



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya
(*Hylocereus* spp.)

AUTOR:

Mario Enrique Calixto Contreras

TUTOR:

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

El cultivo de pitahaya tiene una gran importancia en su distribución y perspectivas, debido a sus potencialidades para la comercialización y capacidad de aclimatación a ambientes no ideales, como es el caso del déficit de humedad en el suelo. El rendimiento potencial del cultivo de pitahaya puede ser afectado considerablemente por diferentes plagas y enfermedades, teniendo como principal problema a los nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* y *Trichodorus*. La mayoría de los productores de pitahaya no identifican de la mejor manera los síntomas y daños que ocasionan los nematodos fitoparásitos, en la cual es importante establecer un adecuado manejo para disminuir las densidades poblaciones de los principales nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de pitahaya. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.). De acuerdo a lo detallado anteriormente se determinó que, los principales nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de pitahaya son los del género *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* y *Trichodorus*. Los nematodos fitoparásitos que afectan la producción del cultivo de pitahaya pueden ser controlados de forma adecuada mediante el control químico aplicando abamectina, la misma que es una sustancia de movimiento sistémico y de contacto que ataca la máquina de asustar de los nematodos fitoparásitos provocando la inhibición de los neurotransmisores, provocando la parálisis y posteriormente la muerte de nematodo fitoparásitos en el cultivo de pitahaya. La aplicación del hongo *Paecilomyces lilacinus* permite parasitar adultos, huevos, y en menor volumen, juveniles en grado J2; siendo ampliamente utilizado en programas de control de nematodos incorporados, particularmente para reducir las poblaciones de *Meloidogyne* spp.

Palabras claves: Nematodos, pitahaya, daños, manejo.

SUMMARY

The pitahaya crop has a great importance in its distribution and perspectives, due to its potential for commercialization and its capacity to acclimatize to non-ideal environments, such as soil moisture deficit. The potential yield of the pitahaya crop can be considerably affected by different pests and diseases, with the main problem being phytoparasitic nematodes of the genus *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* and *Trichodorus*. Most pitahaya growers do not identify in the best way the symptoms and damages caused by phytoparasitic nematodes, in which it is important to establish an adequate management to reduce the population densities of the main phytoparasitic nematodes that affect the pitahaya crop. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of informing the reader about the main phytoparasitic nematodes in the pitahaya crop (*Hylocereus* spp.). According to the above, it was determined that the main phytoparasitic nematodes that affect the pitahaya crop are those of the genus *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* and *Trichodorus*. The phytoparasitic nematodes that affect the production of the pitahaya crop can be adequately controlled through chemical control by applying abamectin, which is a substance of systemic and contact movement that attacks the scare machine of the phytoparasitic nematodes causing the inhibition of neurotransmitters, causing paralysis and subsequently the death of phytoparasitic nematode in the pitahaya crop. The application of the fungus *Paecilomyces lilacinus* allows parasitizing adults, eggs, and in smaller volume, juveniles in grade J2; being widely used in incorporated nematode control programs, particularly to reduce *Meloidogyne* spp. populations.

Key words: Nematodes, pitahaya, damage, management.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Características botánicas	4
1.5.2. Distribución geográfica	5
1.5.3. Importancia económica.....	5
1.5.4. Generalidades de los nematodos fitoparásitos del cultivo de pitahaya 6	
1.5.4.1. Fases biológicas.....	6
1.5.4.2. Sintomatología y estilos de daño como resultado de los nematodos parásitos de las plantas	7
1.5.4.3. Tipos de alimentación de los nematodos fitopatógenos.....	7
1.5.4.4. Nematodos ectoparásitos	8
1.5.4.5. Nematodos semi-endoparásitos	8
1.5.4.6. Nematodos endoparásitos migratorios	8
1.5.5. Principales nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya. 9	
1.5.5.1. <i>Meloidogyne</i> spp.	10
1.5.5.1.1. Clasificación taxonómica.....	10
1.5.5.1.2. Importancia económica de los nematodos agalladores <i>Meloidogyne</i> spp.	11
1.5.5.1.3. Morfología de los nematodos agalladores <i>Meloidogyne</i> spp.	11
1.5.5.1.4. Condiciones predisponentes de <i>Meloidogyne</i> spp.....	11
1.5.5.1.5. Síntomas.....	12
1.5.5.2. <i>Pratylenchus</i> spp.....	12

1.5.5.2.1.	Clasificación taxonómica.....	12
1.5.5.2.2.	Importancia económica de los nematodos <i>Pratylenchus</i> spp.	12
1.5.5.2.3.	Morfología de los nematodos <i>Pratylenchus</i> spp.	13
1.5.5.2.4.	Situaciones predisponentes de los nematodos de <i>Pratylenchus</i> spp.	14
1.5.5.2.5.	Síntomas.....	14
1.5.5.3.	<i>Helicotylenchus</i> spp.....	14
1.5.5.3.1.	Clasificación taxonómica.....	14
1.5.5.3.2.	Importancia económica de los nematodos de <i>Helicotylenchus</i> spp.	15
1.5.5.3.3.	Morfología de los nematodos de <i>Helicotylenchus</i> spp.	15
1.5.5.3.4.	Condiciones predisponentes de los nematodos <i>Helicotylenchus</i> spp.	16
1.5.5.3.5.	Síntomas	16
1.5.5.4.	<i>Tylenchus</i> spp.	16
1.5.5.4.1.	Clasificación taxonómica.....	16
1.5.5.4.2.	Importancia económica de los nematodos <i>Tylenchus</i> spp.....	16
1.5.5.4.3.	Morfología de los nematodos <i>Tylenchus</i> spp.	17
1.5.5.4.4.	Condiciones predisponentes de los nematodos <i>Tylenchus</i> spp..	17
1.5.5.4.5.	Síntomas.....	17
1.5.5.5.	<i>Aphelenchus</i> spp.....	17
1.5.5.5.1.	Clasificación taxonómica.....	17
1.5.5.5.2.	Importancia económica de los nematodos <i>Aphelenchus</i> spp.	18
1.5.5.5.3.	Morfología de los nematodos <i>Aphelenchus</i> spp.	18
1.5.5.5.4.	Situaciones predisponentes de los nematodos <i>Aphelenchus</i> spp.	18
1.5.5.5.5.	Síntomas.....	19
1.5.5.6.	<i>Trichodorus</i>	19
1.5.5.6.1.	Clasificación taxonómica.....	19
1.5.5.6.2.	Importancia económica de los nematodos <i>Trichodorus</i> sp.	19
1.5.5.6.3.	Morfología de los nematodos <i>Trichodorus</i> sp.....	19
1.5.5.6.4.	Situaciones predisponentes de los nematodos <i>Trichodorus</i> spp.	20
1.5.5.6.5.	Síntomas.....	20
1.5.6.	Métodos de control	20

1.5.6.1. Control químico	20
1.5.6.2. Control biológico.....	21
1.5.6.3. Control cultural	22
1.6. Hipótesis	22
1.7. Metodología de la investigación	22
CAPITULO II.....	23
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1. Desarrollo del caso	23
2.2. Situaciones detectadas.....	23
2.3. Soluciones planteadas.....	24
2.4. Conclusiones	25
2.5. Recomendaciones	26
BIBLIOGRAFÍA	27

INTRODUCCIÓN

La pitahaya también conocida como fruta dragón, es originaria de las regiones boscosas del trópico y subtropical de México, centro y Sur de América. Pertenece taxonómicamente a la familia Cactaceae y su producción se encuentra distribuida en los países como México, Nicaragua, Guatemala, Costa Rica, Ecuador y Colombia (Llerena 2020).

Generalmente se cultiva la pitahaya roja y la pitahaya amarilla, generando grandes impactos por ser una fruta exótica y sabrosa, así como también por sus grandes beneficios en la salud humana. En los países donde se cultiva esta fruta a nivel económico ha generado grandes ingresos y la apertura en los mercados internacionales (Mora 2018).

Es considerado un cultivo no tradicional, reportándose en el año 2019 que Ecuador exportó 3.267,83 t hacia Estados Unidos, desplazando a Hong Kong, el mismo que lideraba las importaciones de esta fruta. En la actualidad existen alrededor de 2223 hectáreas de pitahaya distribuidas en las provincias del Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Napo, Pastaza, Zamora Chinchipe, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y El Oro (INIAP 2020).

Los nematodos fitoparásitos son catalogados organismos microscópicos, con forma vermiforme, su hábita está en el suelo, en donde se relacionan directamente con sus hospederos, hasta completar su ciclo biológico. Son plagas antagonistas que reprimen el desarrollo de los cultivos, debido a que destruyen el sistema radicular de las plantas, con la pérdida de vigor y disminución en la productividad (Guzmán *et al.* 2016).

Los nematodos fitoparásitos causan graves lesiones en el sistema radical de la pitahaya afectando su crecimiento vegetativo y reproductivo, reportándose entre los más importantes *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y *Tylenchorhynchus* spp (Cedeño 2021).

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp).

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp).

1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de pitahaya tiene una gran importancia en su distribución y perspectivas, debido a sus potencialidades para la comercialización y capacidad de aclimatación a ambientes no ideales, como es el caso del déficit de humedad en el suelo. La pitahaya es considerada una fruta tropical y se comercializan a altos precios en mercados locales e internacionales.

Los nematodos fitoparásitos son organismos que no se pueden observar a simple vista, los mismos que provocan pérdidas en la agricultura a nivel mundial cercanas al 10%. Estas pérdidas se evidencian en una disminución en el vigor de las plantas y posteriormente en la producción del cultivo. En el cultivo de pitahaya los principales nematodos fitoparásitos que ocasionan daños en el sistema radicular y desarrollo del cultivo, en consecuencia, con la reducción de los rendimientos están: *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y *Tylenchorhynchus* spp.

1.3. Justificación

Existen varios estudios realizados en las zonas productoras de pitahaya en el Ecuador, que han demostrado la existencia de nematodos fitoparásitos asociados en el cultivo de pitahaya; por ende es importante identificar cuáles son las especies de nematodos fitoparásitos que provocan una afectación irreversible en el normal desarrollo del sistema radicular del cultivo de pitahaya, al igual que reconocer los daños y síntomas que han ocasionado grandes pérdidas en la producción de pitahaya, por lo cual es importante conocer las diversas estrategias

de control que permitan disminuir las altas poblaciones de nematodos fitoparásitos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.).

1.4.2. Objetivos específicos

- Detallar los principales síntomas y daños causados por nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya.
- Describir un plan de manejo integrado de nematodos fitoparásitos que afectan al cultivo de pitahaya.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Características botánicas

El cultivo de pitahaya tiene raíces subterráneas de 15 cm de profundidad, sin embargo, adicionalmente tiene raíces aéreas que crecen dentro del filocladio y tienen la característica de anclarse en la superficie donde se apoyan. Los tallos son de color verde claro, tienen una forma modificada llamada filocladio. Tiene tres hendiduras que forman 3 lóbulos o 3 tallos angulados, cuyos bordes están curvados más cerca del interior de la planta y en los extremos de las depresiones, también tiene una areola con 3 a 4 espinas (Escobar *et al.* 2018).

Las hojas tienen forma de espinas delgadas, alargadas y subcónicas, que se utilizan para subir a la montaña, alimentarse del sol, de la humedad y del calor. Su vegetación tiene forma de trompeta, es tubular, hermafrodita y mide unos 15-30 cm de longitud. Se sitúan en la parte más alta de la planta, para alcanzar los rayos solares. Su coloración es blanca, amarilla o púrpura, la fecundación es auto fecundada, además, dentro de la parte inferior de la flor nacen segmentos

lanceolados macizos, delgados y acuminados de color crema (Lezama *et al.* 2017).

Los frutos son ovoides y alargados, el tamaño medio es de ocho y 12 cm, dependiendo del tipo de suelo, la fertilidad y el control del cultivo. El peso común es de 500 g y la maduración de los frutos comienza tras la polinización, con un periodo de 4 a 8 meses. Las semillas se observan en la pulpa del fruto negro, pequeña, amplia y cubierta por una sustancia mucilaginosa (López y Guido 2012).

1.5.2. Distribución geográfica

La pitahaya tiene su origen en América Central y Sudamérica, se encuentra distribuida en México, Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador. Es una fruta tropical de gran demanda en el mercado nacional e internacional, su uso principal es alimenticio por su calidad, sabor y apariencia. Los mayores productores de esta fruta son: Nicaragua, Colombia, Ecuador, México, Vietnam y Tailandia. En América el país pionero en producción es Colombia que se ha convertido en uno de los más grandes productores y exportadores de pitahaya amarilla; en Ecuador la producción de pitahaya va creciendo en las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe ya que su fruta tiene mejor aspecto y calidad (Méndez 2020).

En Ecuador existen aproximadamente 1528 ha de pitahaya, con un rendimiento promedio de 7.6 t/ha, las exportaciones hasta el año 2018 fueron de 980 t. En la Amazonía ecuatoriana la producción a nivel regional se ubica en el cantón Palora, Morona Santiago. También existen áreas de este cultivo en Loja, Pichincha, Imbabura, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Napo, Pastaza, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Bolívar, El Oro y Zamora Chinchipe. A nivel nacional, hasta el año 2020 la producción de pitahaya alcanzó un total de 143.84 toneladas teniendo un crecimiento promedio anual del 16 % con USD 93.04 precio FOB (MAG 2018).

1.5.3. Importancia económica

La pitahaya tiene una importancia de primer orden dentro de los mercados mundiales debido a su consumo por su agradable, sabor y apariencia. La producción y comercialización de frutas tropicales se convirtió en aproximadamente el 75% de la producción del sector, entre las que se encuentran la papaya, la pitahaya, la chirimoya, la fruta del ardor, el tomate de árbol, entre otras. La pitahaya comercialmente es uno de los productos agrícolas de mayor demanda en el mundo, produciendo ganancias anuales de más de 11 mil millones de dólares en las naciones exportadoras de forma inmediata y en circuito a los seres humanos interesados en este cultivo (FAO 2017).

La producción de pitahaya a nivel nacional llega a ser de aproximadamente 1.528 ha, con una productividad de 980 t, siendo la provincia de Pichincha la de mayor producción con 275 t, seguida por medio de Morona Santiago 215 t (Graciela 2018).

1.5.4. Generalidades de los nematodos fitoparásitos del cultivo de pitahaya

1.5.4.1. Fases biológicas

El ciclo de vida de los nematodos parásitos de las plantas es comúnmente comparable, con seis niveles: huevo, 4 fases juveniles y adultos. Los huevos eclosionan y se convierten en larvas, que aumentan de tamaño en cada grado de existencia, siendo su estructura igual a la de los nematodos adultos (Agrios 2014).

De las cuatro gamas larvarias, la primera muda tiene lugar en el huevo (es decir, el segundo instar del juvenil sale del huevo) y, tras la muda restante, se diferencian hembras y machos adultos. Las hembras pueden producir huevos fértiles mediante el apareamiento con un macho o en ausencia de éste (partenogénicamente) (Agrios 2014).

Los fitonemátodos necesitan un huésped para completar su ciclo de existencia. Por otro lado, el sistema de alimentación de los nematodos puede ser ectoparásito (exterior) o endoparásito (interior) de la planta. En los nematodos endoparásitos, incluidos los del género *Pratylenchus*, los juveniles y los adultos se

mueven dentro y fuera de las raíces, mientras que en géneros como *Meloidogyne* y *Globodera*, los juveniles (J2) son sedentarios y se fijan en un sitio de la raíz hasta que completan su ciclo de vida (Castaño *et al* 2015).

1.5.4.2. Sintomatología y estilos de daño como resultado de los nematodos parásitos de las plantas

La presencia de nematodos en el suelo provoca la aparición de síntomas en las raíces de las plantas, los más comunes de los cuales pueden ser lesiones radiculares, nódulos y agallas, además de una ramificación inmoderada y daños en la punta de la raíz (Guzmán *et al.* 2012).

Las infecciones provocadas por los nematodos van seguidas de bacterias y hongos patógenos que provocan la podredumbre de las raíces. Los síntomas característicos debidos a los nematodos en el interior de la raíz son la disminución del crecimiento de las regiones de la planta, los síntomas de las deficiencias alimentarias que incluyen la decoloración del follaje, el marchitamiento excesivo y la mala finura del producto principal a la reducción de los rendimientos (Guzmán *et al.* 2012).

1.5.4.3. Tipos de alimentación de los nematodos fitopatógenos

La mayoría de los nematodos fitoparásitos se encuentran en el suelo relacionados directamente con las raíces de las plantas, al igual que especies que se alimentan de los tejidos de los brotes. Los nematodos fitoparásitos pueden atacar las raíces, los tallos, los troncos, las yemas, las hojas, la vida vegetal y las semillas; el tejido afectado varía en función de la especie de fitonemátodo y del huésped (Delgado *et al.* 2019).

Existen siete tipos de técnicas de alimentación utilizadas por los máximos nematodos fitoparásitos: ectoparásitos, semiendoparásitos, endoparásitos migratorios, endoparásitos sedentarios, nematodos del tallo y del bulbo, agallas de las semillas, nematodos foliares (Delgado *et al.* 2019).

1.5.4.4. Nematodos ectoparásitos

Son nematodos que se alimentan sin penetrar en las raíces. Los ectoparásitos son grandes y tienen estiletes más largos que los endoparásitos con la intención de penetrar en el tejido de la raíz (Crozzoli 2014).

Los nematodos ectoparásitos se etiquetan en función de la escala del estilete y se denominan: ectoparásitos con estilete rápido, que se alimentan especialmente de la dermis, las células corticales y los pelos absorbentes de las raíces, entre los que se encuentran: *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Paratrichodorus* y algunas especies de *Helicotylenchus*; y ectoparásitos con estilete largo, que se pueden agregar en la profundidad del tejido radicular, particularmente en el interior de los ápices, quedando algunos nematodos inmóviles por largos períodos de tiempo, los géneros más presentes son: *Belonolaimus*, *Cacopaurus*, *Criconema*, *Criconemella*, *Dolichodorus*, *Hemicriconemoides*, *Hemicycliophora* y *Xiphinema* (Guzmán y Piedrahita 2010).

1.5.4.5. Nematodos semi-endoparásitos

En los nematodos de tipo semi-endoparásito, lo más efectivo es que el elemento anterior penetre en las raíces y la parte posterior permanezca en contacto con el suelo. También hay algunos burocráticos que pueden penetrar parcialmente en las raíces con la parte anterior de su armazón, sobresaliendo la parte posterior de las mujeres de las raíces y adquiriendo una forma abultada. De la misma manera, la parte superior de los nematodos penetra en la raíz y burocratiza un celular de alimentación permanente. Las especies con este tipo de adicción son *Tylenchulus semipenetrans*, *Rotylenchulus reniformis* y los géneros *Sphaeronema* y *Tylenchulus* (Castaño et al 2012).

1.5.4.6. Nematodos endoparásitos migratorios

Los géneros de nematodos penetran completamente en el tejido de la planta, moviéndose libremente a través de los tejidos de los tallos, las hojas, los primordios florales o las semillas. Los nematodos endoparásitos migratorios producen grandes necrosis en los tejidos vegetales debido a su alimentación y migración, y después de alimentarse de la planta, succionan el citoplasma de la célula a través de su estilete, provocando la pérdida de la vida del celular y de la planta. En este grupo destacan los siguientes géneros: *Aphelenchoides*, *Bursaphelenchus* y *Ditylenchus* (Castaño *et al* 2012).

1.5.5. Principales nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya

En Ecuador, el muestreo se realizó en 22 fincas de la provincia de Morona Santiago, donde el 97% de las muestras analizadas reconocieron *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* spp. Y el 3% *Tylenchus*. *Helicotylenchus* se convirtió en el género con mayor densidad poblacional, con 560 personas en cien g de suelo, al mismo tiempo que *Meloidogyne* sp. Tuvo una población menor de 329 nematodos en 10 g de raíces (Pinto 2021)

En Colombia se reconoció el género *Meloidogyne*, el cual suministró una frecuencia en suelo de 81.4 % y en raíces de sesenta y cuatro.6 % teniendo una población de 877 hasta un máximo de 11,086 individuos en 1 gramo de raíces secas, observándose a través de *Helicotylenchus* con 81.6 y 29.3 %, y una media de 1966 a un máximo de 4464 individuos según 100g de suelo; también se determinó la presencia de *Trichodorus*, *Hoplotylus* y *Hemyáccliophora* asociados en el suelo donde crece la pitahaya; los signos y síntomas se manifestaron en parches con la vida vegetal mostrando crecimiento atrofiado, flacidez, amarillamiento y muerte prematura. En las raíces se descubrió el anudamiento inducido por *Meloidogyne* y, en situaciones muy extremas, el deterioro general de las raíces con la llegada del aserrín (Vásquez y Bacalla 2018).

En Bogotá, Colombia, se han muestreado aproximadamente 26 hectáreas en 22 fincas exclusivas en suelo y raíces, donde se diagnosticó la especie *Helicotylenchus dihystra* con una frecuencia del cien por cien y una población de

12.360 individuos/100g de suelo y raíces, acompañada del género *Meloidogyne* con una frecuencia del 50% y un par de 742 grados juveniles (J2). 742 grados juveniles (J2)/100g de raíces y suelo, así como diferentes géneros como *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* y *Pratylenchus*, con una frecuencia del 27, 23, 14 y cinco por ciento, respectivamente, lo que demuestra que *H. dihystra* es el nematodo fitoparásito más restrictivo en la pitahaya, por lo que se hace necesario visualizar sus poblaciones y poner en vigencia medidas de control incluidas (Crozzoli 2014).

1.5.5.1. *Meloidogyne* spp.

1.5.5.1.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Nematoda
- **Clase:** Secernentea
- **Orden:** Tylenchida
- **Familia:** Heteroderidae
- **Género:** *Meloidogyne*
- **Especies:** 133 especies

Hay más de ciento treinta especies del género *Meloidogyne*, repartidas por todo el mundo. De ellas, 10 son críticas por el daño económico que provocan, pero cuatro especies destacan por su amplia distribución y daño. Estas especies son: *M. incognita* (Kofoid y White), *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood y *M. hapla* Chitwood (Gallegos *et al.* 2015).

En varios estudios realizados en zonas productoras de pitahaya se ha identificado que las especies *M. incognita* y *M. exigua* han tenido un alto porcentaje de presencia y dispersión en las regiones productoras de la Amazonía ecuatoriana. Asimismo, debido a su importancia monetaria, causa daños a las plantas, entre las que se encuentran la pitahaya, el expreso, el plátano, los verdes y los frutales tropicales (Gallegos *et al.* 2015).

1.5.5.1.2. Importancia económica de los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp.

El género *Meloidogyne* se considera uno de los más agresivos en el ámbito internacional, con aproximadamente cien especies descritas. Sólo seis especies son responsables del 95% de los daños en los cultivos, siendo *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood y *Meloidogyne hapla* Chitwood las más importantes debido a su amplia distribución (Cajape 2020).

Se estima que las pérdidas de cultivos a nivel internacional a causa de *Meloidogyne* y otros nematodos son de alrededor del 36%. Esta determinación podría no sugerir mucho si se hubiera distribuido uniformemente. Pero no siempre es así; el máximo de la pérdida influye en las personas que menos pueden conseguir el dinero para ello, es decir, los pequeños agricultores en los lugares internacionales de cultivo. Sus pérdidas pueden ser de entre el 11% y el 15% en grandes regiones de cultivo. Pérdidas de rendimiento en el cultivo de pitahaya debido a *Meloidogyne* spp. Común 13%, sin embargo, bajo condiciones positivas, específicamente climáticas y edáficas, podría ser hasta el cien por ciento (Cajape 2020).

1.5.5.1.3. Morfología de los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp.

Menciona que los machos de *Meloidogyne incognita* son vermiformes y miden aproximadamente de 1,2 a uno, 5 mm de duración y de 0,30 a cero, 36 mm de diámetro. Las hembras tienen forma de pera y miden aproximadamente de cero, 40 a 1,30 mm de longitud por 0,27 a 0,75 mm de extensión. Cada hembra deposita unos 500 huevos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce. Las hembras son de color blanco, con cuellos alargados y delgados, estipes bien desarrollados y perillas basales, y los machos son estrechos y con forma de gusano (Talavera 2013).

1.5.5.1.4. Condiciones predisponentes de *Meloidogyne* spp.

En las regiones tropicales, donde la temperatura ahora no varía significativamente entre estaciones, *Meloidogyne* spp. Puede reproducirse constantemente dentro de la presencia de un racimo y una humedad favorable del suelo. Con una aireación suficiente del suelo y una humedad adecuada importante para el movimiento y la contaminación, los suelos arenosos o bien establecidos y cansados, combinados con el régimen de riego adecuado o con suficientes precipitaciones, prefieren la duplicación del nematodo. *Meloidogyne* spp. Se observa en suelos arenosos o limosos (Román 2014).

1.5.5.1.5. Síntomas

Los síntomas producidos por *Meloidogyne* spp. Son el amarillamiento, el marchitamiento y la baja fabricación; un engrosamiento o forma de agallas en las raíces, que es función de este género, la cantidad de agallas depende de la gama de mujeres presentes (Román 2014).

1.5.5.2. *Pratylenchus* spp.

1.5.5.2.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Nematoda
- **Clase:** Chromadorea
- **Orden:** Tylenchida
- **Familia:** Hoplolaimidae
- **Género:** *Pratylenchus*
- **Especie:** *Pratylenchus* spp.

Las especies económicamente esenciales de este género son *P. brachyurus*, *P. zaeae*, *P. coffeae*, *P. penetrans*, *P. thornei* y *P. neglectus*, que se pueden diseminar en distintas plantas de importancia agrícola (García 2018).

1.5.5.2.2. Importancia económica de los nematodos *Pratylenchus* spp.

La importancia de las pérdidas monetarias a causa de *Pratylenchus* está inmediatamente asociada al hospedero y a la especie. En Brasil, en la caña de azúcar, la papaya y diferentes árboles frutales, *P. brachyurus* pasó a ser más

agresivo que *P. zae*, ya que el daño debido a poblaciones iniciales de 10 personas de *P. brachyurus* pasó a ser muy parecido al daño debido a 10 000 de *P. zae* (García 2018).

1.5.5.2.3. Morfología de los nematodos *Pratylenchus* spp.

Pratylenchus tiene características morfológicas que permiten diferenciarlo de otros géneros. La forma cefálica se caracteriza por ser plana. El estilete es breve y oscuro. El esófago se solapa ventralmente con el intestino, los niveles juveniles de *Pratylenchus* suelen poseer los mismos caracteres que los adultos, pero no tienen los órganos reproductores evolucionados, lo que dificulta la identidad (Figueiredo *et al.* 2013).

Las hembras tienen un armazón moderadamente delgado, casi inmediatamente a la relajación, los campos laterales tienen 4 líneas, la zona labial está apenas desplazada del armazón, tiene protuberancias estilares redondeadas, el poro excretor está frente a la unión faríngea-intestinal con dos anillos corporales, la cola es normalmente redondeada con una punta fácil con 15 27 anillos. El macho es más pequeño que la hembra, tiene cuatro trazos laterales que terminan en bursa, las espículas son delgadas y debidamente marcadas en arco ventral, la cola es dos veces el diámetro del cuerpo cloacal. Las hembras y los hombres tienen la siguiente anatomía (Figueiredo *et al.* 2013).

La hembra posee un área cefálica ligeramente contrastada, redondeada y formada por dos joyas, el aparato reproductor de la hembra consiste en un saco uterino gonadal y vulvar, la vulva está posicionada aproximadamente a un setenta y ocho % del lugar cefálico. Estípito robusto con protuberancias basales grandes y esféricas. Margen externo de la estructura cefálica apenas esclerotizado que se extiende lateralmente en el marco a modo de pico de un aro. Campos laterales marcados por medio de 4 líneas longitudinales. Fasmidios situados cerca de la mitad de la cola, que se estrecha hacia el cese, terminando en una forma redondeada y limpia. Macho: tiene espícula delgada y ventralmente cóncava al

igual que la hembra. Fasmidios simplemente posteriores al centro de la cola (Castillo y Voulas 2014).

1.5.5.2.4. Situaciones predisponentes de los nematodos de *Pratylenchus* spp.

El género *Pratylenchus* puede localizarse en cualquier continente. Algunas especies habitan en climas templados, otras en climas tropicales y unas pocas se adaptan a ambas condiciones. La distribución es independiente de la presencia de plantas hospederas y de los elementos abióticos, entre los que se encuentran la temperatura, la humedad y el grado de humedad (Crozzoli 2014).

En trabajos adelantados en Costa Rica, se localizó que la mayor densidad poblacional de *Pratylenchus* está asociada a una mejor pluviometría (1248 mm), mayor altitud (1175 metros sobre el nivel del mar), mejor porcentaje de arena (40 a cincuenta y dos%) y menor porcentaje de arcilla (10 26,6%) (Chávez *et al* 2014).

1.5.5.2.5. Síntomas

Los principales síntomas de las plantas de pitahaya atacados por *Pratylenchus* spp. Son la necrosis y la mutilación dentro del aparato radicular, así como la disminución del tamaño y el raquitismo de las raíces; en los tubérculos provocan deformaciones y lesiones internas que pueden evidenciarse al abrir las raíces (Barboza y Finlay 2016).

1.5.5.3. *Helicotylenchus* spp.

1.5.5.3.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Nematoda
- **Clase:** Secernentea
- **Orden:** Tylenchida
- **Familia:** Hoplolaimidae

- **Género:** *Helicotylenchus*
- **Especie:** *Helicotylenchus* spp.

De todas las especies de *Helicotylenchus* diagnosticadas, *H. dihyster* y *H. multincinctus* son las máximas cruciales desde el punto de vista agrícola y las especies que frecuentan el cultivo de la pitahaya (Crozzoli 2014).

1.5.5.3.2. Importancia económica de los nematodos de *Helicotylenchus* spp.

El género *Helicotylenchus* contiene más de ciento sesenta especies, siendo uno de los más abundantes del orden Tylenchida, al que pertenecen la mayoría de los nematodos fitoparásitos. De acuerdo con las frecuencias y densidades poblacionales en algún momento del año y dentro de las regiones productoras de musáceas de cada uso, *Helicotylenchus* es la especie fitoparásita más abundante, constituyendo entre el 85 y el 98 % de la población de nematodos en raíces y cormos; pero, esto puede cambiar de acuerdo con las situaciones de cultivo, rango y agroecología (Guzmán y Piedrahita 2010).

1.5.5.3.3. Morfología de los nematodos de *Helicotylenchus* spp.

La longitud del armazón de las mujeres es de 0,47 a 0,53 mm (común 0,50 mm), arqueado con forma de C mientras está cómodo; tiene anulaciones maravillosas, de aproximadamente 1,5 μm de ancho dentro del centro del cuerpo, campos laterales ahora no aureolados, con 4 incisiones, aproximadamente 1 / 4 de la anchura del cuerpo. Un lugar labial hemisférico, ligeramente desplazado, con tres-cinco (generalmente 4) anulaciones y una prominente desesperación oral terminal, cuerpo cefálico fuertemente esclerotizado, con márgenes exteriores conspicuos que se extienden posteriormente a través de tres a 4 anulaciones del marco, que son mucho más estrechas en esa zona que en las demás (López 2018).

El cuerpo de los machos adultos tiene un periodo de cero, cuarenta y tres 0, cincuenta y cinco mm, similar al de la dama, además por dimorfismo sexual, son amplios. Poseen un testículo no casado, extendido anteriormente,

espermatozoides pequeños y redondeados, espermateca pequeña y redondeada (López 2018).

1.5.5.3.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Helicotylenchus* spp.

H. dihystra puede sobrevivir 6 meses en suelo almacenado en maletas de plástico a temperaturas tan altas como 18-24 C en sótanos y tan bajas como 1,1-1,4 C en frigoríficos, sin embargo, a una temperatura del suelo de 24-35 °C no sobrevive más de ochenta días. *H. multincinctus* puede sobrevivir en el suelo sin flores huésped durante cuatro meses en un entorno de laboratorio (López 2018).

1.5.5.3.5. Síntomas

Los principales síntomas que provocan los nematodos fitoparásitos del género *Helicotylenchus* son la reducción en el sistema radicular, produciendo un moñón y deformación radical; disminuye la formación de raíces secundarias, así como las terciarias causando un severo enanismo; estos daños son dependientes a la población del nematodo (Román, 2014).

1.5.5.4. *Tylenchus* spp.

1.5.5.4.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Nematoda
- **Clase:** Chromadorea
- **Orden:** Tylenchida
- **Familia:** Tylenchulidae
- **Género:** *Tylenchus*
- **Especie:** *Tylenchus* spp.

1.5.5.4.2. Importancia económica de los nematodos *Tylenchus* spp.

El nematodo de los cítricos se encuentra en todas las regiones de producción de pitahaya en el mundo. Se han identificado en más del 90 % de las plantaciones de naranjo y limoneros. Altas poblaciones de nematodos pueden

afectar la producción. Las pérdidas de cultivos inducidas por este tipo de nematodos en los campos oscilan entre el 10-20 %, mientras que en condiciones áridas y de alta salinidad pueden alcanzar el 50 % (INIAP 2017).

1.5.5.4.3. Morfología de los nematodos *Tylenchus* spp.

Tiene presencia de campos laterales cuatro, estilete pequeño con nódulos basales, vulva en la mitad del cuerpo en las hembras. Los machos presentan bolsa conspicua y cola filiforme menciona que el nematodo *Tylenchus* es grande, presenta una cola menos filiforme y su hábito es en forma de C (López 2018).

1.5.5.4.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Tylenchus* spp.

En general este nematodo se adapta a una amplia gama de condiciones de suelo y humedad desarrollándose también en suelos de texturas arcillosas. En la medida que las plantas se desarrollan en condiciones de algún tipo de deficiencia hídrica o fluctuaciones marcadas, baja fertilidad, o de temperaturas extremas, dichos síntomas aparecen en menor tiempo y son más notorios (Bongers 2015).

1.5.5.4.5. Síntomas

El nematodo de los cítricos provoca síntomas que no son únicos y son difíciles de diagnosticar. La presencia del nematodo puede demostrarse con la ayuda de una evaluación microscópica del suelo o de las raíces. Cuando las raíces tienen un alto grado de infestación, están llenas de incrustaciones en el suelo que son difíciles de lavar con agua corriente, lo que se debe al tejido gelatinoso que segrega durante la producción de huevos (Twwshend 2015).

A medida que la población va aumentando, los signos y síntomas son visibles en el elemento aéreo, consistentes en brotes más cortos, elevada pérdida de hojas, clorosis, pérdida de vigor, todo lo cual se traduce en menores rendimientos y falta de calidad. Estos síntomas se manifiestan normalmente en la parte superior de las flores (Twwshend 2015).

1.5.5.5. *Aphelenchus* spp.

1.5.5.5.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Nematoda
- **Clase:** Secernentea
- **Orden:** Aphelenchida
- **Familia:** Aphelenchidae
- **Género:** Aphelenchus

1.5.5.2. Importancia económica de los nematodos *Aphelenchus* spp.

Es un género parásito que vive en el suelo, pero algunas especies pueden vivir como ectoparásitos y endoparásitos en hojas, brotes y bulbos de las plantas. Algunas especies que viven en el suelo no completan su ciclo de existencia y no viven para contar el invierno. En algunos casos, este nematodo puede descubrirse con mayor eficacia en los restos de los bulbos, las hojas y las semillas de la planta huésped (Cepeda 2014).

1.5.5.3. Morfología de los nematodos *Aphelenchus* spp.

Los machos tienen una longitud aproximada de cero, 8 mm, mientras que las hembras tienen una longitud de 10 mm. El bulbo es enorme y redondo y ocupa toda la región del cilindro esofágico. La glándula esofágica se extiende comúnmente hacia la parte anterior del intestino. La vulva de la mujer está posicionada del 70 al 75 por ciento de la parte anterior de la cabeza, asimismo, la mujer tiene ovario monodélfico-productivo no meditado, la cola es redonda y en los machos adultos tiene una actitud aguda y redonda. Los machos tienen una espícula ligeramente arqueada (Neval 2018).

1.5.5.4. Situaciones predisponentes de los nematodos *Aphelenchus* spp.

El nematodo *Aphelenchus* se desarrolla en ambientes húmedos, dentro de la presencia de agua de lluvia o de riego se extiende a otras zonas infectando los cultivos. Las estancias vegetales son la principal fuente de inóculo, como las

semillas. Este género de nematodo tiene una mayor ocurrencia en condiciones de baja pluviosidad, debido a que la niebla y la lluvia crean un microclima favorable para el nematodo, los daños que causa son particularmente en flores, frutos y flores ornamentales (Neval 2018).

1.5.5.5. Síntomas

Los síntomas de los daños se manifiestan con la aparición de deformaciones en las hojas de las plantas huésped, después de que empiecen a brotar en primavera y también pueden reaparecer en otoño. Las hojas se arrugan y en las zonas en las que se alimentan los nematodos, cerca de la parte inferior de las nervaduras, aparecen regiones cloróticas, que se vuelven rojizas y después marrones (Ferris 2019).

1.5.5.6. *Trichodorus*

1.5.5.6.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Nematoda
- **Clase:** Enoplea
- **Orden:** Triplonchida
- **Familia:** Trichodoridae
- **Género:** *Trichodorus*
- **Especie:** Existe 47 especies conocidas del género *Trichodorus*.

1.5.5.6.2. Importancia económica de los nematodos *Trichodorus* sp.

Este género provoca el enraizamiento de las raíces y, además, transmite tobavirus, entre los que se encuentran el virus del cascabel del tabaco y el virus del pardeamiento temprano del guisante. *Trichodorus* sp ha causado daños en cultivos de cebolla, pitahaya, papaya y otros (Crow 2014).

1.5.5.6.3. Morfología de los nematodos *Trichodorus* sp.

Son nematodos robustos con un período entre cero, 4 a 8 mm, una cutícula delgada, el estipe u onquiostio está entre 35 a 52 µm, con una prolongación

de un diente dorsal en forma curvada. Las hembras tienen la abertura vulvar transversalmente dentro del elemento central con una fuente de esclerotización vaginal y organizada en forma dispuesta. Los machos, sin embargo, tienen una localización caudal curvada, presentan tres papilas cervicales ventromedianas, son ectoparásitos migratorios dentro de las raíces y son susceptibles de transmitir virus vegetales consistentes en tobnavirus (Winfield y Cooke 2012).

1.5.5.6.4. Situaciones predisponentes de los nematodos *Trichodorus* spp.

Los nematodos *Trichodorus* son nematodos polífagos que parasitan una gran variedad de plantas. Las condiciones para que este tipo de nematodo se extienda son los suelos húmedos y la propagación a través del agua de riego o mediante el transporte del suelo infectado (Crow 2014).

1.5.5.6.5. Síntomas

Generalmente los síntomas se presentan en forma de manchas irregulares dentro de un área determinada de la planta, esto se agrava en suelos arenosos, puede provocar el marchitamiento y la muerte y las raíces pueden verse hinchadas o rechonchas, sin embargo, para asegurarse de que se trata lejos de estos nematodos, la mejor manera es hacer un análisis en un laboratorio de nematología (Crow 2014).

1.5.6. Métodos de control

1.5.6.1. Control químico

La abamectina, perteneciente a la organización química de las avermectinas, es una sustancia adquirida a partir de la fermentación del actinomiceto *Streptomyces avermitilis*. Es una sustancia natural y de síntesis química que se utiliza en la agricultura debido a su movimiento como insecticida, acaricida y nematicida, y actualmente se considera un factor de destacada importancia dentro de la gestión integrada de los nematodos fitoparásitos en las plantas de pitahaya, tomate, papaya y tomate de árbol (Li *et al* 2020).

La abamectina es una sustancia de movimiento sistémico y de contacto que ataca la máquina de asustar de los nematodos fitoparásitos provocando la

inhibición de los neurotransmisores y receptores nicotínicos de las células musculares, provocando la parálisis y posteriormente la muerte de nematodo fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (Beltrán 2015).

1.5.6.2. Control biológico

En cuanto al manejo de nematodos, *Paecilomyces lilacinus* es un hongo capaz de parasitar adultos, huevos, y en menor volumen, juveniles en grado J2; siendo ampliamente utilizado en programas de control de nematodos incorporados, particularmente para reducir las poblaciones de *Meloidogyne* spp (Moreno *et al* 2020).

Existen investigaciones que ayudan al hongo *Paecilomyces lilacinus* al convertirse en un endófito pueda estimular en las plantas la producción de fitohormonas junto con las giberelinas y el ácido indol-3-acético (IAA); mientras se lleva a cabo en las raíces de varias especies de plantas, éstas muestran mejoras en sus niveles distintivos de mejora dando lugar a mejores rendimientos (Moreno *et al* 2020).

Las pruebas aportadas en este estudio exploratorio indican que el programa de manipulación integrada, formado por la combinación de abamectina y *Paecilomyces lilacinus*, genera un mayor crecimiento en el desarrollo de las raíces en comparación con la manipulación no incluida que utiliza abamectina por sí sola (Paz *et al.* 2015).

Otra alternativa de control biológico está constituida por algunas prácticas culturales que, a través del control de los residuos vegetales, reducen el desarrollo de los nematodos fitoparásitos. Así, se localizaron consecuencias nematicidas en los residuos recibidos de los cultivos de caña de azúcar, pitahaya y cacao. Aunque los mecanismos a través de los cuales se reducen las poblaciones de nematodos no están claros, es evidente que se lanzan compuestos o metabolitos nematicidas a partir de esta tela vegetal (Andes 2015).

Las interacciones entre los hongos micorrizicos (MVA) y los nematodos parásitos de las plantas son variables. Las micorrizas reducen la aparición de

enfermedades, limitan la mejora de los nematodos y su pasaje por las raíces, minimizando el enanismo debido a los nematodos nodulares. La reacción al ataque de los nematodos puede ser alterada, induciendo la tolerancia dentro del huésped a su expresión de resistencia. Los aumentos del inóculo micorrícico se contemplan en amplios incrementos del peso de la máquina radicular y sugieren que la influencia perjudicial del simbiote en un dominio de penetración y formación de agallas por medio de *Meloidogyne* spp. Se limita estrictamente a las raíces colonizadas con la ayuda del hongo (Palanino 2014).

1.5.6.3. Control cultural

El uso de fertilizantes y la adición de enmiendas naturales al suelo pueden tener un impacto en las poblaciones de nematodos de una vez o de forma indirecta. Su aplicación puede incrementar el aumento y el rendimiento de la vegetación infestada de nematodos mediante (1) la mejora de la forma del suelo, (2) la presentación de nutrientes y (3) la aportación de sustratos para la multiplicación de los organismos de biocontrol en el suelo (Andes 2015).

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer sobre los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.).

Ha= Es de vital importancia conocer sobre los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.).

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente documento se recolecto información actualizada de libros, páginas web, tesis de grado, bibliotecas virtuales y artículos de revistas de alto impacto, manuales técnicos y congresos.

La información obtenida fue realizada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.).

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recopilar información sobre los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.).

Los nematodos fitoparásitos son catalogados organismos microscópicos, con forma vermiforme, su habita está en el suelo, en donde se relacionan directamente con sus hospederos, hasta completar su ciclo biológico. La presencia de nematodos en el suelo provoca la aparición de síntomas en las raíces de las plantas, los más comunes de los cuales pueden ser lesiones radiculares, nódulos y agallas, además de una ramificación inmoderada y daños en la punta de la raíz. Las infecciones provocadas por los nematodos van seguidas de bacterias y hongos patógenos que provocan la podredumbre de las raíces.

Los síntomas característicos debidos a los nematodos en el interior de la raíz son la disminución del crecimiento de las regiones de la planta, los síntomas de las deficiencias alimentarias que incluyen la decoloración del follaje, el marchitamiento excesivo y la mala finura del producto principal a la reducción de los rendimientos.

El manejo integrado de nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya involucra diversas alternativas de control tales como: control biológico, control cultural y control químico. La mejor alternativa de control para disminuir las poblaciones de nematodos es el control cultural en la cual se realizan diversas

actividades agrícolas que son importantes para establecer proporcionar un suelo con baja infestación de nematodos.

2.2. Situaciones detectadas

El cultivo de pitahaya tiene una gran importancia en su distribución y perspectivas, debido a sus potencialidades para la comercialización y capacidad de aclimatación a ambientes no ideales, como es el caso del déficit de humedad en el suelo. El rendimiento potencial del cultivo de pitahaya puede ser afectado considerablemente por diferentes plagas y enfermedades, teniendo como principal problema a los nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* y *Trichodorus*.

La presencia de nematodos en el cultivo de pitahaya provoca la aparición de síntomas en las raíces de las plantas, los más comunes de los cuales pueden ser lesiones radiculares, nódulos o agallas, además de una ramificación inmoderada y daños en la punta de la raíz.

La mayoría de los productores de pitahaya no identifican de la mejor manera los síntomas y daños que ocasionan los nematodos fitoparásitos, lo cual esto ha contribuido al incremento de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, existiendo la necesidad aplicar diversas alternativas de control.

2.3. Soluciones planteadas

Es primordial dar a conocer a los productores de pitahaya sobre los principales nematodos fitoparásitos que generan daños directos e indirectos en los sistemas de producción.

Realizar un análisis nematológico de raíces y suelo en plantas afectadas con nematodos, para realizar un manejo adecuado dependiendo del nivel poblacional que se encuentre el cultivo y de esta manera dar una solución adecuada al agricultor.

La aplicación de un manejo integrado de nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya involucra diversos controles tales como: control biológico, control cultural y control químico, con la finalidad de disminuir las densidades poblacionales de los principales nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de pitahaya.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye lo siguiente:

Los principales nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de pitahaya son los del género *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* y *Trichodorus*.

Los nematodos fitoparásitos que afectan la producción del cultivo de pitahaya pueden ser controlados de forma adecuada mediante el control químico aplicando abamectina, la misma que es una sustancia de movimiento sistémico y de contacto que afecta el metabolismo de los nematodos fitoparásitos.

La aplicación del hongo *Paecilomyces lilacinus* permite parasitar adultos, huevos, y en menor volumen, juveniles en grado J2; siendo ampliamente utilizado en programas de control de nematodos fitoparásitos, permitiendo reducir las poblaciones de *Meloidogyne* spp.

La aplicación de residuos orgánicos en el cultivo de pitahaya, reducen las poblaciones de los nematodos fitoparásitos.

La inoculación de micorrizas en el cultivo de pitahaya reduce la aparición de los nematodos y su pasaje por las raíces, minimizando el enanismo debido a los nematodos nodulares.

Los aumentos del inóculo micorrícico se contemplan en amplios incrementos de la masa radicular, lo que dificulta la penetración y formación de agallas por medio de *Meloidogyne* spp.

La utilización de fertilizantes y la adición de enmiendas orgánicas se logró el incremento del rendimiento del cultivo de pitahaya infestadas de nematodos fitoparásitos, mediante la disponibilidad de nutrientes y la aportación de sustratos para la multiplicación de microorganismos de biocontrol en el suelo.

2.5. Recomendaciones

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Concientizar a los productores de pitahaya, que deben realizar análisis nematológicos para determinar las densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya.

Aplicar los métodos de control más eficientes para lograr disminuir las poblaciones de nematodos fitoparásitos en el cultivo de pitahaya.

Mejorar las labores agronómicas del cultivo de pitahaya para evitar infestaciones severas de nematodos fitoparásitos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andes, M. 2015. Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparásitos. *Ciencia y Medio ambiente* 12(5): 1-8.
- Agrios, G. 2014. *Fitopatología*. México.: 2da Edición. Grupo Noriega Editores.
- Barbosa, L. & Finlay, D. 2016. *Nematología de las plantas: fundamentos e importancia*. Sociedade Brasileira de Nematologia /SBN.
- Beltrán, V. 2015. Desarrollo de un proyecto para la creación de una microempresa de producción y comercialización de pitahaya ubicada en la comunidad de chinimpí, del cantón Palora, provincia de Morona Santiago. Tesis Ing. Agr. Ecuador. 148 p.
- Bongers, T. 2015. *Morfología de los nematodos*. México: Alejandro Esquivel. 45 p.
- Castaño, Z., Guzmán, P. & Villegas, E. 2012. Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Ucaldas* 6(2): 1-9.
- Cepeda, S. 2014. *Nematología agrícola*. México.: 1a. Edición. Ed. Trillas. 240 p.
- Chaves, M., Avenilo, J., Esquivel, A. & Staver, C. 2014. Densidad y Diversidad de Nematodos Fitoparásitos del Cultivo de pitahaya y su Relación con Variables Agroecológicas. Costa Rica. 60 p.
- Crozzoli, R. 2014. *La Nematología agrícola en Venezuela*. Universidad Central - Venezuela.: Ediciones de la Facultad de Agronomía. 98 p.
- Castillo, P. & Vovlas, N. 2014. *Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis Biology, Pathogenicity and Management*. Brasil. 87 p.
- Cedeño, A. 2021. Ocurrencia de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de Pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en la zona de Las Naves, provincia de Bolívar. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. UG. 75 p.

- Crow, W. 2014. Featured Creatures, Stubby-root nematode - *Trichodorus obtusus* Cobb. UF|IFAS UNIVERSITY of FLORIDA. Florida, EE.UU.
- Delgado, A., Pico, J., Navia, D. & Suárez, C. 2019. Prospección de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (*Cereus* sp) en el cantón Palora. *Ciencia y Tecnología* 6(3): 1-14.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Depósito de documentos de la FAO. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas (en línea). Consultado 06 jul. 2022. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s13.htm>
- Figueiredo, B., Santos, B., Soares, J., Ruas, P. & Carvalho, R. 2013. Aggressiveness of *Pratylenchus brachyurus* to Sugarcane, Compared with Key Nematode *P. zaeae*, *Nematropica*. 96 p.
- Graciela. 2018. Cámara de agricultura I Zona. Ecuador: Denominación de origen para la pitahaya amazónica de Palora. Quito, Ecuador.
- Guzmán, O., Pérez, L., Patiño, A. 2016. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* haw). *Investigación Agrícola* 16(2): 149-161.
- Gallegos, G., Cepeda, M., Hernández, F., Acosta, A., Velásquez, R. & González, E. 2015. Microorganismos Benéficos Asociados a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en Guayabo (*Psidium guajava* L). *Mexicana de Fitopatología* 12(5): 106-112.
- García, E. 2018. La pitahaya amarilla de Ecuador ya no es un producto minoritario (en línea). Consultado 06 jul. 2022. Disponible en <https://www.freshplaza.es/article/112647/la-pitahaya-amarillade-ecuador-ya-no-es-un-producto-minoritario/>

- Guzmán y Piedrahita, O. 2010. Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multincinctus* (Cobb) Golden Y *H. dihystrera* (Cobb) Sher, en pitahaya. Programa de Maestría en Fitopatología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. ISSN 0568-3076.
- Guzmán, O., Pérez, L. & Patiño, A. 2012. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* HAW). *Agricultura Tropical* 6(2): 1-12.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) 2020. Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana. Ecuador. 55 p. (Manual N°117).
- López, H. & Guido, A. 2012. Guía Tecnológica 6, Cultivo de la Pitahaya. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria-INTA. Managua, Nicaragua.
- Llerena, A. 2020. Agricultura digital en el cultivo de Pitahaya. *LATIN-AMERICAN JOURNAL OF COMPUTING* 7(1): 1-6.
- Lezama, A., Tapia, A., Muños, G. & Zepeda, V. 2017. El Cultivo de la pitahaya. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. SAGARPA. Puebla, México.
- López, R. 2018. Manual de nematodos fitoparásitos. Identificación de especies cuarentenarias. Quito – Ecuador. Proyecto Prometeo SENESCYT vinculado a los Laboratorios de Agrocalidad, Tumbaco. 180 p.
- Li, Q., Li, J., Yu, Q., Shang, Z. & Xue, C. 2020. Mixtures of fluopyram and abamectin for management of *Meloidogyne incognita* in tomato. *JOURNAL OF NEMATOLOGY* 52(8): 2020–2129.
- Mora, D. 2018. El cultivo de Pitahaya *Selenicereus megalanthus* Haw en temporada invernal. ICA, Colombia. 31 p.

- Moreno, A., Huertas, V., Diáñez, F., Santos, M. & Sánchez, B. 2020. Paecilomyces and Its Importance in the Biological Control of Agricultural Pests and Diseases. *Plants* 9(12): 1746.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2018. Cultivo de pitahaya (en línea). Consultado 06 jul. 2022. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/enpalora-morona-santiago-se-realiza-el-primer-censo-depitahaya/>
- Méndez, A. 2020. Mercado y consumo de fruta del dragón en 2020. AvoGo consulting.
- NEVAL. 2018. *Aphelenchus* spp. Laboratorio de Nematología NEVAL More than Labs. València, España.
- Palacino C. 2014. Interacción entre *Glomus manihotis* y *Meloidogyne* incógnita en pitaya aniarilla y roja bajo condiciones de vivero. *Cenicafé (Colombia)* 41(3): 80-90.
- Pinto, A. F. 2021. Hospitalidad de pitayao nematoid das galhas, *Meloidogyne* spp. Brasil. 54 p.
- Paz, R., Piedrahita. & Caycedo, J. 2015. Integrated management of root-knot nematodes [*Meloidogyne incognita* (kofoid & white) chitwood and *Meloidogyne mayaguensis* rammh & hirschmann] in seedling nurseries of guava (*Psidium guajava* linneo), Palmira ICA-1 variety. Integrated Management of Root-Knot Nematodes [*Meloidogyne Incognita* (Kofoid & White) Chitwood and *Meloidogyne Mayaguensis* Rammh & Hirschmann] in Seedling Nurseries of Guava (*Psidium Guajava* Linneo), Palmira ICA-1 Variety 19(2): 104–138.
- Towshend, J. 2015. Methods for evaluating to lesion nematodes *Pratylenchus* species. *Journal of Nematology* 4(2): 1-15.

- Talavera, M. 2013. Manual de Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. Conselleria d'Agricultura i Pesca de les illes Balears. Palma de Mallorca, Islas Baleares.
- Vásquez, M. & Bacalla, Y. 2018. Propuesta de modelo de negocio para mejorar el posicionamiento de mercado, asociación la flor de la pitahaya, Distrito de Churuja Amazonas. Tesis Ing. Agr. Chachapoyas, Perú. UNT. 125 p.
- Winfield, A. & Cooke, D. 2012. Nematode Vectors of Plant Viruses, The Ecology of Trichodorus. © Plenum Press. London, United Kingdom.