratylenchidae), ***Rotylenchulus*** Lindford y Olivera (Tylenchida: Hoplolaimidae), ***Rotylenchus*** Filipjev (Tylenchida: Hoplolaimidae), ***Trophurus*** Loof (Tylenchida: Tylenchidae), ***Tylenchorhynchus*** Cobb (Tylenchida: Belonolaimidae) ***Tylenchus*** Bastian (Tylenchida: Tylenchidae) y ***Meloidogyne***, específicamente *M. incognita*; la frecuencia poblacional de géneros de nematodos fitoparásitos en el cultivo de papaya en Colima

con mayor relevancia son: *Rotylenchulus* (57.66%), *Pratylenchus* (13.04%), *Helicotylenchus* (12.06%) y *M. incognita* (10.36%) con mayor afinidad a la papaya (Martínez *et al.*, 2014).

La materia orgánica y la textura de suelo favorecen a algunos nematodos, se ha reportado que los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne* prosperan más en los suelos con textura arenosa franca y los géneros *Rotylenchulus* y *Helicotylenchus*, prosperan de manera similar en los tipos de suelos, franco arenoso, franco arcilloso, franco limoso (Martínez *et al.*, 2015).

Los nematodos se pueden clasificar fundamentalmente en cuatro grupos tróficos:

- Micróvoros, se alimentan de bacterias (bacterívoros) y hongos (fungívoros), nematodos que regulan las poblaciones microbianas.
- Herbívoros, estos se alimentan de las raíces de las plantas (aunque algunas especies parasitan tallos y hojas) y pueden provocar daños importantes a las cosechas, considerando como plagas, algunos de los Géneros más importantes en el campo agrícola son: los que se conocen como nematodos formadores de quistes *Globodera* y *Heterodera*, o los nematodos formadores de nódulos *Meloidogyne*.
- En el tercer y cuarto grupo trófico son los omnívoros y predadores, estos se alimentan de otros organismos edáficos incluyendo a otros nematodos (Campos- Herrera *et al.*, 2008 citados por Sánchez y Talavera, 2013).

Las raíces de las plantas se ven afectadas cuando el nematodo introduce su estilete, haciendo susceptible a la planta para la infección de otros organismos, algunos actúan como vectores de virus, lesionadores, modificadores del huésped, irruptores de resistencia y modificadores de raíz (Desaeger *et al.*, 2004; citado por Garrido, 2013).

El impacto que producen estas plagas en los diferentes cultivos ha ocasionado pérdidas totales, en México el productor de papaya, así como ha tenido

incrementos en producción ha tenido pérdidas de cosecha anuales debido a nematodos parásitos de plantas en la producción agrícola mundial estimadas de 11 a 14% (Peña *et al.*, 2018).

Nematodo de Raíz de Escobilla *Dorylaimus* sp.

Fue descrito por Dujardin en 1845, generalmente se encuentra en suelos húmedos, es un género cosmopolita en su distribución, su alimentación tipo omnívora ya que se alimenta de plantas y animales, algunas especies del género son depredadoras como *Dorylaimus serpentinus* Thorne y Swanger y *Dorylaimus carteri* Bastián (Dorylaimida: Dorylaimidae) y otros se alimentan de raíces por lo que forman la escobilla y así reducen el volumen radicular y retardan el desarrollo de la planta (Cepeda, 1996).

Los dorylaimidos que se alimentan de plantas, tienen una larga lanceta hueca. Basado en la morfología de los odotoestilestes de algunos dorylaimidos, se asume que se alimentan de plantas superiores, aunque aún se desconoce de que plantas exactamente se alimentan, a menudo el intestino toma una coloración verde indicando que pudo haberse alimentado de algas (Esquivel, 2015).

Clasificación Taxonómica

Cepeda (1996), reportó la siguiente clasificación:

Clase: Adenophora, Von Linstow 1905, Chitwood, 1956.

Subclase: Enopila, Chitwood y Chitwood 1933.

Orden: Dorylaimida, Thorne y Swanger 1936.

Suborden: Dorylaimina, Thorne 1939.

Superfamilia: Dorylaimoidea, Thorne y Swanger 1936.

Familia: Dorylaimidae, de Man 1876.

Género: *Dorylaimus*, Dujardin 1845.

Características generales

Presenta un estilete falso que en su parte apical es biselado, en la región cefálica se observa un diente, el esófago presenta una expansión gradual en forma de botella, con una vulva que se encuentra al 60%, Ovario didélfico- anfidélfico no reflejado. La cola es redonda en algunas especies, en otras termina en ángulo de 60°. Aunque la especie *D. bastiani* presenta un mucro en su cola (Cepeda,1996).

Parasitismo

El tipo de parasitismo de este género se considera ectoparásito cosmopolita, y se le ha encontrado algo de predatismo (Cepeda, 1996).

Sintomatología

Los síntomas que caracterizan a este nematodo en cultivos donde la población es bastante alta, ocasiona raíz de escobilla, originando un desarrollo de la planta deficiente y como consecuente bajo rendimiento de producción (Cepeda, 1996).

Nematodo *Rhabditis* sp.

Este género está considerado como nematodo depredador, por alimentarse de una gran variedad de hongos y bacterias fitopatógenas que habitan en el suelo, así como de algunos insectos que parasitan intestinos de otros insectos como cucarachas y gusanos de seda. Tiene importancia agrícola porque degrada la materia orgánica y es un género de vida libre; la mayoría de las especies del género son pequeños (Cepeda, 1996).

Clasificación Taxonómica

Cepeda (1996), reportó la siguiente clasificación:

Clase: Secernetea

Subclase: Rhabditia

Orden: Rhabditida

Suborden: Rhabditina

Superfamilia: Rhabditoidea

Familia: Rhabditidae

Subfamilia: Rhabditinae

Género: *Rhabditis* Dujardin

Características

La manera particular de describir el género *Rhabditis* sp., lo hace ubicarse dentro de los nematodos de control biológico y se caracteriza por presentar la cavidad bucal a manera de un tubo muy visible al microscopio, la válvula cardia tiene forma de mariposa, el poro excretor se localiza al 57% de su cuerpo, la cola tiene variantes entre filiforme y redondeada (Cepeda, 1996).

Sintomatología

Rhabditis daña muy poco a las plantas, se alimenta de gran variedad de hongos y bacterias fitopatógenas que habitan en el suelo, y con importancia agrícola porque degrada la materia orgánica (Ocaña, 2018).

Hospederos

Por ser un nematodo de vida libre, este género tiene un amplio número de hospederos vegetales, aunque no los daña directamente (Cepeda, 1996).

Nematodo *Meloidogyne* sp.

El primer informe de *Meloidogyne* en 1855, como nematodo que causaba nudos en las raíces de pepino, fue en invernaderos de Inglaterra. El daño por nódulos devasta a la raíz destruyéndola, pero el daño puede variar según sean las condiciones presentes (Cepeda, 1996).

Características

Presentan estilete y nódulos medianos, bulbo medio y redondeado, la hembra en estado larval tiene la vulva de 70 a 80% de la parte anterior de la cabeza con ovario monodélfico-pordélfico no reflejado, la hembra adulta es globosa, con ano y vulva separados, el macho presenta la espícula muy cerca de la parte terminal de la cola (Cepeda, 1996).

Clasificación Taxonómica

Cepeda (1996), reportó la siguiente clasificación:

Clase: Secernentea (Von Linstow 1950, Dougherty 1958).

Subclase: Diplogasteria (Chitwood y Chitwood 1937).

Orden: Tylenchida (Thorne 1949).

Suborden: Tylenchina (Chitwood 1950).

Superfamilia: Tylenchoidea (Orley 1880).

Familia: Heteroderidae (Filipjev, Schuurmans, Stekhoven 1941).

Subfamilia: Meloidogynae (Skarbilovich 1959).

Género: *Meloidogyne* (Goeldi 1892).

Especie: *incognita* (Chitwood 1949).

Distribución

El nematodo de este género se encuentra distribuido en todo el mundo, es más abundante en regiones con tipo de clima cálido y caluroso e inviernos cortos y moderados (Lyons *et al.*, 1975; citado por Garrido, 2013).

Este género está bien distribuido en gran parte del territorio mexicano y se debe a la amplia cobertura de cultivos en México, ya que en mayor parte son hospederos del nematodo, como algunas especies como: *M. hapla*, presente en el Distrito Federal, y en los estados de México, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, y Zacatecas en cultivos como cresta de gallo (*Celiosa argetea* L.) crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Hemsl (Asterales: Asteraceae) (Cid de Prado *et al.*, 2001; citado por Garrido, 2013).

Meloidogyne incognita se ha reportado en los estados, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz, Durango, Coahuila, Nuevo León, Morelos, Puebla, etc. (Cid del Prado *et al.*, 1998).

Importancia económica

Se ha establecido que las cuatro especies de *Meloidogyne* más comunes e importantes que causan mayor daño son *M. incognita*, *M. javanica*, *M. halpa* y *M. arenaria* (Sasser y Carter, 1985; citado por Escobar, 2006).

Meloidogyne, es un nematodo de importancia mundial, distribuido en zonas productoras de México que afecta a gran cantidad de cultivos, hortalizas, ornamentales, frutales y básicos, presenta cuatro razas, pero al menos dos están presentes en el país, y las pérdidas cualitativas en productos comestibles como zanahoria, papa, betabel, pierden el valor comercial cuando están infectados por este nematodo (Tovar, 2014).

Síntomas

Las plantas afectadas por el nematodo de los nódulos se muestran amarillentas, débiles y raquíticas, con aspecto similar a la deficiencia de agua y nutrientes. Los resultados de estos síntomas que provoca es la poca producción y mala calidad de frutos, los signos característicos son la formación de nódulos, agallas o tumores en las raíces hasta provocar necrosis en las mismas, la formación de agallas se inicia desde la penetración de larvas en el segundo estadio J₂, las hembras son las que permanecen dentro de la raíz produciendo masa de huevecillos, al insertar el estilete crean grietas que provocan un paso a otros patógenos (Robinson, 2010).

Métodos de Control

Existen distintos métodos de control para plagas y enfermedades, la mayoría de los agricultores opta por dejar todo al control químico dejando atrás un manejo integrado para el control de plagas, como conjunto de acciones deben estar en constantes interacción y como objetivo, mantener un índice bajo de infestación. La selección de un cultivo que no sea hospedero del nematodo puede utilizarse para disminuir la densidad de población del patógeno; la rotación de los cultivos también puede ser efectiva dependiendo de las características infectivas del patógeno (Dufour *et al.*, 2003).

La acción más socorrida es el uso de productos químicos nematicidas no fumigantes (Cuadro 1) que pueden usarse en pre o post establecimiento del cultivo. Siendo un problema por las limitantes es que son altamente tóxicos, persistentes con compuestos de amplio espectro y esto representa un riesgo para los organismos benéficos y el medio ambiente, es aún más difícil el control debido por el uso inadecuado de productos químicos (Aballay, 1989).

Cuadro 1. Nematicidas químicos utilizados en la agricultura.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
Rugby 200 CS	Cadusafos	Inhibidor de la acetilcolinesterasa, actúa por contacto e ingestión (IRAC)
Verango Prime 500 SC	Fluopyram	
Vydate L	Oxamil	Inhibidor de la acetilcolinesterasa, sistémico y con acción de contacto con efecto residual moderado (UNA, 2010).
Oregon 60 SC	Abamectina	Incrementa la liberación del ácido amino gamma butírico, actúa por contacto e ingestión (Terralia).
Furadan 350 L	Carbofuran	Inhibidor de la acetilcolinesterasa, actúa por contacto e ingestión (IRAC)
Marshal 25 CE	Carbosulfan	Inhibidor de la acetilcolinesterasa, sistémico y con acción de contacto e ingestión (UNA, 2010).
Nemacur 400 CE	Fenamifos	Inhibidor de la acetilcolinesterasa, sistémico y con acción de contacto (UNA, 2010).

Métodos de control físicos como la solarización de suelo, la desinfección con vapor y la inyección de agua a temperaturas sobre 60° C han sido utilizados con éxito, como métodos alternativos a la fumigación química (Taba *et al.*, 2008).

Hoy en día, se investigan otras alternativas de control que sean ecológicamente sustentables. Una de ellas está basada en la actividad alelopática que presentan algunas plantas, lo que ha suscitado un creciente interés en los últimos años, varias especies de plantas liberan compuestos alelopáticos, ya sea a través de volatilización, exudación de raíces, de disolución y descomposición de sus tejidos o residuos (Ruiz, 2011).

Según Marban y Thomasom, (1985) citados por Paranda y Guzman (1997), los productos químicos (nematicidas) actúan a través de la inhibición de actividad neuromuscular reduciendo la capacidad muscular, no causando directamente la muerte de los nematodos, a esto se le denomina “nematásticos” o “nematistáticos”, inhibiendo la capacidad de movilidad y al mismo tiempo aspectos como la infección, eclosión y alimentación.

Extractos Vegetales

Los productos naturales tienen una naturaleza variada, desde sustancias biológicamente activas de origen marino, exudados de raíz y los que han tenido más investigación y han sido más explorados aquellos que provenientes de plantas. La química orgánica estudia la estructura, transformación de efectos biológicos de los metabolitos secundarios y principios activos que se están aplicando en distintas áreas y una contribución prometedoras en la agricultura (Fonnegra y Jiménez, 2006).

Los extractos derivados de plantas han sido utilizados por hindúes, chinos, griegos y romanos con fines rodenticidas, insecticidas. Durante mucho tiempo las formulaciones basadas en plantas se utilizaron en combatir insectos plaga, la efectividad y bajo costo y no ser contaminantes al ambiente con alrededor de 3.000 compuestos de origen vegetal reportados que han mostrado actividad bacteriana, fúngica, insecticida y nematocida (Regnault, 2004; Obledo *et al.*, 2004; Kagale *et al.*, 2004 citado por Celis *et al.*, 2009).

En las últimas décadas han mostrado inquietud y han intensificado estudios de origen vegetal, con énfasis en los metabolitos secundarios, los cuales están implicados en el control de patógenos y plagas, y en ciertos casos activando procesos de defensa en la planta (Kagale *et al.*, 2004; citado por Celis *et al.*, 2009).

El uso de sustancias bioactivas obtenidas de plantas para el control de nematodos ha sido estudiado por diversos autores (Ipsilantis *et al.*, 2012; Kayani *et al.*, 2012, Mukhtar *et al.*, 2013; citado por Solano *et al.*, 2013). Como alternativa de control, ecológicamente positiva, basada en la actividad alelopática. Varias especies liberan estos compuestos a través de la volatilización o exudación de las raíces, o de la descomposición de las plantas o residuos. Esos compuestos pueden ser biocidas, o pudiesen interferir de otra manera en el ciclo de vida del nematodo (Gommers y Bakker, 1988; Alam *et al.*, 1990; Chitwood, 1992; Sukul, 1992; citado por Aballay y Insunza, 2002).

Algunas de las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivo son especies del género *Tagetes* Fuchs y otras Asteráceas, especies de **Cosmos** Cav., **Gaillardia** Foug, **Zinnia** Jacq. (Asterales: Asteraceae) (Winoto,1969; Gommers, 1973; Bano *et al.*,1986) y Brassicáceas (Crucíferas) como el raps (*Brassica napus* L.), mostaza (*Sinapis alba* L.), rábano forrajero (*Raphanus sativus* L.) (Halbrendt 1992; 1993; citado por Aballay y Insunza, 2002).

Higuerilla

La higuerilla es una planta oleaginosa que presenta capacidad de adaptación y actualmente es cultivada en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, aunque es típica en regiones semiáridas, por su adaptabilidad se ha extendido en el mundo para la utilización de su aceite que es único en la naturaleza que es soluble en alcohol (Mejía, 2000; citado por Rendon, 2015). Existen estudios que se le puede dar un uso a la industria según el Instituto de biocombustibles, energías alternativas renovables en la Universidad de Pamplona (Norte de Santander) en 2006 (Sánchez *et al.*, 2015).

Descripción botánica

El ricino o higuerilla es una planta anual y se presenta como un arbusto de tallo grueso y leñoso, hueco que, al igual que los peciolos, nervios e incluso las propias hojas en algunas variedades, puede tomar un color púrpura oscuro y suele estar cubierto de un polvillo blanco, semejante a la cera. Las hojas son muy grandes, de nervación palmeada y hendidas de 5 a 9 lóbulos, de bordes irregularmente dentados; las hojas son alternas, con peciolo muy largo, unido por su parte inferior. Las flores femeninas se encuentran en la parte superior de la panícula, con ovario, formado por tres hojas carpelares y rematadas por un pistilo trifurcado, con papilas destinadas a captar el polen. Florece casi todo el año. El fruto es globuloso, trilobulado, casi siempre cubierto por abundantes púas, que le dan un aspecto erizado; tiene tres cavidades, cada una con una semilla, grande y jaspeada (Ramos, 2015).

Clasificación Taxonómica

Ceron, 1993 citado por Ramos (2015), en su estudio de especies Etnobotánica del Ecuador realizó la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Ricinus*

Especie: *cummunis* L.

Metabolitos secundarios de higuera

Debido a que las semillas son venenosas por la presencia de metabolitos secundarios como albúminas, ricina, y alcaloides, ricinina, que son utilizados como nematocida e insecticida para el control de plagas en los cultivos, la fitotoxicidad que se encuentra principalmente en las semillas, y es responsable de la toxicidad a animales como nematodos, insectos entre otros (Moshkin, 1986). La ricina esta entre la proteína de mayor toxicidad en el mundo conocida por el hombre, ya que, es capaz de inhibir la síntesis de proteínas en los ribosomas y es capaz de unirse a Hidratos de Carbono (Barbieri *et al.* 1993; Van Damme *et al.* 2001; citado por Arboleda, 2012). Los compuestos tóxicos, alcaloides, fenoles, terpenoides, entre otros, y las lectinas tales como la ricina y la ricinusaglutinina, tienen la capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nematodos fitoparásitos como *Meloidogyne* spp. Goeldi, modifican su comportamiento quimiotáctico (Marbán *et al.* 1987; Rich *et al.* 1989; citado por Arboleda *et al.*, 2012).

Epazote

La planta de epazote es originaria de América, y tiene una amplia distribución en el territorio mexicano, se ha adaptado en los climas de los trópicos y templados de otros continentes, los usos que ha tenido de manera empírica han sido como desparasitantes. Para estos fines principalmente se emplean las hojas, ramas y raíz en infusión (Hernández, 2012; citado por Chávez, 2019). Contiene sustancias con propiedades fungicidas, bactericidas, viricidas, insecticidas, nematocidas, moluscocidas y alelopáticas, siendo ***Chenopodium ambrosioides* L., *Ch. quinoa* y *Ch. album*** (Amaranthaceae) las especies que presentan mayor control contra diversos fitonematodos (Quarles, 1992).

Descripción botánica

Es una planta aromática, perenne, más o menos pubescente, con el tallo usualmente postrado, olor fuerte, de aproximadamente 40 cm de altura; las hojas son oblongo-lanceoladas y serradas, de entre 4 cm de longitud y 1 cm de ancho, con pequeñas flores verdes en panículos terminales densos, cada uno con cinco sépalos; el cáliz persistente circunda al fruto, y las semillas son negras y no mayores a 0,8 mm de longitud (Gadano *et al.*, 2006, Jamali *et al.*, 2006; citado por Gómez, 2008).

Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Amaranthaceae

Orden: Caryophyllales

Género: *Dysphania*

Especies: *ambrosioides* L.

Moskyakin & Clemants (USDA).

Metabolitos secundarios presentes en el epazote

En *D. ambrosioides* se ha reportado la presencia de kaempferol y sus glicósidos, quercetina, isorhammentina, espinasterol, avenasterol, monoterpenoides como el ascaridol, geraniol, acetato de citronelilo, limoneno y diferentes monoterpenos así como sesquiterpenoides mono y bicíclicos (Kokanova *et al.*, 2009).

En las diferentes estructuras de la planta se han hallado diferentes metabolitos.

Hojas: ambrosido y ramnosido de kaempferol.

Raíz: saponinas; geraniol, mirceno, alcanfor, p-cimeno, terpineno; ácido butírico; espinasterol y otros compuestos como urea y limoneno. Al igual que se ha encontrado que el aceite esencial del epazote contiene; Monoterpenos: ascaridol, p-cimeno, α -terpineno, metadino, pinocareol, metadieno, alcanfor, β -pineno y mirceno, sesquiterpenos: limoneno y terpineol. Terpenos: betaína y santonina. Flavonoides: kaempferol, ramnosido y ambrosido. Ácidos: cítrico, tartárico, succínico y butírico. Saponinas, alcanos (salicilato de metilo), aceites volátiles, quenopodiosidos A y B (Osuna *et al.*, 2005).

Karr *et al.*, (1990), describen que los componentes activos que causan efecto nematocida de la planta de epazote son, saponinas, flavonoides y aceites esenciales, siendo los más activos conformados por el ascardiol.

Insunza y Valenzuela (1995) reportaron que el extracto de hojas de epazote disminuyó la población de *Ditylenchus dipsaci* Kunh (Tylenchida: Anguinidae).

Ruda

La ruda *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) es una planta de fuerte aroma que ha tenido varios usos medicinales, y con efecto en hongos, bacterias e insectos. Esta planta en su crecimiento puede alcanzar el metro de altitud y las estaciones en las que florece son la primavera y el verano, concretamente entre los meses de mayo y julio, siendo el mes de agosto el más propicio para su recolección (Stoll, 1989).

Al igual que otras plantas posee principios activos muy importantes como: Rutina, inulina. Su fuerte olor atrae moscas y polillas negras disminuyendo daños sobre los cultivos cercanos (Ruíz, 2013).

La aplicación de tejido foliar de la planta como extracto, ha mostrado efecto nematocida hacia especies de *Meloidogyne sp*, como también se mostraron susceptibles, *D. dipsaci* y *Xiphinema index* Thorne y Allen (Dorylaimida: Longidoridae) (Insunza y Valenzuela, 1995; Mareggiani *et al.*, 1997).

Clasificación Taxonómica

Ruíz (2013), mencionó la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Orden: Sapindales

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Rutoideae

Género: *Ruta*

Especie: *graveolens* L.

Metabolitos secundarios de la ruda

Todas las partes de la planta contienen los principios activos, aunque la mayor concentración está en las hojas (especialmente antes de floración). Los principales principios activos de la planta son:

Los glucósidos, como rutina, un flavonoide, los alcaloides (quinolonas): coquisagenine y skimmianine graveoline, furocoumarins (psoralenos): bergaptene (3 –metoxipsoraleno) y xantotoxine (8- metoxipsoraleno), los aceites esenciales: metil-nonil-cetona, metil-n-octil – cetona y heptil-metilcetona. Alcoholes: metil-etil-carbinol, pineno, limenenes, otros compuestos son: dictamine, gammafagarine, skimmianine, pteleine y kokusaginine, aceite esencial (0,1%) de composición compleja, alcoholes: 2-undecanol (1,5%), cetonas alifáticas: 2-nonanona (35%), 2-decanona, 2-undecanona (2,5%), heptanona, 2-octanona, cumarinas, monoterpenos, flavonoides: rutósido (2%), alcaloides del grupo de la quinolina. Taninos, resinas y el ácido ascórbico también se han encontrado en la planta. La composición de la esencia ruta es de 90% heptil-metil-cetona y metil-nonil-cetona, pero los demás componentes son: la-pineol, cineol y l-limoneno (aproximadamente el 1% y el metil- n –nonylcarbinol (UNAM, 2009; citado por Ruiz, 2013). En el aceite esencial de las hojas se han detectado los monoterpenos alcanfor, carvacrol, para-

cimeno y linalol; los bencenoides ácido anísico, glicol-anetol, guaiacol y vainillina; las cumarinas umbeliferonay xanthotoxin; el flavo-noide rutinólido; y el alcaloide metil-amina. El aceite esencial de las ramas está constituido por los monoterpenos, camfeno, alcanfor, para-cimeno, cineol, limoneno, linalol, alfa y beta-pineno; y el sesquiterpeno 4-1-dimetil-azuleno. En el aceite esencial de fruto se han identificado monoterpenos similares a los de las ramas (UNAM, 2009; citado por Ruiz, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo de suelo y método de extracción de nematodos

Las muestras se adquirieron de un predio de cultivo de papaya en el municipio de Tecomán, Colima, donde se mostraban síntomas de infección por nematodos fitopatógenos. Se utilizó el método de zig-zag, constando de 20 submuestras de un perfil de suelo 0- 30 cm (Figs. 1 y 2), para después homogenizar a una muestra de 3 kg., enviándola al laboratorio de Nematología Agrícola. El método que se utilizó para obtener los nematodos fue por el embudo de Baermann (Cepeda, 1995). Colocando 100 gramos. de suelo en 200ml de agua, después de 24 horas de haber colocado el embudo de Baermann, se tomó una submuestra de 2ml para realizar el conteo de población inicial e inmediatamente se regresaron al embudo de Baermann.



Figura 1 y 2. Muestreo de suelo y raíz.

Identificación de nematodos

La identificación se llevó a cabo en el laboratorio de Nematología Agrícola de la UAAAN.

Se tomó una muestra extraída del embudo de Baermann, se colocó en un vidrio de reloj bajo el microscopio estereoscópico, y con ayuda de un pescador de nematodos

se tomaron algunos filiformes, se montaron en portaobjetos de vidrio, con una gota de azul de algodón.

Posteriormente, estas montas se observaron bajo el microscopio compuesto con los objetivos de 40 y 100x, observando las características de los nematodos, finalmente se identificaron mediante las claves pictóricas de Mai y Lyon (1975) y Cid del Prado (1995).

Obtención de plantas para extractos

Para el desarrollo de la investigación se obtuvieron tres plantas. El epazote y la ruda fueron obtenidas en el mercado de abastos de la Ciudad de Saltillo (1 kg. de hojas y tallo) y la higuera se utilizó la metodología modificada INIFAP (2012) fue colectada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizando 1 kg de las hojas con peciolo, frutos maduros y semillas.

Preparación de extractos acuosos

La preparación de los tres extractos se realizó en el Laboratorio de Nematología Agrícola ubicado en el Departamento de Parasitología, en la UAAAN.

Cada planta se desinfectó con cloro comercial diluyéndolo 50 ml en cada 10 litros de agua de la llave (Figs. 3 y 4).

Siguiendo la metodología de Quevedo *et. al.* (2015), se obtuvieron los extractos, pesando en una balanza analítica 500 gramos de hojas y tallos de las plantas de ruda y epazote, hojas, semillas y cascara del fruto de la planta de higuera, se cortaron en trozos pequeños y se depositaron en diferentes recipientes de plástico, después se mezclaron con 1 litro de agua destilada y se dejaron reposar durante 24 horas (Figs. 5, 6 y 7)., transcurrido el lapso, se trituraron en una licuadora durante 30 segundos (Fig. 8) y la solución se filtró dos veces a través de papel filtro N° 2. El extracto se depositó en una botella de vidrio color ámbar (Fig. 9), al final, se obtuvieron 240 ml. de extracto de epazote, ruda 290 ml., higuera 360 ml (Figs.

10, 11 y 12), y para su refrigeración se colocaron en botellas de plástico forradas con aluminio para evitar la exposición a la luz.



Figura 3 y 4. Desinfección de las plantas utilizadas.



Figura 5, 6 y 7. Mezcla de agua destilada y partes cortadas reposadas 24 horas.



Figura 8. Trituración de partes cortadas.



Figura 9. Filtrado de solución obtenida.



Figuras 10, 11 y 12. Obtención de extracto final.

Para la evaluación de los extractos vegetales, se tomó una muestra de 2 ml de cada embudo de Baermann, a la cual se realizó un conteo de nematodos como

población inicial, posteriormente, se regresó al embudo, en el cual se colocó el extracto a evaluar mezclándolo con el agua del embudo. Siguiendo la metodología de Quevedo (2015) modificado, después de 48 horas se realizó un conteo de la población final de cada uno de los extractos en las dosis de 50 y 100%.

Diseño estadístico

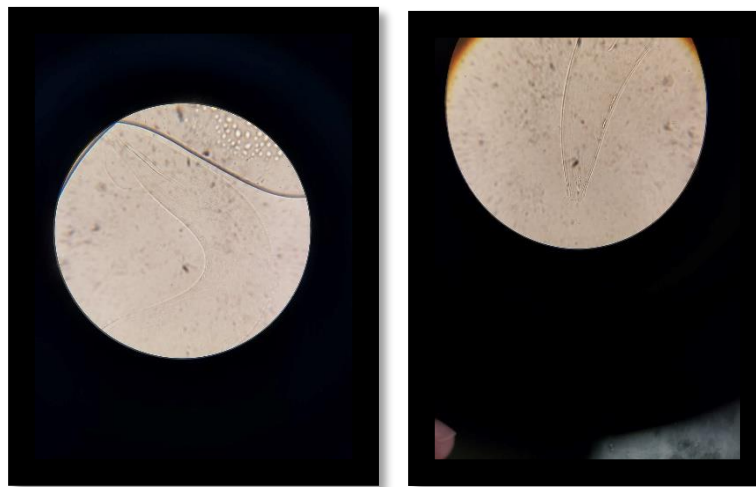
Con los resultados se relacionó el índice de incremento de la población mediante la fórmula desarrollada por Seinhorst (1970): $I = Pf/Pi$. Donde **I**, es el índice de incremento de la población, **Pf**, es la población final y **Pi** es la población inicial. Además, se determinó la eficiencia de los tratamientos mediante la fórmula propuesta por Henderson- Tilton (1955): $E = (1 - Pfa/Pia \times Pib/Pfb) \times 100$. Donde **E**, es la eficiencia de los tratamientos, **Pia** es la población inicial del tratamiento y **Pfa** es la población final del tratamiento, **Pib** es la población inicial del tratamiento testigo y **Pfb** es la población final del tratamiento testigo. Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con tres tratamientos y 4 repeticiones, la unidad experimental fue cada embudo de Baermann. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y comparación entre medias con una prueba de Diferencia mínima significativa ($P < 0.05$), utilizando el software estadístico SAS/STAT 9.0 (SAS, Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nematodos identificados

Los nematodos que se identificaron fueron: *Dorylaimus* sp. por presencia de estilete falso y diente visible (Figs. 13 y 14), *Rhabditis* sp. tipo de bulbo, procorpus, válvula cardia en parte basal (bulbo basal), (Figs. 15 y 16) y *Meloidogyne* sp. J₂ filiforme con estilete y nódulos medianos, hembra globosa (Figs. 17 y 18).

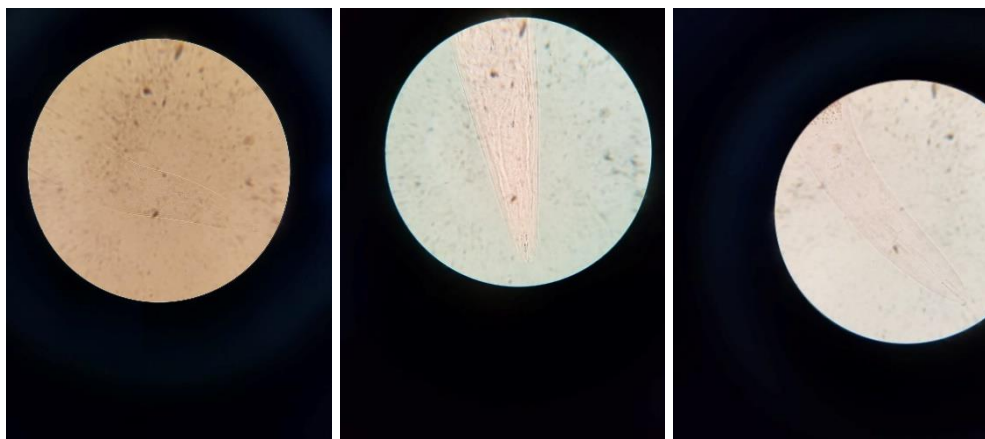
Los nematodos del género *Dorylaimus* sp. no se han reportado que cause consecuencias económicas en el cultivo de la papaya y se encontró en la muestra de suelo de este cultivo, el cual se encuentran en los casi todos los tipos de suelo y en constante humedad, a pesar de que algunos dorylaimidos se alimentan de las plantas superiores, al respecto se han reportado poblaciones en el cultivo de papaya y en el cultivo de café pero solo muestran el porcentaje de población, sin embargo: no muestran el porcentaje de daño (Cornejo, 2019; Esquivel, 2015, Garrido *et al.*, 2018).



Figuras 13 y 14. *Dorylaimus* sp., presencia de odontoestilete y diente visible (Cepeda, 1996).

Los nematodos del género *Rhabditis* sp. no se consideran fitopatógenos, sin embargo, están reportados como nematodos de control biológico, se reporta un control sobre insectos, introduce una bacteria en la cavidad del insecto, la cual

destruye los tejidos internos del insecto para crear un medio favorable para alimentarse y reproducirse (Rosales *et al.* 1999), según la literatura este género es de vida libre y, por lo tanto, este no se alimenta de plantas, (Cepeda, 1996).



Figuras 15 y 16. *Rhabditis* sp. tipo de bulbo, procorpus, válvula cardia en bulbo basal (Cepeda, 1996).

Los nematodos del género *Meloidogyne* (Figs. 17 y 18) tienen una de la más amplia distribución en todo casi todo el mundo, distribuido en zonas productoras de México que afecta a gran cantidad de cultivos (Tovar, 2014), de los cultivos susceptibles se encuentra el de la papaya, la frecuencia poblacional que muestra *M. incognita* es del 10.36% en comparación de otros géneros de fitonematodos que son afines al cultivo (Martínez *et al.*, 2014).



Figuras 17 y 18. *Meloidogyne* sp. J2 filiforme con estilete y nódulos medianos y hembra globosa (Cepeda, 1996).

Evaluación de Extractos Vegetales Bajo Condiciones de Laboratorio

Población de nematodos tratados con extractos vegetales

En el Cuadro 2, se presenta la población al inicio de la investigación y después de 48 horas posterior a la aplicación de los tratamientos (población final) para el control de nematodos a partir de muestras de suelo de cultivo de papaya. Observando la dinámica del porcentaje de supervivencia con respecto a la aplicación de los tratamientos haciendo decreciente la supervivencia.

Cuadro 2. Población inicial, final y porcentaje de mortalidad a la aplicación de extractos vegetales.

Tratamiento	Población			Porcentaje	Porcentaje	Mortalidad
	Inicial	Final	Muertos	Supervivencia	Mortalidad	Corregida
Testigo	56	54	2	96.42857143	3.57	
Ruda (2 ml)	66	35	31	53.03030303	46.97	45.01
Ruda (1 ml)	58	13	45	22.4137931	77.59	76.76
Epazote (2 ml)	62	14	48	22.58064516	77.42	76.58
Epazote (1 ml)	64	31	33	48.4375	51.56	49.77
Higuerilla (2 ml)	481	27	454	5.613305613	94.39	94.18
Higuerilla (1 ml)	598	330	268	55.18394649	44.82	42.77

2 ml= concentración 100%, 1ml= concentración 50%.

Efectividad de extractos evaluados e incremento poblacional

El Cuadro 3 y 4, se muestra la mortalidad de los nematodos y eficiencia de cada tratamiento, en el cual se aprecia la actividad nematocida de dos extractos acuosos aplicados. Entre los tratamientos de epazote e higuierilla a 2 ml de concentración no se encontraron diferencias significativas, y para el testigo se encontró una mortalidad significativamente menor, con una supervivencia de 94 87%. De los tratamientos aplicados el extracto de ruda mostró 81.49% de mortalidad y la higuierilla con una media de mortalidad de 93.95% (gl= 6,20; F= 10.43; p< 0.0002).

Cuadro 3. Medias de la mortalidad de nematodos con la aplicación de extractos vegetales.

Tratamientos	% Media de los tratamientos***
Testigo	5.13 ±8.88 c
Ruda (2 ml)	53.59 ± 12.36 b
Ruda (1 ml)	68.01 ± 30.24 ab
Epazote (2 ml)	81.49 ± 11.58 a
Epazote (1 ml)	48.41 ±17.26 b
Higuierilla (2 ml)	93.95± 1.79 a
Higuierilla (1 ml)	44.9 ± 9.96 b

Medias con la misma letra entre columna no son significativamente diferentes (DMS; Pr > 0.0002). *** indican significancia entre contraste valor de F a Pr > 0.0002. ns= 0.5*, 0.01**, 0.001***

Cuadro 4. Porcentajes de eficiencia de tratamientos.

Incremento de población	Eficiencia de tratamientos (%)
0.964	
0.530	45.00561167
0.224	76.75606641
0.226	76.58303465
0.484	49.76851852
0.056	94.17879418
0.552	42.77220364

Cuadro 5. Análisis de varianza de porcentaje de mortalidad.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	15021.81298	2503.6255	10.43	0.0002
Tratamientos	6	15021.81298	2503.6255	10.43	0.0002
Error	14	3361.874	240.13386		
Total correcto	20	18383.68698			

CV= Coeficiente de Variación (27.43), R2= 0.82

Dosis para el control de nematodos de los extractos evaluados

En el Cuadro 6, se observan las concentraciones óptimas para el control de nematodos bajo condiciones de laboratorio, para fines prácticos se hizo un análisis Probit para determinar dicha concentración, el extracto de epazote causó una mortalidad casi del 50% de nematodos con menor concentración a diferencia de higuierilla en la misma concentración a la exposición de 48 horas, el control de nematodos fue con el extracto de higuierilla, con una concentración letal 90 a la dosis de 1.78ml. con casi el 100% de mortalidad a la exposición de 48 horas.

Cuadro 6. Dosis de control y límites fiduciales de los extractos vegetales aplicados a fitonematodos.

Extractos	mL			
	CL ₅₀	Límites fiduciales 95%		CL ₉₀
		Inferior	Superior	
Ruda	1.81	1.55	2.31	0.64
Epazote	1	0.68	1.21	3.39
Higuierilla	1.07	0.97	1.17	1.78

Los extractos acuosos de las plantas evaluadas tienen diferentes grados de mortalidad, Quevedo *et. al.* (2015) reportó que el extracto de ruda al aumentar la concentración y tiempo incrementó el control de poblaciones de *M. enterolobii*, en J₂, aparentemente los metabolitos tóxicos a los nematodos extraídos con agua son más efectivos o se encuentran en mayores cantidades que los extraídos con etanol.

Con base en Ruiz (2013) los principios más importantes de la planta de ruda son: rutina e inulina, y los monoterpenos: carvacrol, paracimeno y linalol que se encuentran en las hojas. Se especula que son los causantes de mortalidad en nematodos en ambas concentraciones a pesar de que los resultados son

contradictorios con respecto otros trabajos donde evaluaron la efectividad del extracto acuoso de la ruda.

Sasanelli y D'Addabbo (1993) indican que los extractos *in vitro* de *Tagetes erecta* –L. (Asteraceae) y *Cineraria maritima* (Asteraceae) mostraron actividad nematocida contra *M. arenaria*, *M. hapla* y *M. javanica*, pero no en *M. incognita*, el control de *R. graveolens* fue de 80% de mortalidad en particular el extracto de hojas sobre las especies de nematodos mostró mayor efecto a diferencia de las otras plantas. Tal que puede compararse el efecto nematocida con el femanifos (nema-cur).

El extracto de epazote mostró notablemente una acción nematocida considerable a mayor al 50%, de acuerdo con Quevedo *et. al.* (2015) demostró que *C. ambrosioides* extraídos los metabolitos con etanol, tiene mejor resultado en control de *M. enterolobii*, pero también posee un notable efecto nematocida en extracto acuoso sobre los J₂ de *M. enterolobii* con un 87.5% de mortalidad bajo condiciones *in vitro*. Insunza *et. al.* (1995) comprobó la efectividad del extracto acuoso de *C. ambrosioides* para el control sobre el nematodo fitopatógeno *X. americanum* en Chile. Los principios propios en la planta de epazote kaempferol, glucósidos, monoterpénoides y diferentes monoterpenos, en las hojas de la planta se encuentran los activos orgánicos ambrosidio y ramnosidio de kaempferol (Kokanova *et al.* 2009; Osuna *et al.* 2005). Lo que probablemente los metabolitos presentes en las hojas tuvieron efecto nematocida considerable.

Investigaciones que se han hecho sobre extracto de higuera, muestran mortalidades con más de 50% a partir de 48 horas después de haberlo aplicado, Arboleda *et. al.* (2012) reportan que a concentración de 50% del extracto a partir de frutos y hojas de higuera 52 y 32% para control de *Radopholus similis* Thorne (Tylenchida: Pratylenchidae) fue menor al encontrado en la concentración del 100%, ya que tuvo un efecto nematocida mayor al 73% a 48 horas de su evaluación a la concentración del 100%. Para el experimento se utilizaron los mismos tejidos, homogenizados en una sola solución del extracto de higuera obteniendo resultados de control en concentración del 50% de un 44.9 y 93.95% de mortalidad a la concentración de 100%. Vinuesa *et al.* (2006) reporta resultados en

concentración del 100% de extracto acuoso de higuera de 98.8% en el control de *Meloidogyne* sp. en condiciones *in vitro* a una exposición de 48 horas. Los metabolitos secundarios como albúminas, ricina, y alcaloides, ricinina están presentes en las semillas (Moshkin, 1986). El control sobre *Meloidogyne* sp. en exposición de metabolitos tales como alcaloides, fenoles, terpenoides y las lecitinas como la ricina y la ricinusaglutinina, tienen capacidad de adherirse a los anillos de los nematodos fitoparásitos, modificando su comportamiento quimiotáctico (Marbán *et al.* 1987; Rich *et al.* 1989; citado por Arboleda *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

Se identificaron tres géneros de nematodos, *Dorylaimus* sp., *Rhabditis* sp., y *Meloidogyne* sp.

Los extractos evaluados de higuera y epazote mostraron mayor efecto nematicida a la exposición de 48 horas. en concentración del 100 por ciento, mientras que el extracto de ruda tuvo mayor efecto en la concentración del 50 por ciento al tiempo de 48 horas sobre los nematodos de vida libre, depredadores y fitoparásitos.

LITERATURA CITADA

- Aballay, E. 1989.** Asociaciones entre nemátodos y otros organismos causantes de enfermedades. Aconex 25. P 9-11.
- Aballay, E. E. y Insunza. B. V. 2002.** Evaluación de Plantas con Propiedades Nematicidas en el Control de *Xiphinema index* en Vid de Mesa CV. Thompson Seedless en la Zona Central de Chile. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S036528072002000300002&script=sci_arttext.
- Álvarez, N. E. 2017.** Colima, 2º lugar nacional en la producción de papaya 2016. Quadratín Colima. <https://colima.quadratin.com.mx/opinion/colima-2-lugar-nacional-en-la-produccion-de-papaya-2016/>.
- Arboleda, F. De J; Guzmán, O. A; Mejía L. F. 2012.** Efecto de Extractos Cetónicos de Higuierilla (*Ricinus cummunis* LINNEO.) Sobre el Nematodo Barrenador [*Radopholus similis* (COBB.) THORNE] en Condiciones *In Vitro*. *Revista Luna Azul*, (35), 28-47. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727349003.pdf>. Pdf. p 4.
- Arredondo, E. C. 2016.** Nutrición e Identificación de Ácaros en Papaya (*Carica papaya* L.). Universidad Autónoma Chapingo, Departamento Parasitología Agrícola. https://www.researchgate.net/publication/293489178_nutricion_e_indentificacion_de_acaros_en_papaya_carica_papaya_L.
- Bacópulos, M. E. 1999.** Evaluación de os Fungicidas Citricidin y Fungibac Plus en el Control de Enfermedades Fungosas que Atacan a el Fruto de la Papaya (*Carica papaya* L.) en Postcosecha. Tesis de Licenciatura. UAAAN. p13.
- Caballero, A. M. W. 2012.** Tecnología para el Desarrollo Sostenible de Viveros de Papaya (*Carica papaya* L.) Tesis en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2158/Ma_ximiliano%20W.%20Caballero%20Tesis%20MSc.pdf?sequence=1&isAllowed=y. PDF p12.

- Cabrera, D; García. D; Portal. O. 2010.** Virus de la Mancha Anular de la Papaya (PRSV-p): Biología, epifitiología y diversidad genética como base para el manejo mediante técnicas biotecnológicas. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/273/html>.
- Celis, A.; Mendoza, F. C.; Pachón, M. E. 2009.** Revisión: Uso de Extractos Vegetales en el Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades y Arvences. <https://www.revistas.unicoroba.edu.com>.
- Cepeda, S. M. 1995.** Prácticas de Nematología Agrícola. Ed. Trillas, S. A de C. V. México, D.F. p 109.
- Cepeda, S. M. 1996.** Nematología Agrícola. Editorial Trillas. México. pp53-54,72-74,132-135.
- Chávez, R. B. P. 2019.** “Estudio del Potencial Insecticida del Epazote (*Dysphania ambrosioides*) para el Control Sustentable de Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) J. E. SMITH. Tesis de Maestría UAEM. http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1005/CARBSL05_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Pdf. p 31-34. 21.
- Cid del Prado, I.; Hernández, J.; Espinoza, T. V.; Tovar, S.A. y Torres, C.R. 1998.** Distribución Geográfica y Frecuencia de Especies de *Meloidogyne* en la República Mexicana. En Avances en la Investigación. Instituto de Fitosanidad. Colegio de posgraduados. Montecillo, Estado de México. pp114-115.
- Cid del Prado, V. I. 1995.** Claves de nematodos del orden Tylenchida Subórdenes Tylenchina y Aphelenchina. Colegio de Posgraduados. Programa de Fitopatología. Montecillos, Edo. de México. p 67.
- Cornejo, C. G. B. 2019.** Prospección de nematodos en cultivo de papaya andina (*Carica pubescens* L.) Sandía - Puno. p 126.
- De Coss, F. M. E.; Otero, C. G.; Aguilar, F. J.; Valle, M. J. 2019.** Herbivoría de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) en *Carica papaya* L. p 30.

- Dufour, R; Guereña, M; Earles, R. 2003.** Alternative nematode control. Pest Management technical note. Appropriate Technology Transfer For Rural Areas. <http://www.oisat.org/downloads/nematode.pdf>. Pdf. p5. 30.
- Escobar, M. C. A. 2006.** Determinación de Especies y Patotipos de *Meloidogyne*, en el Kiwi (*Actinidia deliciosa*) y Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Mediante el Test de Hospederos Diferenciales. Universidad de Chile. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101835/escobar_c.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Pdf. p14.
- Esquivel, A. 2015.** Morfología de los Nematodos Curso de Identificación. Universidad Nacional Costa Rica (UNA). <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Español/Costa%20Rica%20Course/Esquivel%20ManualIdentif%202015.pdf>. PDF. p 16.
- Fonngera, R. y Jiménez, S. 2006.** Plantas Medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.
- García, A.M. 2010.** Guía Técnica del Cultivo de Papaya. Programa Mag-Frutales. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba. <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/guia%20cultivo%20papaya.pdf>. pdf p8.
- Garrido, C. F. 2013.** Efectividad Biológica de Extracto de Nogal *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch, Para el Control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949., Tesis de Maestría UAAAN. Saltillo, Coahuila. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7087/Garrido%20Cruz%20C%20Fabiola.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Pdf p25,28 y 29.
- Garrido, C. F.; Cepeda, S. M.; Cerna, C. E.; Ochoa, F. Y. M.; Dávila, M. M. D.; Hernández, J. A. 2018.** Efectividad Biológica del Nematicida Nemmax en el Cultivo del Cafeto (*Coffe arabica* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Volumen 9 número 2. p462.
- Gómez, C. J. R. 2008.** Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus Características Morfológicas, actividad farmacológica, y Biogénesis de su

Principal Principio Activo, ascaridol. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 7(1),3-9 ISSN: 0717-7917. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=856/85670103>.

Gómez, M y Montes, M. 2005. Manejo de Nematodos Endoparásitos: Proyecciones Futuras. <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1054/cuf0018s.pdf>.

Henderson CF, Tilton EW. 1995. Test whitth acaricides against brow wheat mite. Journal of Economic Entomology 48: 157- 161.

Insecticide Resistance Action Committee. Clasificación del Modo de Acción Irac nn Línea (IRAC). <https://www.irc-online.org/modes-of-action/>.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2012. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo Desplegable para Productores Núm. MX-0-310399-52-03-13-12- 24.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2001. Principales Enfermedades de las Papaya en Colima (INIFAP). <http://cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/articulos/55.pdf>. p3.

Insunza, V.; Aballay, E. y Macaya, J. 1995. Actividad Nematicida *In vitro* de Extractos Acuosos de Plantas en Poblaciones Chilenas de *Xiphinema americanum* sensu lato. Nematropica 31: pp 47-54.

Insunza, V.; Valenzuela. A. 1995. Control of *Ditylenchus dipsaci* on garlic (*Allium sativum*) whit extracts of medical plants from Chile. Nematropica 25:35-41.

Jiménez, D. J. A. 2002. Manual práctico para El Cultivo de la Papaya Hawaiana. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90022688.pdf>. Pdf. p20.

Karr, L. L.; Drewes, C. D. y Coats, J. R. 1990. Toxic effects of d-limonene in the earthworm *Eisenia foetida* (Savigny). Pesticide Biochemystry and Physiology 36: 175- 186.

Kokanova, N. Z.; Nedialkov, P. T.; Nikolov, S. D. 2009. The Genus *Chenopodium*: Phytochemistry, Ethnopharmacology and Pharmacology. Phcog Rev. 3(6), 280-306.

Linné von, C. 1753. Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus... Secundum systema sexuale digestas; tomus II. Suecia: IMPRESIS LAUREENTII SALVII. P 1036.

- Mai, N.F. y Lyon, H.H. 1975.** Pictorial key to genera of plant – parasitic nematoda. 4th. Ed. Edit. Coinstock publishing associates a division of Cornell University Press. Ithaca y London. p 220.
- Mareggiani, G.; Pelicano, A.; Fraschina, A. Bilotti, G.; Gorosito, N. y Zipeto, G. 1997.** *In vitro* activity of natural plant products on *Meloidogyne incognita* Larvae (Nematoda: Meloidogynidae). Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. 16: 141-145.
- Martínez, G. J. A.; Díaz, V. T.; Allende, M. R.; Ortiz, M. J. A.; García, E. R. S. y Carrillo, F. J. A. 2014.** Nematodos Fitoparásitos Asociados al Cultivo de Papaya (*Carica papaya* L.) en Colima, México. https://www.researchgate.net/publication/263393418_Nematodos_fitoparasitos_asociados_al_cultivo_de_papaya_Carica_papaya_L_en_Colima_Mexico.
- Martínez, G. J. A.; Díaz, V. T.; Partida, R. L.; Allende, M. R.; Valdez, T. J. B. y Carrillo, F. J. A. 2015** Nematodos Fitoparásitos y su Relación con Factores Edáficos de Papaya en Colima, México. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4807881>.
- Ocaña, L. J. L. 2018.** Identificación de Géneros y Poblaciones de Nematodos Fitoparásitos Presentes en Cuatro Fincas Productoras de Maíz (*Zea mays*) en la zona de Vinces- Ecuador. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33303>.
- Osuna, T.L., Tapia, P. M. A.; Aguilar, C. A. 2005.** Plantas Medicinales de la Medicina Tradicional Mexicana para Tratar Afecciones Gastrointestinales: Estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico. Barcelona: Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona, 130-131.
- Paranda, Y. R. y Guzmán, F. R. 1997.** Evaluación de Extractos Botánicos Contra el Nematodo *Meloidogyne incognita* en Frijol (*Phaseolus vulgaris*). http://www.mag.go.cr/rev_mesov08n01_108.pdf. Pdf p6.
- Peña, P. M.; Olivares, R. N.; Rodríguez, R. M.; Peña, R. L.; Cobas, E. A.; Cervera, D. G. y Barquié. P. O. 2018.** Nematodos Fitoparásitos Asociados al Cultivo de La Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) En La Provincia

Guantánamo, Cuba.
[http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/3757/Nem%
a1%20a%20todos%20fitopar%
a1%20sitios%20del%20cultivo%20de%20la%20ca%
3%b1a%20de%20az%
c3%ba%20en%20Guant%
c3%a1%20Cuba.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/3757/Nem%c3%a1%20a%20todos%20fitopar%c3%a1%20sitios%20del%20cultivo%20de%20la%20ca%203%b1a%20de%20az%c3%ba%20en%20Guant%c3%a1%20Cuba.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Pdf. p1.

Programa de Desarrollo, Investigación Tecnológico y Educación. 2014. Curso Teórico-Práctico de Capacitación. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en los Cultivos de Papaya. PIDETEC.
<http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/Manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-en-los-cultivos-de-papaya.pdf>. Pdf. pp 5 y 11.

Propapaya. 2009. Estudio de Oportunidades de Mercado Inteligencia Comercial Internacional de la *Papaya mexicana* e Identificación de Necesidades de Infraestructura Logística.
http://www.sagarpa.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/PAPAYA2009.pdf. PDF p5.

Quarles. W. 1992. Botanical pesticides from *Chenopodium*. IPM Practitiones 14: 1-11.

Quevedo, O.; Renato, C. y Perichi, G. 2015. Uso de Extractos Acuosa y Etanólicos de Plantas para el Control de *Meloidogyne enterlobii* (NEMATODA: TYLENCHIDA).
https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Perichi4/publication/267408350_uso_de_extractos_acuosos_y_etanolicos_de_plantas_para_el_control_de_meloidogyne_enterlobii_nematoda_tylenchida/links/5551caf508ae739bdb9235be.pdf.

Ramos, J. E. G. 2015. Obtención de un Insecticida Biológico A partir de la Higuera (*Ricinus cummunis*), Machal 2014. Universidad Técnica de Machala.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1880/6/CD00073.pdf>. PDF.pp18- 19.

Rendon, R. W. 2015. Respuesta Fisiológica de Tres Variedades de Semillas de Frijol Tratadas con Extracto de Higuera (*Ricinus cummunis* L.). Tesis de Licenciatura UAAAN. p 19.

- Rivera, G. 2007.** Conceptos Introdutores a la Fitopatología. San José Costa Rica.
http://books.google.com.gt/books?id=xpTHXEWG_t8C&pg.
- Robinson, J. 2010.** Diagnóstico y Control del Nematodo de los Nódulos en Tomate.
<http://www.hortalizas.com/miscelaneos/diagnostico-y-control-del-nematodo-de-los-nodulos-en-tomate/>.
- Rosales, L. C.; Suárez, H.; Nava, R. y Tellechea, V. 1999.** Nematodos entomopatógenos. Investigadores. FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Departamento de Protección Vegetal. Laboratorio de Nematología. Ed. Fionap Divulga. Vol. 63.
- Ruiz, M. M. G. 2011.** Efecto de Extractos Acuáticos del Follaje de ocho Especies Arbóreas Nativas de Chile, en la Capacidad Infestiva de *Meloidogyne hapla* Chitwood (1949). Tesis de Licenciatura Valdivia- Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/far934e/doc/far934e.pdf>. Pdf p 20.
- Ruiz, O. J. I. 2013.** Efecto Insecticida del Extracto de Ruda (*Ruta graveolens*) y Albahaca (*Ocimum basilicum*) para el Control de *Tribolium castaneum* Bajo Condiciones de Laboratorio. Tesis de Licenciatura UAAAN.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6601/t19716%20ruiz%20ortiz,%20jose%20israel%20%20tesis.pdf?sequence=1>. Pdf. pp44 y 45.
- S.A.S. Institute. 2002.** The SAS System for Windows, Release 9.0 SAS. Institute. Cary N. C. U. S. A.
- Sánchez, M. S. y Talavera, M. 2013.** Los Nematodos como Indicadores en Agroecosistemas. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/765>.
- Sánchez, S. M.; Castañeda, S. R. D. y Castañeda, S. M.J. 2015.** Usos y Potencialidad de la Higuera (*Ricinus communis*) en Sistemas Agroforestales en Colombia.
<http://www.pubvet.com.br/uploads/543431b336485f54a42a30d448b1ca10.pdf>. Pdf p1.

- Sasanelli, N. y D'Addabbo, T. 1993.** Effect to *Cineraria maritime*, *Ruta graveolens* and *Tagetes erecta* leaf and root extracts on Italian population of *Meloidogyne* species. *Nematología Mediterranea* 21: 21- 25.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2005.** PLAN RECTOR SISTEMA NACIONAL PAPAYA. (SAGARPA). http://siic.uco.mx/Archivos_prov%5Cprn_papaya.pdf. PDF p6.
- Seinhorst, J. W. 1970.** Dynamic of populations of plant parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology* 8: 131- 156.
- SNICS. 2017.** Papaya (*Carica papaya* L.) Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/papaya-carica-papaya-l>.
- Solano, C. T. F.; Agurto, C. G. B.; Quezada, Z. C. R.; Ruiz, T. J. y Del Pozo, N. E. M. 2013.** Efecto de Extractos de Tres Especies Vegetales sobre el Nematodo *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V41-Numero_1/cag131141964.pdf.
- Stoll, G. 1989.** Protección Natural de Cultivos en zonas tropicales. J. Margaf Ed. 1989.
- Taba, S; Sawada, J y Moromizato, Z. 2008.** Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematodo *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Plant Soil* 303: pp207-216.
- Terralia Información Agrícola. OREGON 60 S, FMC.** https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_trademark?trade_mark_id=11167.
- Tovar, S. A. 2014.** Gneros y Especies de Importancia en la Agricultura en México. Laboratorio de Nematología Agrícola, Departamento de Parasitología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, D.F. XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología.

- United States Departamento of Agriculture.** *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyaki y Clemants USDA. Clasificación. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=CHAM>. 21 de enero de 2020.
- Universidad Nacional Costa Rica. 2010.** Manual de Plaguicidas de Centroamérica (UNA). <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/421-oxamil>.
- Universidad Nacional Costa Rica. 2010.** Manual de Plaguicidas de Centroamérica (UNA). <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/103-carbosulfan>.
- Universidad Nacional Costa Rica. 2010.** Manual de Plaguicidas de Centroamérica (UNA). <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/237-fenamifos>.
- Valencia, S. K.; Diana, A. D. y Hernández, G. T.J. 2017.** Estudio de Mercado de *Papaya mexicana*: un análisis de su competitividad (2001-2015). <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2215910X17300241?token=438F7F773AE5A7BF99E0D03A4B2A9FC21FFF2C5307E460612DBEF10D65CE820BD5A27960006F187B35C5E7592D95E5D1>. pp 2y3.
- Vargas, M. A. 2019.** La Mosca del Mediterráneo, plaga en Colima que amenaza exportaciones a EU. Estación Pacífico. <https://estacionpacifico.com/2019/05/08/la-mosca-del-mediterraneo-plaga-en-colima-que-amenaza-exportaciones-a-eu/>. 4 de diciembre de 2019.
- Vinueza, S.; Crozzoli, R. y Perichi. G. 2006.** Evaluación *in vitro* de Extractos Acuosa de Plantas para el Control del Nematodo Agallador *Meloidogyne incognita*. Fitopatol. Venez. Maracay – Venezuela. 28 (19) p3.