



unl

Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

**IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS
ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DEL CULTIVO DE
PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus Megalanthus*) EN
FINCAS PRODUCTORAS DEL CANTÓN EL PANGUI,
ZAMORA CHINCHIPE**

**Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniera Agrónoma**

AUTORA:

María del Cisne Armijos Armijos

DIRECTOR

Ing. Ángel Rolando Robles Carrión PhD.

Loja - Ecuador

2022

CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ángel Rolando Robles Carrion. PhD.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que luego de haber dirigido y revisado el trabajo de tesis titulado “**IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DEL CULTIVO DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus Megalanthus*) EN FINCAS PRODUCTORAS DEL CANTÓN EL PANGUI, ZAMORA CHINCHIPE**” previo a la obtención del título de ingeniera agrónoma, de la señorita egresada María **del Cisne Armijos Armijos**, se autoriza su presentación, debido a que la misma se sujeta a las normas y reglamentos generales de graduación exigidos por la Facultad Agropecuaria de la Universidad Nacional de Loja

En mi calidad de director de tesis que la investigación realizada ha sido trabajo de la señorita egresada.

Loja, 05 de noviembre de 2021



Ing. Ángel Rolando Robles Carrión. PhD.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **María del Cisne Armijos Armijos**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de la referida Tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula: 1105348468

Fecha: febrero, 2022

Correo electrónico: maria.d.armijos@unl.edu.ec

Teléfono: 2540701

Celular: 0988400674

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA DE PRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TEXTO COMPLETO

Yo, María del Cisne Armijos Armijos, declaro ser autora de la tesis titulada “**IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DEL CULTIVO DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus Megalanthus*) EN FINCAS PRODUCTORAS DEL CANTÓN EL PANGUI, ZAMORA CHINCHIPE**”, como requisito para optar al grado de **INGENIERA AGRÓNOMA**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los quince días del mes de febrero del dos mil veintidós.

Firma:



Autora: María del Cisne Armijos Armijos

Número de cedula: 1105348468

Dirección: Loja

Correo electrónico: maria.d.armijos@unl.edu.ec

Teléfono: 2540701

Celular: 0988400674

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Ángel Rolando Robles Carrión PhD.

Tribunal de Grado: PhD. Tulio Fernando Solano Castillo

(Presidente)

PhD. Jorge Isaac Armijos Rivera

(Vocal)

Mg.Sc. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco

(Vocal)

DEDICATORIA

De corazón dedico a Dios y la Virgen del Cisne esta tesis por permitirme llegar a culminar una de mis metas profesionales, dándome fuerzas para seguir adelante día tras día ante todas las adversidades durante este transcurso. Con mucho cariño y amor a mis padres: Orlando Armijos y Vilma Armijos por su apoyo incondicional, motivación ante los obstáculos presentados en mi formación académica; a mis hermanos: Norman A., Wilman A., Luis Armijos., por el apoyo incondicional en toda mi carrera profesional, así mismo, mi abuelita Ibelia Salinas y en memoria de mis abuelitos Ezequiel Armijos, Vicente Armijos y Cristina Salinas; a mi tío Segundo Armijos que con su cariño y comprensión supieron inculcarme sabiamente con valores, a mi sobrino Wilman Elián Armijos, por su cariño, amor y sacarme una sonrisa en los momentos difíciles. De igual manera, a Jorge Luis por sus consejos de superación, apoyo incondicional y ser un pilar muy importante en mi vida, infinitas gracias. Gracias a todos mis familiares, amigos, compañeros y personas quienes han aportado en brindarme el apoyo necesario y estar pendientes para cumplir esta meta.

Gracias a todos.

María del Cisne Armijos Armijos

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios y la Virgen del Cisne por darme la sabiduría y valentía, para poder culminar esta etapa académica.

Agradecer al director de mi tesis Ing. Ángel Rolando Robles Carrión PhD, por ofrecerme su ayuda y la posibilidad de realizar este trabajo bajo su dirección, por su apoyo infinita, paciencia, y en especial por el aporte con su importante experiencia y conocimientos durante todo el proceso investigativo.

De igual forma un agradecimiento a todas las autoridades de la Universidad Nacional de Loja, al personal docente, administrativo de la Carrera de Ingeniería Agronómica, por permitir que este sueño se haga realidad y permitirme dar un paso fuerte en mi formación profesional.

Así mismo, agradecer a AGROCALIDAD, por brindarme el apoyo y las facilidades para desarrollar la presente investigación en sus instalaciones; y de manera especial mi sincero agradecimiento los ingenieros Ing. Wilman Segundo Armijos Armijos e Ing. Marlon Oswaldo Pineda Escobar Mg, Sc, quien de forma desinteresada me brindaron su apoyo, asesoramiento y aporte con su importante experiencia, conocimiento en todo el proceso investigativo.

A los miembros del tribunal calificador, PhD. Tulio Fernando Solano Castillo presidente del tribunal, PhD. Jorge Isaac Armijos Rivera. y Mg.Sc. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco. vocales del tribunal, quienes con sus conocimientos permitieron mejorar este trabajo investigativo.

A todos mis amigos y compañeros de clase con quienes compartí muchas experiencias en mi vida estudiantil, gracias por su apoyo y su amistad que perdurará por toda la vida. Finalmente agradezco a mis padres, hermanos, y familiares que en los momentos más difíciles supieron brindarme la amistad, confianza, pero sobre todo ese espíritu de lucha constante y perseverancia, a fin de ser una de las mejores ingenieras agrónomas.

María del Cisne Armijos Armijos

ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| CARATULA..... | i |
| CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS..... | ii |
| AUTORÍA..... | iii |
| CARTA DE AUTORIZACIÓN..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE.. | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xv |
| 1. TÍTULO | 1 |
| 2. RESUMEN | 2 |
| 2.1. ABSTRACT | 3 |
| 3. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 4. MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 4.1. El Cultivo de Pitahaya | 7 |
| 4.1.1. Taxonomía del cultivo de pitahaya..... | 7 |
| 4.1.2. Características botánicas..... | 7 |
| 4.1.3. Distribución geográfica | 8 |
| 4.1.4. Importancia económica..... | 8 |
| 4.2. Interacciones en la Rizosfera | 9 |
| 4.3. Generalidades de los Nematodos Fitoparásitos de la Pitahaya..... | 9 |
| 4.3.1. Fases biológicas | 9 |
| 4.3.2. Sintomatología y tipos de daños ocasionados por nematodos fitoparásitos | 10 |
| 4.3.3. Tipos de alimentación en nematodos fitopatógenos | 10 |
| 4.3.3.1. <i>Nematodos ectoparásitos</i> | 10 |
| 4.3.3.2. <i>Nematodos semi – endoparásitos</i> | 11 |
| 4.3.3.3. <i>Nematodos endoparásitos migratorios</i> | 11 |
| 4.3.3.4. <i>Nematodos endoparásitos sedentarios</i> | 11 |
| 4.3.4. Mecanismos infecciosos | 11 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4.3.5. | Rango de hospederos de los géneros fitoparásitos asociados a cultivos hortícolas..... | 12 |
| 4.4. | Principales Nematodos Fitoparásitos asociados al Cultivo de Pitahaya..... | 13 |
| 4.4.1. | <i>Meloidogyne</i> spp..... | 13 |
| 4.4.1.1. | <i>Taxonomía y especie</i> | 13 |
| 4.4.1.2. | <i>Importancia económica de los nematodos agalladores Meloidogyne</i> spp..... | 13 |
| 4.4.1.3. | <i>Morfología de los nematodos agalladores Meloidogyne</i> spp..... | 14 |
| 4.4.1.4. | <i>Condiciones predisponentes de los nematodos agalladores Meloidogyne</i> spp..... | 14 |
| 4.4.2. | <i>Pratylenchus</i> spp..... | 15 |
| 4.4.2.1. | <i>Taxonomía y especie</i> | 15 |
| 4.4.2.2. | <i>Importancia económica de los nematodos Pratylenchus</i> spp..... | 15 |
| 4.4.2.3. | <i>Morfología de los nematodos Pratylenchus</i> spp..... | 15 |
| 4.4.2.4. | <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Pratylenchus</i> spp..... | 16 |
| 4.4.3. | <i>Helicotylenchus</i> spp..... | 17 |
| 4.4.3.1. | <i>Taxonomía y especie</i> | 17 |
| 4.4.3.2. | <i>Importancia económica de los nematodos Helicotylenchus</i> spp..... | 17 |
| 4.4.3.3. | <i>Morfología de los nematodos Helicotylenchus</i> spp..... | 17 |
| 4.4.3.4. | <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Helicotylenchus</i> spp..... | 18 |
| 4.4.4. | <i>Tylenchus</i> spp..... | 18 |
| 4.4.4.1. | <i>Taxonomía y especie</i> | 18 |
| 4.4.4.2. | <i>Importancia económica de los nematodos Tylenchus</i> spp..... | 18 |
| 4.4.4.3. | <i>Morfología de los nematodos Tylenchus</i> spp..... | 18 |
| 4.4.4.4. | <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Tylenchus</i> spp..... | 19 |
| 4.4.5. | <i>Tylenchorhynchus</i> spp..... | 19 |
| 4.4.5.1. | <i>Taxonomía y especie de los nematodos Tylenchorhynchus</i> spp..... | 19 |
| 4.4.5.2. | <i>Importancia económica de los nematodos Tylenchorhynchus</i> spp..... | 19 |
| 4.4.5.3. | <i>Morfología de los nematodos Tylenchorhynchus</i> spp..... | 19 |
| 4.4.5.4. | <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Tylenchorhynchus</i> spp..... | 20 |
| 4.4.6. | <i>Xiphinema</i> spp..... | 20 |
| 4.4.6.1. | <i>Taxonomía y especie de los nematodos Xiphinema</i> spp..... | 20 |
| 4.4.6.2. | <i>Importancia económica de los nematodos Xiphinema</i> spp..... | 20 |
| 4.4.6.3. | <i>Morfología de los nematodos Xiphinema</i> spp..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4.6.4. <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Xiphinema spp.</i> | 21 |
| 4.4.7. <i>Criconemoides spp.</i> | 21 |
| 4.4.7.1. <i>Taxonomía y especie de los nematodos Criconemoides spp.</i> | 21 |
| 4.4.7.2. <i>Importancia económica de los nematodos Criconemoides spp.</i> | 21 |
| 4.4.7.3. <i>Morfología de los nematodos Criconemoides spp.</i> | 21 |
| 4.4.7.4. <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Criconemoides spp.</i> | 22 |
| 4.4.8. <i>Aphelenchus spp.</i> | 22 |
| 4.4.8.1. <i>Taxonomía y especie de los nematodos Aphelenchus spp.</i> | 22 |
| 4.4.8.2. <i>Importancia económica de los nematodos Aphelenchus spp.</i> | 22 |
| 4.4.8.3. <i>Morfología de los nematodos Aphelenchus spp.</i> | 22 |
| 4.4.8.4. <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Aphelenchus spp.</i> | 22 |
| 4.4.9. <i>Trichodorus spp.</i> | 23 |
| 4.4.9.1. <i>Taxonomía y especie de los nematodos Trichodorus sp.</i> | 23 |
| 4.4.9.2. <i>Importancia económica de los nematodos Trichodorus sp.</i> | 23 |
| 4.4.9.3. <i>Morfología de los nematodos Trichodorus sp.</i> | 23 |
| 4.4.9.4. <i>Condiciones predisponentes de los nematodos Trichodorus spp.</i> | 23 |
| 4.5. Antecedentes de la Investigación..... | 24 |
| 5. METODOLOGÍA..... | 27 |
| 5.1. Localización del Estudio..... | 27 |
| 5.2. MATERIALES | 28 |
| 5.2.1. Materiales de campo | 28 |
| 5.2.2. Materiales y equipos de laboratorio..... | 28 |
| 5.3. MÉTODOS | 28 |
| 5.3.1. Metodología para el primer objetivo | 28 |
| 5.3.1.1. <i>Fase de campo</i> | 29 |
| 5.3.1.2. <i>Fase de laboratorio</i> | 29 |
| 5.3.2. Metodología para el segundo objetivo..... | 32 |
| 6. RESULTADOS | 36 |
| 6.1. Caracterización Morfométrica para la Identificación Taxonómica de los Nematodos Asociados al Sistema Radicular de la Pitahaya, en el Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe..... | 36 |
| 6.1.1. <i>Caracterización morfológica y morfológica del Meloidogyne incognita.</i> | 37 |

| | | |
|--------|---|----|
| a. | Medidas morfométricas | 37 |
| b. | Descripción morfológica | 37 |
| 6.1.2. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Helicotylenchus dihystra</i> | 38 |
| a. | Medidas morfométricas | 38 |
| b. | Descripción morfológica | 38 |
| 6.1.3. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Pratylenchus spp</i> | 39 |
| a. | Medidas morfométricas | 39 |
| b. | Descripción morfológica | 39 |
| 6.1.4. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Trichodorus spp</i> | 40 |
| a. | Medidas morfométricas | 40 |
| b. | Descripción morfológica | 40 |
| 6.1.5. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Tylenchorhynchus capitatus</i> | 41 |
| a. | Medidas morfométricas | 41 |
| b. | Descripción morfológica | 42 |
| 6.1.6. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Xiphinema spp</i> | 43 |
| a. | Medidas morfométricas | 43 |
| b. | Descripción morfológica | 43 |
| 6.1.7. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Aphelenchus spp</i> | 44 |
| a. | Medidas morfométricas | 44 |
| b. | Descripción morfológica | 44 |
| 6.1.8. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Criconemoides spp</i> | 45 |
| a. | Medidas morfométricas | 45 |
| b. | Descripción morfológica | 45 |
| 6.1.9. | <i>Caracterización morfométrica y morfológica del género Tylenchus spp</i> | 46 |
| a. | Medidas morfométricas | 46 |
| b. | Descripción morfológica | 46 |
| 6.2. | Densidad Poblacional de los Nematodos Fitoparásitos Asociados al Sistema Radicular en Plantaciones de Pitahaya en el Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe | 48 |
| 6.2.1. | Índices de daño radicular para los géneros <i>Meloidogyne, Helicotylenchus, Pratylenchus</i> | 48 |
| 6.2.2. | Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a las raíces del cultivo de pitahaya en fincas productoras del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe | 50 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 6.2.3. | Poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo asociados al cultivo de pitahaya en fincas productoras del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe | 52 |
| 7. | DISCUSIÓN | 55 |
| 7.1. | Identificación de Nematodos Asociados al Cultivo de Pitahaya en la Asociación de Pitahayeros del Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe..... | 55 |
| 7.2. | Índices de Daños Radiculares para los Géneros <i>Meloidogyne</i> , <i>Helicotylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i> | 56 |
| 7.3. | Población de Géneros de Nematodos Fitoparásitos en Suelo y Raíz de las Fincas Productoras de Pitahaya..... | 56 |
| 8. | CONCLUSIONES | 58 |
| 9. | RECOMENDACIONES | 59 |
| 10. | BIBLIOGRAFÍA | 60 |
| 11. | ANEXOS | 67 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| Tabla 1. | Taxonomía del cultivo de pitahaya | 7 |
| Tabla 2. | Producción nacional de pitahaya | 9 |
| Tabla 3. | Rango de hospederos de los géneros de nematodos fitoparásitos..... | 12 |
| Tabla 4. | Índices de daño radiculares por los géneros <i>Meloidogyne</i> , <i>Helicotylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i> | 49 |
| Tabla 5. | Poblaciones de los géneros <i>Meloidogyne</i> , <i>Helicotylenchus</i> , <i>Pratylenchus</i> en raíces de pitahaya. | 50 |
| Tabla 6. | Análisis estadístico poblaciones de nematodos identificados en las fincas productoras de pitahaya en raíces | 51 |
| Tabla 7. | Poblaciones de nematodos en suelo de los géneros asociados al cultivo de pitahaya en el cantón El Pangui, Zamora Chinchipe..... | 53 |
| Tabla 8. | Análisis estadístico mediante la prueba de Tukey de poblaciones de nematodos identificados en las fincas productoras de pitahaya en suelo..... | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Figura 1. | Ubicación de la zona de estudio en el cantón el Panguí..... | 27 |
| Figura 2. | Hembra <i>Meloidogyne incognita</i> . A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Cola..... | 37 |
| Figura 3. | Corte perineal del género <i>Meloidogyne incognita</i> . A: Clave del Patrón perineal para comparación, obtenida de (Sasser y Taylor, 1983). <i>M. incognita</i> ; B: Corte perineal (elaboración propia)..... | 38 |
| Figura 4. | Hembra <i>Helicotylenchus dihystra</i> . A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Vulva; D: Cola | 39 |
| Figura 5. | Hembra <i>Pratylenchus</i> spp. A: Región anterior; B: Cola..... | 40 |
| Figura 6. | Hembra del género <i>Trichodorus</i> spp. A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Vulva; D: Cola..... | 41 |
| Figura 7. | Hembra del género <i>Tylenchorhynchus capitatus</i> . A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Vulva; D: Cola..... | 42 |
| Figura 8. | Hembra del género <i>Xiphinema</i> spp. A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Cola..... | 43 |
| Figura 9. | Hembra del género <i>Aphelenchus</i> sp A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Vulva; D: Cola..... | 45 |
| Figura 10. | Hembra del género <i>Criconemoides</i> spp A: Cuerpo; B: Región anterior; C: Cola..... | 46 |
| Figura 11. | Hembra del género <i>Tylenchus</i> spp A: Cuerpo; B: Región anterior; C: espícula; D: Cola..... | 47 |
| Figura 12. | Plantación del cultivo de pitahaya. Cantón El Panguí | 70 |
| Figura 13. | Muestreo en plantas de pitahaya. Cantón El Panguí..... | 70 |
| Figura 14. | Ingreso de muestras al laboratorio. Agrocalidad Loja..... | 71 |
| Figura 15. | Tamices para procesar muestras de raíz y suelo. Agrocalidad Loja..... | 71 |
| Figura 16. | Extracción de suelo rizosférico de raíces, cortado y pesado (10 g) de raíces..... | 72 |
| Figura 17. | Secamiento de raíces de pitahaya..... | 72 |
| Figura 18. | Raíces con lesiones necróticas 25%(A), presencia de nódulos 75% (B) y baja presencia de lesiones necróticas 30% (C)..... | 73 |
| Figura 19. | Proceso de muestras por el método de platos calados Baerman modificado y para suelo el método de Stemerding..... | 73 |
| Figura 20. | Reposo de muestras de suelo mediante el método de embudo de Baerman..... | 73 |

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| Figura 21. | A: Materiales y equipos utilizados para la identificación y cuantificación de nematodos. B: Observación e identificación de géneros de nematodos de la suspensión de agua-nematodo..... | 74 |
| Figura 22. | Cortes perineales para la identificación del género <i>Meloidogyne</i> spp..... | 74 |
| Figura 23. | Escala de Bridge and Page 1980 para nematodos agalladores..... | 75 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|------------------|--|-----------|
| Anexo 1. | Registro de datos de primera salida de campo..... | 67 |
| Anexo 2. | Registro de datos de segunda salida de campo | 67 |
| Anexo 3. | Poblacion de nematodos fitoparasitos en suelo y raíz en el cultivo de pitahaya. ... | 68 |
| Anexo 4. | Analisis de varianza con Infostat para muestras de raices | 69 |
| Anexo 5. | Analisis de varianza con Infostat para muestras de suelo..... | 69 |
| Anexo 6. | Pantas muestreadas con sintomatología de nematodos fitoparásitos | 70 |
| Anexo 7. | Muestreo de nematodos fitoparásitos en fincas de pitahaya del cantón El Panguí – Zamora Chinchipe..... | 70 |
| Anexo 8. | Procesamiento de muestras en laboratorio..... | 71 |
| Anexo 9. | Evaluación de incidencia de agallamiento en raíces de plantas de pitahaya | 72 |
| Anexo 10. | Procesamiento de muestras en laboratorio..... | 73 |
| Anexo 11. | Cortes perineales del nematodo agallador | 74 |
| Anexo 12. | Escala de Bridge and Page 1980 para nematodos agalladores | 75 |
| Anexo 13. | Indice de agallamiento (IA) de los géneros <i>Meloidogyne</i> , <i>Helicotylenchus</i> y <i>Pratylenchus</i> | 76 |
| Anexo 14. | Escala de Taylor y Sasser (1978) para nematodos fitoparasitos..... | 77 |

**IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS
A LA RIZOSFERA DEL CULTIVO DE PITAHAYA AMARILLA
(*Selenicereus Megalanthus*) EN FINCAS PRODUCTORAS DEL
CANTÓN EL PANGUI, ZAMORA CHINCHIPE**

2. RESUMEN

Los nematodos fitoparásitos constituyen un factor muy importante a considerar, debido a que causan importantes pérdidas y disminución de la producción entre el 10 y 14 % en algunos países de la región. Su presencia junto a otros factores reduce considerablemente los rendimientos del cultivo, afectando los ingresos económicos de los productores. Los fitonematodos atacan sin dar señales de sintomatología y pueden llegar a impedir el paso de nutrientes y el normal crecimiento de la planta. Por tal razón, se planteó la presente investigación con el objetivo de identificar nematodos fitoparásitos asociados a la rizosfera de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalathus*) en 5 fincas productoras del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe. Para la identificación y caracterización se utilizaron las claves taxonómicas descritas por varios autores. La extracción y cuantificación de nematodos se realizó mediante el método del embudo de Baermann para muestras de suelo, mientras que para muestras de raíces se usó el método de Stemerding. Las muestras se procesaron en el laboratorio de Patología de la Dirección Distrital Agrocalidad Loja.

Los géneros de nematodos fitoparásitos identificados en muestras de suelo fueron 9: *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, *Tylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Trichodorus* spp, *Tylenchorhynchus* spp, *Aphelenchus* spp, *Xiphinema* spp y *Criconemoides* spp, de los cuales, los tres primeros géneros presentaron las más alta poblaciones *Helicotylenchus* spp (21679 individuos / 100 cc de suelo) 78.72 %, *Meloidogyne* spp (4196 individuos /100 cc de suelos) 15.24 % y *Tylenchus* spp (1305 individuos / 100 cc de suelo) 4.74 %. Por su parte, en raíces se encontraron únicamente 3 géneros: *Meloidogyne* spp, *Helicotylenchus* spp y *Pratylenchus* spp, donde, el nematodo agallador tuvo la mayor población (54460 individuos /10 g de raíces) 95.90 %.

Palabras clave: Fitonematodos, *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne* spp, población, pitahaya, identificación.

2.1. Abstract

Phytoparasitic nematodes are an important factor to consider because they cause significant losses and a decrease in production, 10-14 % in some countries. Its presence, together with other factors, considerably reduces crop yields, affecting the economic income of producers. For this reason, the present research was proposed with the objective of to identify phytoparasitic nematodes associated with the rhizosphere of yellow pitahaya (*Selenicereus megalathus*) in 5 farms in El Pangui canton, Zamora Chinchipe. The taxonomic keys described by several authors were used for identification and characterization. Extraction and quantification of nematodes was performed using the Baermann funnel method for soil samples, while the Stemerding method was used for roots. The samples were processed at the Nematology Laboratory of the Dirección Distrital Agrocalidad Loja. The genera of phytoparasitic nematodes identified in soil were 9: *Helicotylenchus spp*, *Meloidogyne spp*, *Tylenchus spp*, *Pratylenchus spp*, *Trichodorus spp*, *Tylenchorhynchus spp*, *Aphelenchus spp*, *Xiphinema spp* and *Criconemoides spp*, of which, the first three genera presented the highest populations *Helicotylenchus spp* (21679 individuals / 100 cc of soil) 78.72 %, *Meloidogyne spp* (4196 individuals /100 cc of soil) 15.24 %, and *Tylenchus spp* (1305 individuals / 100 cc of soil) 4.74 %. Only 3 genera were found in roots: *Meloidogyne spp*, *Helicotylenchus spp* and *Pratylenchus spp*, where, the root-knot nematode had the highest population (54460 individuals /10 g of roots) 95.90 %.

Key words: Phytonematodes, *Helicotylenchus dihystrera*, *Meloidogyne spp*, population, pitahaya, identification.

3. INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) tiene su origen en América Central y Sudamérica, se halla distribuida en México, Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador (Sotomayor *et al.*, 2019). Es una fruta tropical de gran demanda en el mercado nacional e internacional, su uso principal es alimenticio por su calidad, sabor y apariencia (Suárez *et al.*, 2012; Kondo *et al.*, 2013). Los mayores productores de esta fruta son: Colombia, Guatemala y Ecuador, quién introdujo por primera vez la pitahaya en mercados norteamericanos y europeos principalmente en Alemania, Suiza y España. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG (2019), en Ecuador aproximadamente existen 1 528 ha de pitahaya amarilla, con un rendimiento promedio de 7.6 t/ha (Vargas *et al.*, 2018), las exportaciones de esta fruta hasta el año 2019 fueron de 980 tm, referidas por el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (PROECUADOR, 2020). A nivel nacional la provincia de Pichincha es la zona de mayor producción, seguida de Morona Santiago, según estadísticas del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2020). Así mismo, existen áreas de cultivo en la provincia de Loja (Huachi *et al.*, 2015), Imbabura, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Napo, Pastaza, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro y la provincia de Zamora Chinchipe que cuenta con la mayor área de producción en el cantón el Pangui (Vásquez *et al.*, 2016).

Las áreas de producción del cultivo de pitahaya presentan suelos ácidos con un pH promedio de 6, textura arenosos silíceos, pobres en materia orgánica y drenaje natural por el escaso nivel freático que se encuentra muy próximo a la superficie del suelo. Presentan con gran frecuencia problemas fitosanitarios, ya que la alta pluviometría de sus zonas de cultivo genera un ambiente idóneo para la aparición y proliferación de plagas y enfermedades (Herrera *et al.*, 2014). Así mismo, los nematodos fitoparásitos constituyen un factor muy importante a considerar, debido a que causan importantes pérdidas y disminución de la producción entre el 10 y 14 % en algunos países de Centroamérica y Sudamérica entre ellos Ecuador (Salazar *et al.*, 2014). De la misma manera, la presencia de patógenos junto a otros factores reduce considerablemente los rendimientos del cultivo, afectando los ingresos económicos de los productores (Guzmán *et al.*, 2010).

Según Agrios (2005), los nematodos afectan a las plantas produciendo síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos. Los síntomas en la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones,

ramificación excesiva, puntas dañadas de raicillas y pudriciones cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias y hongos saprófitos o fitopatógenos.

Los principales géneros de nematodos fitoparásitos que afectan al cultivo de pitahaya son *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* los cuales causan el mayor daño a las raíces, alrededor del 97 %, seguido del género *Tylenchus* con el 3 % aproximadamente. *Meloidogyne* provoca agallas visibles que causa amarillamiento total de las plantas, interrumpiendo el crecimiento y reduciendo la producción. Por su parte, *Helicotylenchus* produce lesiones pequeñas circulares y alargadas de color café oscura en la epidermis de las raíces, lo cual ha provocado la disminución de la producción y aumentado los costos hasta un 50 % por el manejo fitosanitario (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP, 2020).

Muchos de los problemas fitosanitarios son provocados por el mal manejo agronómico y técnico de las plantaciones (Aguayo, 2012), debido al mal usos de maquinaria y herramientas manuales de labranza, utilizadas en las labores culturales, las cuales causan heridas a las raíces provocando la susceptibilidad al ataque de nematodos y desarrollo de más enfermedades (Mora, 2012).

En la provincia de Zamora Chinchipe no se reportan investigaciones enfocadas a la identificación y cuantificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya, por tanto, se formuló y planteó esta investigación con base en los siguientes objetivos.

Objetivos

Objetivo general

Identificar nematodos fitoparásitos asociados a la rizosfera de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalathus*) en el cantón El Pangui, Zamora Chinchipe.

Objetivos específicos

- Describir las características morfométricas que permiten la identificación taxonómica de los nematodos asociados al sistema radicular de la pitahaya, en el cantón El Pangui, Zamora Chinchipe.
- Determinar la densidad poblacional de los nematodos fitoparásitos asociados al sistema radicular en plantaciones de pitahaya en el Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. El Cultivo de Pitahaya

4.1.1. Taxonomía del cultivo de pitahaya

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de pitahaya

| | |
|-----------------|--|
| Reino | Plantae. |
| División | Magnoliophyta. |
| Clase | Equisetopsida C. Agardh. |
| Subclase | Magnoliidae Novák ex Takht. |
| Orden | Caryophyllales Juss. ex Bercht& J. Presl. |
| Familia | Cactaceae Juss. |
| Género | <i>Selenicereus</i> (A. Berger) Britton & Rose. |
| Especie | <i>Selenicereus megalathus.</i> |

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2020).

4.1.2. Características botánicas

El cultivo de pitahaya posee un sistema radicular subterráneo de 15 cm de profundidad, pero también tiene raíces aéreas que crecen en los filocladios y tienen la función de anclar en la superficie donde se apoyan. Los tallos son de color verde claro, presentan una estructura modificada denominada filocladio. Posee tres hendiduras formando tres lóbulos o tres tallos angulados, cuyas aristas son curvadas hacia el interior de la planta y en los extremos de las depresiones, también cuenta con una areola con 3 a 4 espinas (Vargas *et al.*, 2020). Las hojas son en forma de espinas delgadas, alargadas y subcónicas, que utiliza para trepar, nutrirse del sol, la humedad y la luz (Montesinos *et al.*, 2015).

Sus flores son de forma de trompeta, tubulares, hermafroditas y miden aproximadamente 15 - 30 cm de largo. Se localizan en la parte más alta de la planta, para alcanzar los rayos del sol. Su coloración es blanca, amarilla o rosa, la fecundación es de forma cruzada o auto fecundada, asimismo, en la parte inferior de la flor nacen grandes segmentos lanceolados, delgados y acuminados de color crema. Por otra parte, los frutos tienen forma ovoide y alargada, el tamaño promedio es de 8 y 12 cm, dependiendo del tipo del suelo, fertilidad y manejo del cultivo. El peso promedio es de 500 g y la maduración del fruto empieza desde la polinización, con una duración

entre 4 a 8 meses. Las semillas se encuentran en la pulpa del fruto de color negro, pequeñas, abundantes y están cubiertas por una sustancia mucilaginosa (Vargas *et al.*, 2020).

4.1.3. Distribución geográfica

La pitahaya amarilla (*S. megalanthus*) tiene su origen en América Central y Sudamérica, se encuentra distribuida en México, Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador (Sotomayor *et al.*, 2019). Es una fruta tropical de gran demanda en el mercado nacional e internacional, su uso principal es alimenticio por su calidad, sabor y apariencia (Suárez *et al.*, 2012; Kondo *et al.*, 2013). 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 (Muñoz, 2018).

MAG, (2019), menciona que, en Ecuador existen aproximadamente 1 528 ha de pitahaya amarilla, con un rendimiento promedio de 7.6 t/ha (Vargas *et al.*, 2018), las exportaciones hasta el año 2019 fueron de 980 t, (PROECUADOR, 2020). En la Amazonía ecuatoriana la producción a nivel regional se ubica en el cantón Palora, Morona Santiago (García, 2018). También existen áreas de este cultivo en Loja (Huachi *et al.*, 2015), Pichincha, Imbabura, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Napo, Pastaza, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Bolívar, El Oro y Zamora Chinchipe (Vásquez *et al.*, 2016). 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, (PROECUADOR, 2020).

4.1.4. Importancia económica

La pitahaya a nivel mundial tiene gran importancia en los mercados debido a su consumo por la calidad, sabor y apariencia (Muñoz, 2018). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (2018), menciona que la producción y la comercialización de frutas tropicales fue aproximadamente 75 % de la producción mundial, entre las cuales se encuentran la papaya, pitahaya, chirimoya, maracuyá, tomate de árbol, entre otras. Comercialmente la pitahaya es uno de los productos agrícolas con gran demanda a nivel mundial, produciendo ingresos anuales superior a los 11 mil millones de dólares en los países exportadores de manera directa e indirecta a personas involucradas en este cultivo.

MAG, (2019), la producción nacional de pitahaya fue aproximadamente de 1 528 ha, con una productividad alcanzada de 980 t; (PROEcuador, 2020), siendo la provincia de Pichincha la de mayor producción con 275 t, seguida de Morona Santiago 215 t, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Producción nacional de pitahaya

| Provincias | Superficie sembrada (ha) | Producción (t) |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Pichincha | 320 | 275 |
| Morona Santiago | 255 | 215 |

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG., 2019).

4.2. Interacciones en la Rizosfera

Según Brock, (1976), la rizosfera es una zona de interacción única y dinámica entre raíces de plantas y microorganismos del suelo, esta se caracteriza por el aumento de la biomasa microbiana y de su actividad. Consiste en un microbiota (bacterias, hongos y algas) y una micro y mesofauna (protozoos, nematodos, insectos y ácaros). Asimismo, la micro y mesofauna participan en procesos de descomposición en los ecosistemas, contribuyen significativamente con el catabolismo de sustancias nocivas en la rizósfera (Torres de los Santos, 2020)

4.3. Generalidades de los Nematodos Fitoparásitos de la Pitahaya

4.3.1. Fases biológicas

El ciclo biológico de los nematodos fitoparásitos generalmente es semejante, con seis etapas: huevo, cuatro estadios juveniles y adultos. Los huevecillos son incubados y se desarrollan en larvas, que van aumentando de tamaño en cada etapa de vida, siendo su estructura similar a los nematodos adultos. De las cuatro etapas larvianas, la primera muda se realiza en el huevecillo (es decir, del huevo eclosionan el segundo instar del juvenil) y, después de la última muda, se diferencian entre hembras y machos. Las hembras pueden producir huevecillos fértiles producto del apareamiento con un macho o en ausencia de este (partenogenéticamente). Los fitonematodos son los causantes de las enfermedades de la mayoría de las plantas cultivadas, los cuales necesitan un huésped para completar su ciclo de vida.

Por otro lado, el proceso de alimentación de los nematodos puede ser ectoparásito (fuera) o endoparásito (dentro) de la planta. En los nematodos endoparásitos como los del género *Pratylenchus* los juveniles y adultos entran y salen 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 completar su ciclo de vida (Talavera *et al.*, 2014).

4.3.2. Sintomatología y tipos de daños ocasionados por nematodos fitoparásitos

La presencia de los nematodos en el suelo provoca la aparición de síntomas en las raíces de las plantas, los más comunes son lesiones radiculares, nódulos y agallas, así como ramificación excesiva y lesión en la punta de las raíces (Castaño *et al.*, 2012). Las infecciones causadas por los nematodos van acompañadas por bacterias patógenas y hongos que provocan la pudrición de la raíz. Los síntomas característicos provocados por los nematodos en la raíz es el crecimiento reducido de las partes aéreas de la planta, síntomas de deficiencias nutricionales como coloración del follaje, marchitamiento excesivo y mala calidad de los productos provocando la disminución del rendimiento (Agrios, 2005).

4.3.3. Tipos de alimentación en nematodos fitopatógenos

Según Bekal y Lambert (2002), la mayoría de los nematodos fitoparásitos son patógenos de las raíces transmitidas por el suelo y algunas de las especies se alimentan de tejidos de brotes. Sasser, (1989), manifiesta que los nematodos fitoparásitos pueden atacar raíces, tallos, troncos, yemas, hojas, flores y semillas, el tejido afectado varía de acuerdo con la especie de fitonemato y el hospedante.

Según Bekal y Lambert (2002), existen siete tipos de estrategia de alimentación, utilizada por la mayoría de los nematodos fitoparásitos, los cuales son: ectoparásitos, semi-endoparásitos, endoparásitos migratorios, endoparásitos sedentarios, nematodos de tallo y bulbo, agallas de las semillas, nematodos foliares.

4.3.3.1. Nematodos ectoparásitos

Son los nematodos que se alimentan sin penetrar a las raíces (Crozzoli, 2014). En general, los ectoparásitos son de mayor tamaño y con estiletes más largos que los endoparásitos con el fin de penetrar el tejido de las raíces (Guzmán y Piedrahita, 2010). Los nematodos ectoparásitos se clasifican con base en el tamaño del estilete y se conocen como: ectoparásitos con estilete corto, los cuales se alimentan principalmente sobre la epidermis, células corticales y pelos absorbentes de las raíces, tales como: *Tylenchorhinchus*, *Trichodorus*, *Paratrichodorus* y algunas especies de *Helicotylenchus*; y ectoparásitos con estilete largo, el cual puede ser introducido profundamente dentro del tejido de las raíces según (Talavera *et al.*, 2014), principalmente en los ápices, llegando algunos nematodos a quedar inmóviles por largos períodos de tiempo, los más representativos de este grupo son: *Belonolaimus*, *Cacopaurus*, *Criconema*, *Criconemella*, *Dolichodorus*,

Hemicriconemoides, Hemicycliophora, Longidorus, Paralongidorus, Paratylenchus y *Xiphinema* (Castaño *et al.*, 2012).

4.3.3.2. Nematodos semi – endoparásitos

En el tipo de nematodos semi - endoparásitos sola la parte anterior penetra las raíces y la parte posterior permanece en contacto con el suelo. Así mismo, existen algunas formas que pueden penetrar parcialmente las raíces con la parte anterior de su cuerpo, la parte posterior de las hembras se proyecta desde las raíces y llega a adquirir forma abultada. De la misma forma, la cabeza de los nematodos penetra en la raíz y forma una célula de alimentación permanente. Especies con este tipo hábito son: *Tylenchulus semipenetrans*, *Rotylenchulus reniformis* y los géneros *Sphaeronema* y *Tylenchulus* (Castaño *et al.*, 2012).

4.3.3.3. Nematodos endoparásitos migratorios

Los géneros de nematodos penetran completamente al tejido de la planta, se mueven libremente a través de los tejidos de tallos, hojas, primordios florales o semillas (Castaño *et al.*, 2012). Según APS, (2013), los nematodos endoparásitos migratorios producen necrosis masiva en los tejidos de la planta debido a su alimentación y migración, así mismo, al alimentarse de la planta estos chupan el citoplasma de la célula a través de su estilete, provocando la muerte de la célula y la planta. En este grupo destacan los géneros: *Aphelenchoides*, *Bursaphelenchus* y *Ditylenchus*.

4.3.3.4. Nematodos endoparásitos sedentarios

Los nematodos se caracterizan por tener un estilete pequeño y delicado; en el caso de las hembras inmaduras y juveniles entran al tejido de la planta donde desarrollan un sitio de alimentación fijo e inducen la formación de un sofisticado sistema trófico de células de abrigo y depositan los huevos (Castaño *et al.*, 2012). Este tipo de nematodo está integrado a la raíz en todas sus etapas iniciales de desarrollo, con el pasar del tiempo estos sobresalen de la raíz. Por otra parte, una vez que se ha formado la célula de alimentación el nematodo se vuelve sedentario, debido a que los músculos somáticos se atrofian; los géneros que destacan dentro de este grupo son: *Globodera*, *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Nacobbus*, *Punctodera* y *Cactodera* (Bekal y Lambert, 2002).

4.3.4. Mecanismos infecciosos

Los nematodos fitoparásitos causan daño mecánico directo. Así mismo, la mayoría de los daños es causada por la secreción de saliva introducida en los tejidos de la planta cuando se alimentan. De la misma manera, ellos perforan la pared celular e inyectan saliva en el citoplasma y extraen

parte del contenido celular, finalmente se movilizan en el interior por pocos segundos (Agrios, 2005).

Cuando los fitonematodos ingieren producen una reacción en las células de las plantas afectadas, dando como resultado la muerte o debilitamiento de las raíces y yemas, así mismo, se forman lesiones y rompimiento de tejidos, abultamiento, agallas y deformaciones de tallos y hojas. Las manifestaciones sintomáticas son a causa de la descomposición del tejido afectado por la enzima del nematodo que causa desintegración del tejido y muerte de las células (Agrios, 2005).

4.3.5. Rango de hospederos de los géneros fitoparásitos asociados a cultivos hortícolas.

Tabla 3. Rango de hospederos de los géneros de nematodos fitoparásitos

| Género | Rango de hospedero | Referencia |
|-----------------------------|---|--|
| <i>Meloidogyne spp</i> | Tiene aproximadamente 3,000 hospederos, entre ellos cereales, hortalizas, frutas, leguminosas. | (Perry y Moens, 2009) (Córdova, 2012) |
| <i>Pratylenchus spp</i> | Incluye alrededor de 400 especies de hospedantes, entre las cuales están la pitahaya, maracuyá, frutales, gramíneas. | |
| <i>Helicotylenchus spp</i> | Posee un amplio rango de hospedantes como arroz, sorgo, cacao, papa, caña de azúcar, café, piña, maíz, té, maní, olivo, pitahaya. | (Figueiredo <i>et al.</i> , 2013). |
| <i>Tylenchus spp</i> | Los hospederos más frecuentes son frutales, cítricos, piña y pitahaya. | (INIAP, 2017). |
| <i>Tylenchorhynchus spp</i> | tabaco, pitahaya, plantas ornamentales, cereales, coníferas, maíz, algodón, café, arroz, caña de azúcar. | (López, 2018) |
| <i>Xiphinema spp</i> | Rosáceas, solanáceas, cucurbitáceas, poáceas, vitáceas, tales como vid, higueras y rosas | (Crozzoli, 2014) |
| <i>Criconemodides spp</i> | Cultivos perennes, ciclo corto, plantas leñosas y el césped. | (Crozzoli, 2014) |
| <i>Aphelenchus spp</i> | Maní, palmera areca, frutales | (Cepeda, 1996) |
| <i>Trichodorus spp</i> | Frutales, hortalizas, arboles maderables. | (Gómez y Castillo, 1998). |

4.4. Principales Nematodos Fitoparásitos asociados al Cultivo de Pitahaya

4.4.1. *Meloidogyne* spp.

4.4.1.1. *Taxonomía y especie*

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Género: *Meloidogyne*

Especies: 133 especies Hunt y Handoo (2009).

Hunt y Handoo (2009), relacionaron más de 130 especies del género *Meloidogyne*, distribuidas en todo el mundo. De ellas, 10 son importantes por los daños económicos que provocan, pero sobresalen cuatro especies por su amplia distribución y daños. Estas especies son: *M. incognita* (Kofoid y White), *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood y *M. hapla* Chitwood, las dos primeras son comunes en climas tropicales, *M. arenaria* es frecuente en climas subtropicales y *M. hapla* en regiones templadas, aunque también puede encontrarse en las regiones tropicales altas (Pinto, 2021).

En los últimos años, varios estudios han encontrado que las especies *M. incógnita* y *M. exigua* han tenido gran porcentaje de presencia y dispersión en las zonas productoras de la Amazonia Ecuatoriana. De la misma manera, debido a su importancia económica provoca daños a los cultivos disminución de la producción entre ellos pitahaya, café, banano, hortalizas y frutales tropicales (Tigano *et al.*, 2010).

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

El género *Meloidogyne* es considerado uno de los más agresivos en el mundo, con 100 especies descritas, aproximadamente (Mitkowski y Abawi, 2003). Solo seis especies son responsables del 95 % de los daños en cultivos, siendo *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood, y *Meloidogyne hapla* Chitwood, las más importantes por su extensa distribución (Crozzoli, 2014; Gallegos *et al.*, 2009).

Las pérdidas de cultivo estimadas mundialmente, debidas a *Meloidogyne* y a otros nematodos, es de más o menos 36 %. Esta cifra no significaría mucho si estuviese distribuida equitativamente. Pero no es así, la mayor parte de la pérdida afecta a quienes menos pueden soportarla, es decir, a los pequeños agricultores de los países en desarrollo. Sus pérdidas pueden ser de 11 % a 15 % sobre grandes áreas de tierras de cultivo.

Las pérdidas en rendimientos en el cultivo de pitahaya por causa de *Meloidogyne* spp. son en promedio 13 %; pero, en determinadas condiciones, principalmente climáticas y edáficas, puede ser hasta de 100 % (Salazar *et al.*, 2014).

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

Agrios (2005) menciona que los machos de *Meloidogyne incognita*, son vermiformes y miden aproximadamente de 1.2 a 1.5 mm de largo por 0.30 a 0.36 mm de diámetro. Las hembras tienen forma de pera y un tamaño aproximado de 0.40 a 1.30 mm de largo por un ancho de 0.27 a 0.75 mm, cada hembra deposita aproximadamente 500 huevecillos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce. López, (2018), señala que las hembras son de color blanco, con cuellos alargados y delgados, estiletos bien desarrollados, perillas basales y los machos son delgados, semejantes a gusanos.

4.4.1.4. Condiciones predisponentes de los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp

En regiones tropicales, donde la temperatura no varía grandemente entre estaciones, *Meloidogyne* spp., puede reproducirse constantemente en la presencia de un hospedero y humedad favorable en el suelo. Con suficiente aireación en el suelo y una adecuada humedad necesarios para el movimiento y la infección, suelos arenosos o bien estructurados y drenados, combinados con un régimen apropiado de irrigación o suficiente lluvia, favorece la reproducción del nematodo. *Meloidogyne* spp., es encontrado en suelos arenosos o franco arenosos (Taylor y Sasser, 1983).

4.4.2. *Pratylenchus* spp.

4.4.2.1. *Taxonomía y especie.*

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Chromadorea

Orden: Tylenchida

Familia: Hoplolaimidae

Género: *Pratylenchus*

Especie: *Pratylenchus* spp. (Integrated Taxonomic Information System, 2013).

Las especies de importancia económica de este género son *P. brachyurus*, *P. zaeae*, *P. coffeae*, *P. penetrans*, *P. thornei* y *P. neglectus*; mismos que se encuentran distribuidos en diferentes cultivos de importancia agrícola (ITIS, 2013).

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

La importancia en pérdidas económicas provocadas por *Pratylenchus* está relacionada directamente con el hospedante y la especie (García, 2018). En Brasil, en caña de azúcar, papaya y otros frutales, se determinó a *P. brachyurus* más agresivo que *P. zaeae*, dado que el daño provocado por poblaciones iniciales de 10 individuos de *P. brachyurus* fue parecido al daño causado por 10 000 de *P. zaeae* (Figueiredo *et al.*, 2013).

4.4.2.3. *Morfología de los nematodos Pratylenchus spp.*

Pratylenchus posee características morfológicas que permiten diferenciarlo de otros géneros. La estructura cefálica se caracteriza por ser plana. El estilete es corto y oscuro. El esófago traslapa ventralmente con el intestino (Castillo y Vovlas, 2007).

Según Crozzoli, (2014), los estadios juveniles de *Pratylenchus* normalmente poseen los mismos caracteres que los adultos, pero no cuentan con órganos reproductivos desarrollados que hace difícil su identificación. Por su parte Castillo y Vovlas (2007), mencionan que las hembras tienen cuerpo moderadamente delgado, casi recto en reposo, los campos laterales tienen cuatro líneas, la región labial se desplaza ligeramente del cuerpo, posee protuberancias en el estilete redondeadas, el poro excretor se encuentra opuesto a la unión faringo-intestinal con dos anillos corporales, la cola es generalmente redondeada con punta lisa con 15 – 27 anillos. El macho es más pequeño que la hembra, tiene cuatro líneas laterales que terminan en bursa, las espículas son delgadas y bien

marcadas ventralmente arqueados, la cola es dos veces más que el diámetro del cuerpo cloacal. Las hembras y machos presentan la siguiente anatomía, según Crozzoli, (2014),

Hembra: región cefálica ligeramente contrastada, redondeada y conformada por dos anillos, el sistema reproductivo de la hembra consta de un saco uterino dirigido gonadal y post-vulval, la vulva se ubica aproximadamente 78 % de la región cefálica. Estilete robusto con protuberancias basales anchas y redondas. Margen externo de la estructura cefálica ligeramente esclerotizado extendiéndose lateralmente en el cuerpo por el alto de un anillo. Campos laterales marcados por cuatro líneas longitudinales. Fasmidios ubicados cerca de la mitad de la cola, la cual se va estrechando hacia el extremo, terminando de forma redondeada y lisa.

Macho: posee espícula delgada y ventralmente cóncava similar a la hembra. Fasmidios apenas posteriores a la mitad de la cola. Estilete más débil que el de la hembra.

4.4.2.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Pratylenchus* spp.

El género *Pratylenchus* puede encontrarse en cualquier continente. Algunas especies habitan en climas templados, otras en tropicales y algunas se adaptan a ambas condiciones. La distribución es independiente de la presencia de plantas hospederas y factores abióticos como la temperatura (Barbosa y Finlay, 2016).

Según Chávez *et al.*, (2014), en trabajos desarrollados en Costa Rica, encontró que la mayor densidad poblacional de *Pratylenchus* está asociada con mayor cantidad de lluvia (1248 mm), mayor altitud (1175 msnm), mayor porcentaje de arena (40 a 52 %) y menor porcentaje arcilla (10 – 26.6 %).

4.4.3. *Helicotylenchus* spp.

4.4.3.1. *Taxonomía y especie.*

Según Fortuner *et al.*, (1987), este género de nematodos tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Hoplolaimidae

Género: *Helicotylenchus*

Especie: *Helicotylenchus* spp.

De todas las especies de *Helicotylenchus* identificadas, *H. dihystray* *H. multicinctus*, son las que revisten la mayor importancia desde el punto de vista agrícola (Crozzoli, 2014); y la especie que frecuenta el cultivo de pitahaya.

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

El género *Helicotylenchus* contiene más de 160 especies, siendo uno de los más abundantes del orden *Tylenchida*, al cual pertenece la mayoría de nematodos fitoparásitos (Guzmán y Piedrahita, 2010).

De acuerdo con las frecuencias y densidades poblacionales, durante el año y en las zonas productoras de musáceas en cada país, *Helicotylenchus* es la especie fitoparásito más abundante, constituyendo entre el 85 y 98 % de la población de nematodos en raíces y cormos; sin embargo, ésta puede cambiar según el cultivo, variedad y las condiciones agroecológicas (Agrios, 2011).

4.4.3.3. *Morfología de los nematodos Helicotylenchus* spp.

La longitud del cuerpo de las hembras es de 0.47 – 0.53 mm (promedio de 0.50 mm), es arqueado con forma de C cuando está relajado; posee anulaciones distintivas, cerca de 1.5 μ m de ancho en la mitad del cuerpo, campos laterales no aureolados, con 4 incisuras, aproximadamente una cuarta parte del ancho del cuerpo. Una región labial hemisférica, ligeramente compensada, con 3-5 (usualmente 4) anulaciones y una depresión oral prominente terminal, marco cefálico fuertemente esclerotizado, con conspicuas márgenes exteriores extendiéndose posteriormente a través de 3 a 4 anulaciones del cuerpo, las cuales son mucho más estrechas en esa región que en las otras.

El cuerpo de los machos tiene una longitud de 0.43 – 0.55 mm, similar a la hembra, excepto el dimorfismo sexual, son abundantes. Poseen un solo testículo, extendido anteriormente, espermatozoides pequeños y redondeados, espermateca pequeña redondeada (López, 2018).

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

Según López (2018), *H. dihystra* puede sobrevivir 6 meses en suelo almacenado en sacos de plástico a temperaturas tan altas como 18-24 °C en bodegas y tan bajas como 1.1-1.4 °C en refrigeradores, pero a una temperatura del suelo de 24 a 35 °C no sobrevive 80 días.

H. multicinctus puede sobrevivir en suelo sin plantas hospedantes por 4 meses en ambiente de laboratorio. Esta capacidad le permite al nematodo parasitar e incrementar sus poblaciones en las raíces secundarias ramificadas y superficiales de diferentes especies de plantas (Salazar *et al.*, 2014).

4.4.4. *Tylenchus* spp.

4.4.4.1. Taxonomía y especie.

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Chromadorea

Orden: Tylenchida

Familia: Tylenchulidae

Género: *Tylenchus*

Especie: *Tylenchus* spp.

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

El nematodo de los cítricos se encuentra en todas las regiones de producción de cítricos en el mundo. En Chile se ha identificado en más del 90 % de las plantaciones de naranjo y limoneros (Gorden, 1971). Altas poblaciones de nematodos pueden afectar la producción Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, (2017).

Las pérdidas de cultivos inducidas por este tipo de nematodos en los campos de Florida oscilan entre el 10 - 20 %, mientras que en condiciones áridas y de alta salinidad presentes en los estados occidentales pueden alcanzar el 50 % (Barbosa y Finlay, 2016).

4.4.4.3. 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 (López, 2018).

Por su parte, Bongers, (2015), menciona que el nematodo *Tylenchus* es grande, presenta una cola menos filiforme y su hábito es en forma de C.

4.4.4.4. 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 (Towwshend, 1987).

4.4.5. *Tylenchorhynchus* spp.

4.4.5.1. Taxonomía y especie de los nematodos *Tylenchorhynchus* spp.

Reino: Animalia
Phylum: Nematoda
Clase: Secernentea
Orden: Tylenchida
Superfamilia: Tylenchoidea
Familia: Belonolaimidae
Subfamilia: Telotylenchinae
Género: *Tylenchorhynchus*

4.4.5.2. Importancia económica de los nematodos *Tylenchorhynchus* spp.

El nematodo *Tylenchorhynchus*, habita en todas las regiones de producción de cítricos, tabaco, plantas ornamentales, cereales, coníferas, maíz y algodón en el mundo. Las pérdidas de cultivos inducidas por este tipo de nematodos en los campos de México oscilan entre el 48 – 57 %, obteniendo bajo rendimiento en la producción de pitahaya (Morales, 2017).

4.4.5.3. Morfología de los nematodos *Tylenchorhynchus* spp.

Según Morales, (2017), los nematodos del género *Tylenchorhynchus* producen lesiones de color marrón en el sitio de alimentación en las raíces y puede causar el retraso del crecimiento grave y clorosis. Cuerpo de tamaño mediano marco cefálico leve a muy esclerotizado. Campo lateral con dos, tres, cuatro o cinco líneas crestas longitudinales a veces presentes en el cuerpo, la cola es casi tres veces más largo que ancho a veces con la cutícula más gruesa en la porción 15 a 30 µm de largo y delgado estilete que presenta perillas fuertes, con el cono casi tan largo como el eje, a veces

en forma de aguja, las glándulas esofágicas vinculadas por una membrana en un bulbo basal de gran tamaño.

4.4.5.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Tylenchorhynchus* spp.

El nematodo *Tylenchorhynchus* se adapta de mejor manera a suelos franco arenoso o franco. En la medida que las plantas se desarrollan en condiciones de suelos contaminados, exceso de riego o fuertes lluvias provocan escorrentía que transportan a nematodos contaminando otros suelos y plantas (Neval, 2017).

4.4.6. *Xiphinema* spp.

4.4.6.1. Taxonomía y especie de los nematodos *Xiphinema* spp.

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Enoplea

Orden: Dorylaimina

Familia: Longidoridae

Género: *Xiphinema*

Especie: incluyen al menos 87 especies, las que a criterio de Magunacelaya y Dagnino (1999), más de 70 son válidas, la mayoría de ellas con importancia económica no bien estudiada, salvo especies como *Xiphinema index*, importante responsable de la decadencia de huertos de higuera y viñedos. Otras especies de gran importancia son: *Xiphinema americanum* (Cobb), *Xiphinema insigne* (Loos), *Xiphinema index* (Thorne y Allen), *Xiphinema longicaudatum* (Luc), *Xiphinema simillimum* (Loof y Yassin), *Xiphinema vulgare* (Tarjan).

4.4.6.2. Importancia económica de los nematodos *Xiphinema* spp.

Xiphinema index es uno de los nematodos fitoparásitos de mayor importancia para la vid, ya que puede provocar daños directos en las raíces. Además, es vector de virus. Se ha identificado en prácticamente todas las regiones donde la vid es cultivada, incluyendo Chile (INIA, 2017).

4.4.6.3. Morfología de los nematodos *Xiphinema* spp.

Su principal característica es el odontostilete largo, delgado y grueso en la base, con anillo guía a media distancia o cerca de la base, la cola es truncada y redondeada o con proyecciones en la cara ventral en hembras y machos (Espinosa *et al.*, 2004). Son nematodos de 3 a 5 mm de longitud en su adultez. Internamente, cuentan con un esófago cuya parte anterior es angosta y una posterior

ensanchada, con glándulas esofágicas en sus paredes, característica que los distingue de otros nematodos (Dropkin, 1989).

4.4.6.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Xiphinema* spp.

El nematodo *Xiphinema* se adapta a condiciones con periodos prolongados a sequias y malas características del suelo por ejemplo suelos pocos profundos y de textura arenosa que hacen que los nematodos se desarrollen con mayor facilidad. Los síntomas característicos que produce este género de nematodo es clorosis y falta de vigor en algunos frutales (Dropkin, 1989).

4.4.7. *Criconemoides* spp.

4.4.7.1. Taxonomía y especie de los nematodos *Criconemoides* spp.

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Criconematidae

Género: *Criconemoides*

Especie: *Criconemoides lizarbus* (Van den Berg y Marais), *Criconemoides tiaraensis* (Crozzoli y Lamberti) (Escuer y Bello, 1996).

4.4.7.2. Importancia económica de los nematodos *Criconemoides* spp.

Algunas especies son responsables de daños restringidos a determinados cultivos en algunos países o continentes, como *Criconemoides ornata* en (EE.UU., África) y *Criconemoides onoensis* en arroz (India, EE.UU., África), pero *Criconemoides xenoplax* es la única que se considera realmente como un problema fitosanitario en Estados Unidos y Brasil, desempeñando un papel importante en la aparición de una enfermedad compleja de la cultura referida como "muerte temprana del melocotón" (Barbosa y Finlay, 2016).

4.4.7.3. Morfología de los nematodos *Criconemoides* spp.

Las hembras poseen una cutícula fuertemente estriada, a veces con ornamentaciones, raramente con doble cutícula. La región cefálica es sustituida por un plato labial y, en algunos casos, lóbulos submedianos y/o pseudolabios. Las protuberancias basales del estilete tienen forma de ancla. El largo total del cuerpo es de (63-82 μm) y la longitud del estilete es de 63-82 μm (Crozzoli, 2014) El macho es de cuerpo delgado y corto (344 μm), la parte anterior es redondeada, no presenta

estilete, esófago degenerado, espículas cortas (39 µm), suavemente curvadas. Bursa débilmente desarrollada, excepcionalmente ausente. Cola terminada en punta (OIRSA, 2003).

4.4.7.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Criconemoide* spp.

El nematodo *Criconemoide* se encuentran en suelos arenosos y con pH alcalinos, prefieren suelos húmedos con escaso contenido de materia orgánica (Crozzoli, 2014).

4.4.8. *Aphelenchus* spp.

4.4.8.1. Taxonomía y especie de los nematodos *Aphelenchus* spp.

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Aphelenchida

Familia: Aphelenchidae

Género: *Aphelenchus* (Thorne, 1961).

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

Es un género de tipo parásito que vive en el suelo, pero algunas especies pueden vivir como ecto y endoparásitos sobre hojas, yemas y bulbos de plantas. Ciertas especies que viven en el suelo no completan su ciclo biológico y no sobreviven al invierno. En ciertos casos a este nematodo solo se lo puede encontrar en restos de bulbos, hojas, semillas de las plantas hospederas (Cepeda, 1996).

4.4.8.3. Morfología de los nematodos *Aphelenchus* spp.

Los machos tienen una longitud aproximada de 0.8 mm, por su parte las hembras su longitud es de 10 mm. Presenta estilete y nódulos pequeños, el bulbo es grande y redondo que ocupa toda el área del cilindro esofágico, la glándula esofágica generalmente se extiende hacia la parte anterior del intestino. La vulva de la hembra se encuentra del 70 a 75 % de la parte anterior de la cabeza, así mismo, la hembra posee ovario monodélfico-prodélfico no reflejado, la cola es redonda y en los machos tiene un ángulo agudo y redonda. Los machos tienen espícula la cual es ligeramente arqueada (Cepeda, 1996).

4.4.8.4. Condiciones predisponentes de los nematodos *Aphelenchus* spp.

El nematodo *Aphelenchus* se desarrolla en ambientes húmedos, en presencia de agua de lluvia o riego se disemina a otras áreas infectando a los cultivos. Los restos de vegetales son la principal fuente de inóculo como las semillas. Este género de nematodo tiene mayor incidencia en poca

lluviosa, debido a la neblina y lluvia se crea un microclima favorable para el nematodo, el daño que provoca es principalmente en flores, frutos y plantas ornamentales (Crozzoli, 2014).

4.4.9. *Trichodorus spp.*

4.4.9.1. *Taxonomía y especie de los nematodos Trichodorus sp.*

Reino: Animalia

Filo: Nematoda

Clase: Enoplea

Orden: Triplonchida

Familia: Trichodoridae

Género: Trichodorus

Especie: Existe 47 especies conocidas del género *Trichodorus*.

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

Este género causa arraigamiento de las raíces, además transmite tobnavirus incluyendo el virus del cascabel del tabaco, así como el virus del pardeamiento temprano del guisante. *Trichodorus sp* ha causado daños en cultivares de cebolla en los países bajos (Decraemer, 2011).

4.4.9.3. *Morfología de los nematodos Trichodorus sp.*

Son nematodos de aspecto robusto de longitud entre 0.4 – 0.8 mm, su cutícula es fina, el estilete u onquiostilo tiene entre 35 – 52 um, con una prolongación de un diente dorsal en forma curvada. Las hembras poseen la apertura vulvar en forma transversal en la parte media con una fuente esclerotización vaginal y dispuestas en forma inclinada. Por su parte, los machos tienen la región caudal curvada, presentan 3 papilas cervicales ventromedianas, son ectoparásitos migratorios en las raíces y son los causantes de transmitir virus vegetales como el tobnavirus (Gómez y Castillo, 1998).

4.4.9.4. *Condiciones predisponentes de los nematodos Trichodorus spp.*

El nematodo *Trichodorus* es de tipo polífagos que se parasitan en un gran número de plantas. Las condiciones para que se desarrolle este tipo de nematodo son suelos húmedos y se dispersan mediante agua de riego o por el transporte de suelo infectado (Gómez y Castillo, 1998).

4.5. Antecedentes de la Investigación

Guzmán *et al.*, (2012), realizaron estudios sobre reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla en el Valle del Cauca (Colombia) en 22 fincas productoras y los resultados indican que los nematodos presentes en suelo y raíces fueron: *Helicotylenchus dihystera*, *Meloidogyne* spp, *Dorylaimus* spp, *Tylenchus* spp, *Aphelenchus* spp y *Pratylenchus* spp. Asimismo, determinaron que el nematodo *H. dihystera* presentó la población mayor con 12360 individuos/100 g de raíces y suelo, seguido por *Meloidogyne* con 2.742 estados juveniles (J2) /100 g de raíces y suelo.

Salazar *et al.*, (2014), realizaron una investigación para identificar nematodos fitoparásitos asociados al suelo del banco de germoplasma de pitahaya en el lote de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Los géneros de nematodos identificados en 9 plantas de pitahaya fueron: *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Ditylenchus* y *Hoplolaimus* con un porcentaje de 100, 78, 33, 22, 22 y 11 %, respectivamente. Además, determinaron que el género con mayor población es *Helicotylenchus* con una cantidad que varía de 92 – 142 nematodos/100 g de suelo y *Hoplolaimus* spp tuvo la menor cantidad de individuos con 8 nematodos/100 g de suelo.

Zhang *et al.*, (2017), llevaron a cabo una investigación en una plantación de pitahaya en la provincia de Nanning (China), donde recolectaron muestras de suelo y raíces. Los resultados indican que las densidades de poblaciones oscilan entre 13 y 25 nematodos por gramo de raíces frescas y 107 a 446 nematodos por 100 g de suelo del género *Tylenchorhynchus* spp, en 44 muestras analizadas.

Delgado *et al.*, (2019), realizaron un estudio en 21 fincas productoras de pitahaya amarilla en el cantón Palora, con el objetivo de determinar los géneros de nematodos presentes en las raíces, rizosfera y suelo del cultivo. Como resultado luego de la caracterización morfológica identificaron tres géneros de fitonematodos destacando en el 97 % de las muestras *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* y un 3 % *Tylenchus* en 10 g de raíces y 100 cm³ de suelo. Asimismo, el género con la mayor densidad poblacional y con más de dos especies fue *Helicotylenchus* spp. con 560 individuos conocido como el nematodo espiral, *Meloidogyne* sp., se presentó con una población inferior de 329 larvas debido probablemente a que las raíces estaban deterioradas. Por otra parte, también observaron la presencia de nematodos vectores de virus como *Xiphinema* spp y *Paratrichodorus* spp.

Castaño *et al.*, (1991), llevaron a cabo una investigación con el objetivo de identificar y cuantificar los géneros de nematodos asociados con pitahaya en diferentes localidades de Cauca, Valle y Quindío (Colombia). Los resultados obtenidos indican que el nematodo *Meloidogyne* spp presentó 81,4 y 64,6 % en muestras de suelo y raíces respectivamente, seguido de *Helicotylenchus* spp. con 81,6 y 29,3 %. Por su parte, *Trichodorus* spp., *Hoplotylus* spp. y *Hernycicliophara* spp, se encontraron asociados con suelo. También observaron a nivel de raíces nudosidades inducidas por *Meloidogyne* spp y en condiciones muy severas. Por otro lado, las más altas poblaciones en raíces correspondieron al género *Meloidogyne* spp con un promedio de 877 nematodos/10 g de raíz, seguido de *Helicotylenchus* spp. En muestras de suelo *Helicotylenchus* spp presentó un promedio de 196,6 individuos/100 cm³ de suelo. Además, en este estudio las especies predominantes encontradas fueron: *Meloidogyne incognita*, *Helicotylenchus dihystra* y *Tylenchorhynchus martinii*.

Palacino (1990), en su estudio sobre Interacción entre *Glomus marihotis* y *Meloidogyne incognita* en pitahaya amarilla y roja bajo condiciones de vivero realizado en Caldas (Colombia), concluyó que la pitahaya amarilla es más susceptible al ataque de *Meloidogyne incognita* reduciendo el peso fresco y seco de la parte aérea y la altura. Además, observó en muestras de raíces la formación de nudosidades, lo que permitió determinar un rango de daño entre 60 – 80 % en la mayoría de muestras.

Rincón *et al.*, (1989), en su investigación manifiestan que *Meloidogyne* spp. tuvo una población promedio de 1200 nemátodos/10 g de raíces y 302 nemátodos/100 g de suelo, mientras *Helicotylenchus* spp. alcanzó una población promedio de 42/g de raíces y 196 nemátodos/100 g de suelo. Además, concluyen que el nemátodo agallador, *Meloidogyne* spp., penetra en las raíces, encuentra un sitio adecuado para la alimentación, se torna sedentario e induce la formación de agallas que son visibles a la vista y variables en tamaño. Asimismo, determinaron que este nematodo provoca lesiones a las raíces en un rango de 65 – 80 % de daño.

Luc *et al.*, (2005), menciona que el nematodo *Helicotylenchus* spp. es un ectoparásito, semiendoparásito o endoparásito. Este nematodo forma lesiones pequeñas circulares y alargadas de color café oscuras a negras en la epidermis de las raíces. Las plantas de pitahaya amarilla en la parte aérea presentan síntomas similares a los producidos por *Meloidogyne* spp. como amarillamiento generalizado de la planta, cese de su crecimiento y disminución de la producción.

Pinto, (2021), en su estudio desarrollado en Brasil sobre hospitalidad del nematodo agallador *Meloidogyne* spp en pitahaya, señala que el fitonematodo desarrolla agallas de 0.5 – 2 mm, además determinó que *M. incognita* produce un promedio de 139.5 agallas en muestras de raíz.

Lezaun, (2016), menciona que el desarrollo del nematodo *Meloidogyne* spp, está influenciado por el suelo especialmente por la humedad, la aireación y temperatura, plantas en contacto con la tierra y material de propagación vegetativa infectado. Asimismo, indica que las condiciones favorables para su desarrollo son suelos ligeros con buena humedad y temperatura óptima comprendida entre 25 a 30 °C, provocando el desarrollo de altas poblaciones de especímenes que ocasionan graves daños al sistema radicular de los cultivos.

5. METODOLOGÍA

5.1. Localización del Estudio.

El cantón el Pangui es uno de los 9 cantones de la provincia de Zamora Chinchipe y se encuentra ubicado al sur de la Amazonía en las siguientes coordenadas: latitud 9 598 971 m - 9 598 405 m N y de longitud 767 863 m – 767 693 m E; a una altitud 815 m s. n. m, **Figura 1**. Este cantón tiene un clima cálido húmedo tropical, con una temperatura promedio que oscila entre los 20° y 24° C, la humedad relativa de 94 % y la precipitación media anual 1 626 mm. Esta área según el sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge, pertenece a una formación vegetal bosque húmedo montano (bmh – M) (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón el Pangui (PDOT), 2014).

Los suelos, se caracterizan por ser provenientes de formación aluvial de textura franco arenoso - limoso y en ciertos casos humíferos, presentan coloraciones oscuras, el pH (4.5 – 5) es ligeramente ácido con buena fertilidad para la producción (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón el Pangui (PDOT), 2014).

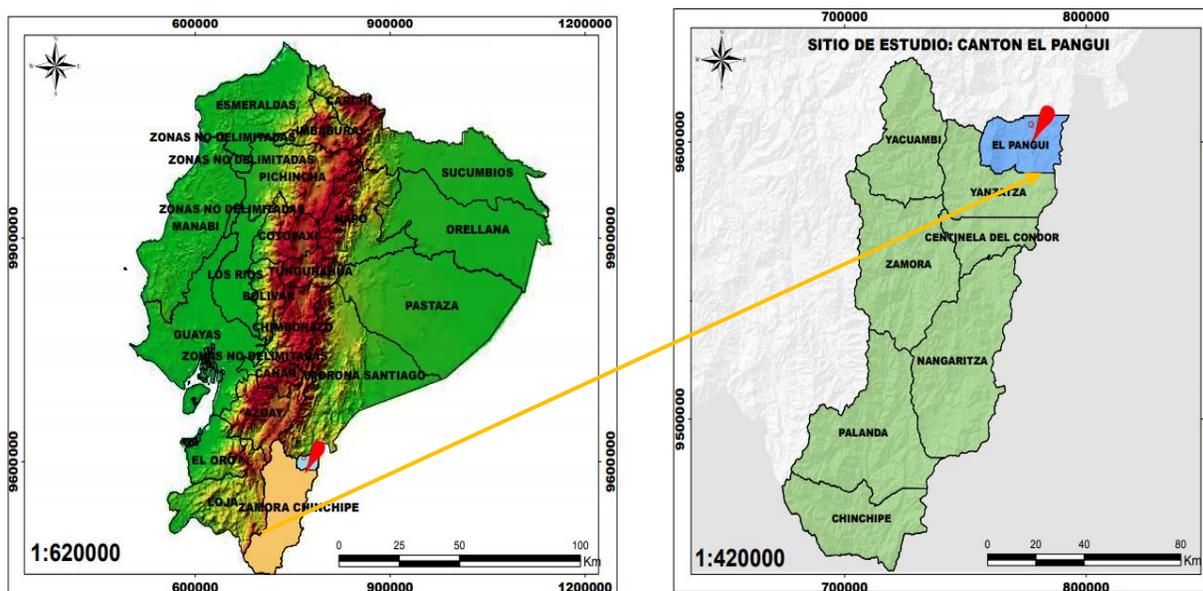


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el cantón el Pangui.

Fuente: Autora

5.2. MATERIALES

5.2.1. Materiales de campo

GPS, cooler, palas planas, bolsas de plástico con capacidad para 1 o 2 kg (ziplog), etiquetas, tijeras de podar, libreta de campo, marcadores de tinta indeleble.

5.2.2. Materiales y equipos de laboratorio

Materiales y reactivos: Cajas de Petri, tubos Falcon de 50 ml, alcohol potable, porta y cubre objetos, licuadora, vaso de precipitación de 280 ml, lunas de reloj, embudo, soporte universal, mallas circulares de metal, micropipeta 1- 5 ml contadores, puntas para micropipeta, bandejas de plástico, bisturí, rotuladores, lactofenol, manguera de hule, pinzas de plástico, pizeta de plástico; estereoscopio, microscopio, balanza granataria, cámara digital.

5.3. MÉTODOS

5.3.1. Metodología para el primer objetivo

“Describir las características morfométricas que permiten la identificación taxonómica de los nematodos asociados al sistema radicular de la pitahaya, en el cantón El Pangui, Zamora Chinchipe”

Para llevar a cabo la descripción morfométrica de los nematodos fitoparásitos, se siguió el siguiente procedimiento:

a. Descripción de variables morfométricas.

Se realizó la identificación de las variables morfométricas, ancho, largo, tipo y tamaño de estilete, región cefálica, cola, entre otros, se utilizó fotografías de cada especie tomadas a través del microscopio, además, se empleó un micrómetro, programa imagen J, para efectuar las mediciones y analizar los géneros de cada nematodo.

b. Descripción de variables morfológicas.

La identificación taxonómica se realizó mediante caracterización morfológica que consiste en la observación y medición de las estructuras anatómicas de hembras, machos y juveniles, en microscopio con el objetivo 100X, para luego compararlas con claves taxonómicas de Zuckerman *et al.*, (1987), Crozzoli, (2014), método de platos calados Baerman modificado (Duncan, 2005), Stemerding (1964), Cobb, (1913), Steiner, (1945), Mai y Lyon, (1996), Sanwal y Look, (1981), Taylor, (1936), Wu, (1869). En caso de nematodos agalladores se realizaron cortes perineales (20 cortes/perineales) obtenidos de hembras extraídas de las raíces, tratadas con agua destilada por 24

horas, una gota de ácido láctico al 40 % y eosina al 10 %, observados al microscopio y fotografiados.

5.3.1.1. Fase de campo

a. Muestreo

Se realizó en cinco fincas productoras de la asociación de pitahayeros del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe. El muestreo empleado fue de tipo dirigido, en plantas con sintomatología de nematodos, para lo cual, se seleccionaron 10 plantas por cada finca productora, se recolectó una muestra de suelo rizosférico (500 g) en dirección de las raíces descubiertas y una muestra de raíces (100 g) de los cuatro puntos cardinales de la planta.

Las muestras de raíces y suelos se recolectaron por separado y fueron colocadas dentro de fundas Ziploc para ser etiquetadas.

5.3.1.2. Fase de laboratorio

a. Extracción de nematodos.

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Nematología de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoo Sanitaria – Agrocalidad de la Dirección Distrital Loja. La extracción de los nematodos de suelo y raíz previamente colectadas, se hizo con base en procedimientos establecidos en la institución. Para el procesamiento de las muestras de suelo se utilizó el método de platos calados Baerman modificado (Duncan, 2005), y para las muestras de raíces el método de Stemerding (1964); Cobb, 2013.

b. Extracción y cuantificación de nematodos

El método para la extracción y cuantificación de nematodos en suelo rizosférico fue el embudo de Baermann (Baermann, 1917) el cual se siguió el siguiente protocolo:

1. Inicialmente en una bandeja de plástico se homogenizó la muestra y se tomó una submuestra de 100 g de suelo, la misma que se vertió en una bandeja mediana de plástico cubriendo la base de la muestra con agua destilada. Esta solución se agitó por un minuto aproximadamente y se la dejó reposar por 5 - 10 minutos.
2. Posteriormente se vertió la solución en los tamices nematológicos en el siguiente orden: 40 μm , 60 μm , 200 μm , 325 μm y se recogió en un vaso plástico el sedimento de 100 ml de suelo que resulta del último tamiz.

3. Para el montaje se utilizó un embudo de vidrio de 10 cm de diámetro, al cual se encuentra unido la manguera de hule. En la parte abierta del embudo se colocó una malla metálica y sobre esta se ubicó una servilleta de poro fino.
4. Seguidamente, la solución colectada del último tamiz, se vertió sobre la servilleta con cuidado evitando que se rompa. Una vez que se filtró toda el agua, se cerró la manguera colocando una piza plástica en la parte final.
5. Con ayuda de la piceta se colocó agua hasta cubrir toda la superficie del embudo (175 ml). Se dejó reposar por 48 h.
6. Transcurrido el tiempo de reposo, se abrió la pinza y se recolectó 15 – 25 ml de la suspensión agua-nematodos en un tubo Falcon de 50 mL.
7. De la suspensión agua-nematodos recolectada se tomó 2 ml de cada una para la cuantificación relacionada a 100 cm^3 mediante regla de tres simple para obtener la población de cada muestra.

c. Extracción y cuantificación de nematodos en raíces

Para la extracción y cuantificación de nematodos en raíces se utilizó el método de STEMERDING, para lo cual se siguió el siguiente protocolo:

1. Se lavaron con agua potable a presión todas las raíces.
2. Posteriormente se cortaron las raíces en segmentos de 0.5 cm de longitud, homogenizando y pesando 10 gramos de muestra.
3. Seguidamente se licuó los 10 gramos de raíces con una cantidad de solución de hipoclorito al 0,5 % que cubra la muestra durante 15 segundos a la velocidad 2 de la licuadora, en dos tiempos con 5 segundos de descanso.
4. Luego se vació el contenido de la licuadora a un recipiente plástico, agitando por 3 minutos.
5. El contenido de la licuadora se filtró sobre los tamices de $60\ \mu\text{m}$, $100\ \mu\text{m}$ y $500\ \mu\text{m}$, con una ducha y piseta hasta eliminar todo el cloro existente en la muestra.
6. El sedimento recolectado se pasó por el último tamiz en un matraz erlenmeyer de 250 mL y se aforó la suspensión agua – nematodos presentes en la muestra con base en el procedimiento específico de ensayo.
7. Finalmente, de la suspensión agua-nematodos recolectada se tomó 2 mL de cada una para la cuantificación y posterior relación mediante regla de tres simple para obtener la población de cada muestra de raíz.

d. Montaje de especímenes para identificación

Para el montaje de especímenes de las muestras para la identificación se desarrolló con base en el protocolo de Coyne *et al.* (2007).

1. Primeramente, se utilizó una pipeta para verter o colocar una parte de la suspensión de los nematodos en una placa Petri. El volumen de la suspensión añadido cubrió el fondo del recipiente facilitando la pesca de los nematodos.
2. Luego se colocó la caja Petri bajo una lupa de disección utilizando el aumento más bajo según convenga al observador.
3. Posteriormente, la suspensión se agitó suavemente con un movimiento circular para desplazar los nematodos hacia el centro de la placa.
4. Seguidamente al observar un nematodo se levantó con suavidad hasta la superficie del agua con la aguja nematológica y se ajustó el objetivo del microscopio para mantener el nematodo siempre enfocado mientras se le está pescando de la suspensión acuosa.
5. Se mantuvo la aguja nematológica por debajo del nematodo levantándolo con suavidad para sacar el nematodo fuera del agua. Así mismo, se puso la punta del instrumento de pesca suavemente en una gota de Lactofenol un porta-objeto que contenga una mínima cantidad de agua.
6. El porta-objeto se colocó brevemente sobre una placa caliente, luego se ubicaron astillas de un cubre-objetos en los bordes de la gotita de Lactofenol y se colocó un cubre-objeto sobre la misma para no “aplastar” al nematodo.
7. Se observó la preparación en el microscopio.

e. Identificación taxonómica

Para la identificación taxonómica se realizó a través de la caracterización morfológica según los parámetros de Man, que consiste en la observación y medición de las estructuras anatómicas de hembras, machos y juveniles, con la ayuda del microscopio con el objetivo 10 X, 40 X, 100 X, para luego compararlas con las claves taxonómicas de Mai y Mullin (1996), Nematología Agrícola (Crozzoli, 2014), *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae) (Castillo y Vovlas, 2007), Root Parasitic Nematodes (Krall, 1978).

5.3.2. Metodología para el segundo objetivo.

“Determinar la densidad poblacional de los nematodos fitoparásitos asociados al sistema radicular en plantaciones de pitahaya en el Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe”.

Para la determinación de la densidad poblacional de nematodos, se determinó el número total por género en 100 g de suelo y 10 g de raíz, mediante una regla de tres simple [$x = (100 \text{ g de suelo} * 100 \%) / 500 \text{ g de suelo}$], por cada planta; asimismo, se calculó el promedio para las plantas muestreadas por finca. Finalmente, se obtuvo el cálculo de la población de nematodos por cada género para las 5 fincas estudiadas.

Regla de tres:

$$x = \frac{\text{total de muestra procesada} * 100 \%}{\text{total de muestra}}$$

Donde:

x = número total de nematodos en muestras de suelo y raíz.

6. RESULTADOS

6.1. Caracterización Morfométrica para la Identificación Taxonómica de los Nematodos Asociados al Sistema Radicular de la Pitahaya, en el Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe

En la tabla 4, se muestran las características morfológicas y morfométricas de los géneros de nematodos identificados en las 5 fincas productoras de pitahaya. Estas características fueron observadas mediante los objetivos del microscopio OLYMPUS Cx31 con 10X, 40X, 100X, que permitieron definir géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelo y raíz, cuyas características se compararon con las claves taxonómicas que existe para cada género.

La caracterización morfométrica se realizó tomando las referencias de Crozzoli 2014, que son las siguientes:

L= largo total

A= Ancho máximo del cuerpo

a =L total / A. máximo

b = L. total / L. esófago

b' = L. total / L. base glándulas esofágicas

c = L. total / L. cola

c' = L. cola / A. cola

V = distancia de la vulva al extremo anterior en % a largo del cuerpo

Tomando en cuenta las características encontradas de los nematodos estudiados se identificaron los siguientes géneros: *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Aphelenchus*, *Xiphinema* y *Criconemoides*. Además, se realizaron 20 cortes perineales los cuales sirvieron para identificar el nematodo agallador y caracterizar la especie la cual fue *Meloidogyne incognita*.

6.1.1. Caracterización morfométrica y morfológica del *Meloidogyne incognita*.

a. Medidas morfométricas

Las mediciones realizadas en especímenes hembras de *Meloidogyne*, muestran que los promedios de los parámetros medidos en la población encontrada en el cultivo de pitahaya se encuentran dentro de los rangos indicados por Crozzoli (2014), para *Meloidoygi incognita* cuyas medidas se muestran a continuación: **L**: 323 – 420 um (± 406.14); **a**: 19 – 33 um (± 26.54); **b**: 64.26 um; **b'**: 26.54 um; **c**: 5 – 11 um (± 32.76); **c'**: 3 – 6 um (± 4.41); **estilete**: 10 – 15 um (± 13.26)

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 406.14 um; **a**: ± 26.54 um; **b**: 64.26 um; **b'**: 26.54 um; **c**: ± 32.76 um; **c'**: ± 4.41 um; **estilete**: ± 13.26 um.

b. Descripción morfológica

Los nematodos observados del género *Meloidogyne* que se encontró en el segundo estadio juvenil, presentan un cuerpo casi recto con una longitud de 406.14 um y un ancho de 26.54 um (Figura 2A), la región cefálica es hemisferoidal, no contrastada (Figura 2B). Su estilete es débil y presenta protuberancias basales redondeadas (Figura 2B). Cola en terminación redondeada con constricción en la parte terminal (Figura 2C).

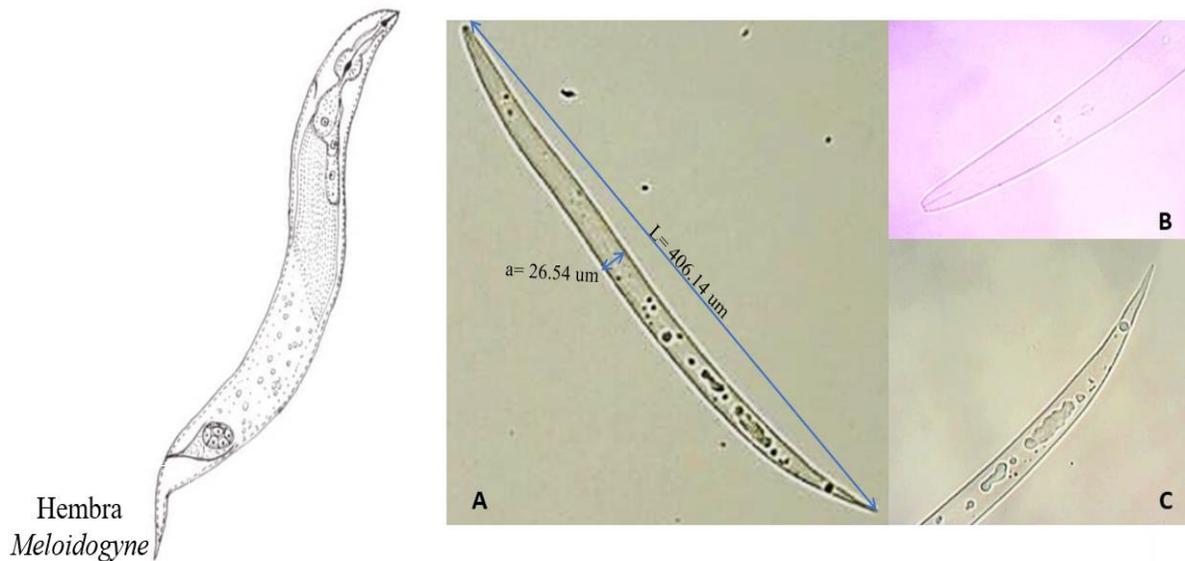


Figura 2. Hembra *Meloidogyne incognita*. **A**: Cuerpo; **B**: Región anterior; **C**: Cola

En cuanto al corte perineal del género *Meloidogyne incognita*, las características que presento son: modelo perineal típico, con un arco dorsal alto y cuadrado, sus estrías son onduladas y en zigzag, algunas veces forman un espiral. No presentan campos laterales y muestra una zona vulva lisa (Figura 3B)., características que concuerda con (Sasser y Taylor, 1983) (Figura 3A).

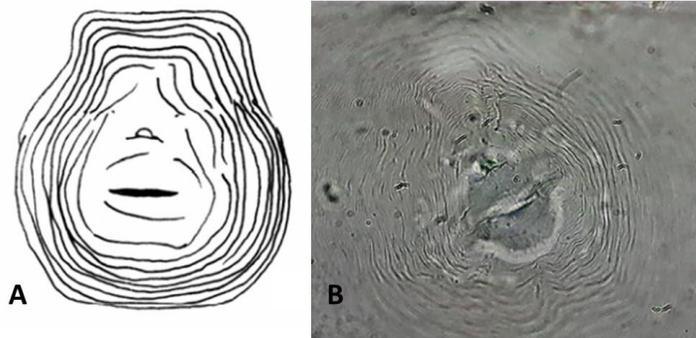


Figura 3. Corte perineal del género *Meloidogyne incognita*. **A:** Clave del Patrón perineal para comparación, obtenida de (Sasser y Taylor, 1983). *M. incognita*; **B:** Corte perineal (elaboración propia).

6.1.2. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Helicotylenchus dihystra*

a. Medidas morfométricas

Las mediciones morfométricas determinadas del género *Helicotylenchus dihystra* fueron: **L:** 590 – 790 um (± 786.59); **a:** 27 – 35 um (± 27.57); **b:** 5.8 – 6.9 um (± 158.41); **b':** 4.4 – 5.9 um (± 4.96); **c:** 35 – 49 um (± 41.50); **c':** 0.8 – 1.2 um (± 1.19); **vulva:** 60 – 65 um (± 61.82); **estilete:** 27 – 30 um, cuyos promedios concuerdan con la clave taxonómica de Krall (1985).

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 786.59 um ; **a:** ± 27.57 um; **b:** ± 158.41 um; **b':** ± 4.96 um; **c:** ± 41.50 um; **c':** ± 1.19 um; **vulva:** ± 61.82 um; **estilete:** 27 – 30 um.

b. Descripción morfológica

Los individuos del género *Helicotylenchus dihystra* identificados en este trabajo, muestran un cuerpo vermiforme o en espiral con un largo de 789.56 um y un ancho de 27.57 um (Figura 4A), la región cefálica es hemisférica, compuesta por 4-5 anillos (Figura 4B), el estilete que presentan estos nematodos es fuerte con ensanchamientos gruesos (Figura 4B). Las hembras tienen dos ovarios y la vulva se encuentra ubicada en el cuarto posterior del cuerpo (Figura 4C). La terminación de la cola es curvada dorsalmente, con o sin proceso ventral terminal, a veces redondeado (Figura 4D).

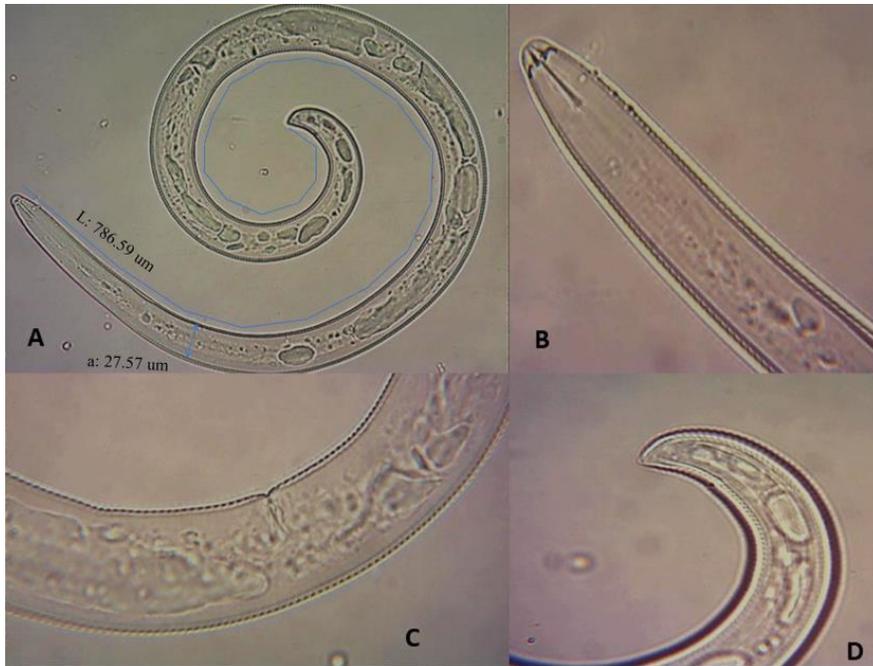


Figura 4. Hembra *Helicotylenchus dihystra*. **A:** Cuerpo; **B:** Región anterior; **C:** Vulva; **D:** Cola

6.1.3. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Pratylenchus* spp

a. Medidas morfométricas

Las mediciones efectuadas de individuos del género *Pratylenchus* spp concuerdan con (Crozzoli R. , 2014) (Castillo y Vovlas, 2007) cuyos parámetros morfométricos se muestran a continuación: **L:** 400 – 580 um (± 547.60); **a:** 21 – 32 um (± 19.63); **b:** 5 – 7.5 um (± 212.27); **b':** 2.89 um; **c:** 16 – 24 um (± 14.53); **c':** 1.4 – 2.8 um (± 2.55); **vulva:** 72 – 84 um (± 71.61); **estilete:** 14 – 16 um.

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 547.60 um; **a:** ± 19.63 um; **b:** ± 212.27 um; **b':** 2.89 um; **c:** ± 14.53 um; **c':** ± 2.55 um; **vulva:** ± 71.61 um; **estilete:** 14 – 16 um.

b. Descripción morfológica

Las características morfológicas de *Pratylenchus* spp, presentan un cuerpo monovarial y delgado con una longitud de 547.60 um y ancho de 19.63 um, la región cefálica es baja, ligeramente contrastada y plana, conformada por 3 anillos (Figura 5A). El estilete es robusto con protuberancias basales, aplastadas anteriormente. La cola está conformada por 15-27 anillos, subcilíndrica con terminación redondeada y lisa (Figura 5B).

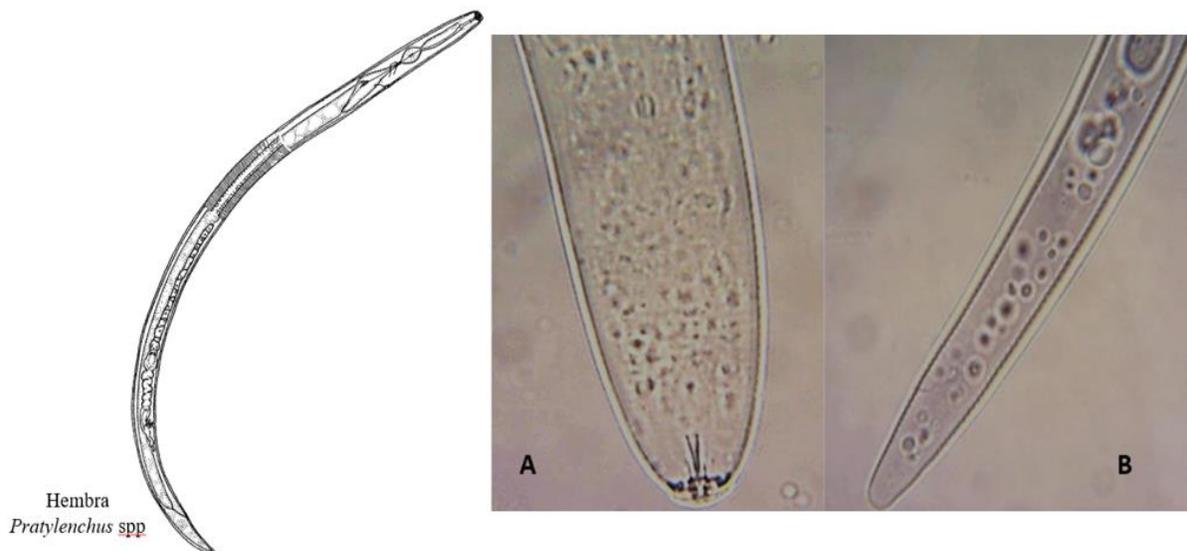


Figura 5. Hembra *Pratylenchus* spp. **A:** Región anterior; **B:** Cola

6.1.4. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Trichodorus* spp

a. Medidas morfométricas

Las mediciones morfométricas realizadas de *Trichodorus* spp se muestran a continuación: **L:**350 – 1800 um; **vulva:** 50 - 60 % um, que permitieron identificar el género cuyas medidas promedio coinciden con lo mencionado de (Cobb, 1913).

Mediciones observadas realizadas por el autor

L:350 – 1800 um; **vulva:** 50 - 60 % um

b. Descripción morfológica

El género *Trichodorus* spp, tienen un cuerpo de forma redondeado (Figura 6A), con odontostilo largo; el estilete es de forma típico con un pequeño anillo guía en el parte anterior redondeado (Figura 6A). Cuenta con dos ovarios y la vulva tiene la presencia de poros en un 55% del cuerpo (Figura 6C). La cola es corta y redondeada (Figura 6D).



Figura 6. Hembra del género *Trichodorus* spp. **A:** Cuerpo; **B:** Región anterior; **C:** Vulva; **D:** Cola

6.1.5. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Tylenchorhynchus capitatus*

a. Medidas morfométricas

Las mediciones realizadas a individuos de *Tylenchorhynchus capitatus*, que se muestran a continuación concuerdan con lo indicado por Crozzoli, (2014), los parámetros morfométricos tanto de las claves taxonómicas como los valores medidos son los siguientes:

L: 770 um (686 – 840) – (± 841.79); **a:** 32 um (26 – 40) – (± 35.02); **b:** 5.6 um (5.1 – 6.1) – (± 49.5); **b':** (17.01 um) **c:** 16 um (14 – 18) – (± 14.89); **c':** 3.4 um (3.1 – 3.9) – (2.91); **vulva:** 55 % (51 – 57) – (± 54.87); **estilete:** 19 um (18 – 20) – (± 10.26).

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 841.79 um; **a:** ± 35.02 um; **b:** ± 49.5 um; **b':** 17.01 um **c:** ± 14.89 um; **c':** 2.91 um; **vulva:** ± 54.87 um; **estilete:** ± 10.26 um.

b. Descripción morfológica

Los individuos del género *Tylenchorhynchus capitatus* el cuerpo es curvado ventralmente con una longitud 841.79 μm y ancho 35.02 μm (Figura 7A), con una región cefálica de forma redondeada ligeramente esclerotizada, contrastada y conformada por 6 anillos (Figura 7B). Poseen un estilete con protuberancias basales y con puntas proyectadas. La vulva es ligeramente postecuatorial (Figura 7C). La cola es de forma conoide, con terminación más de menos aguda y fasmidios ubicados en la mitad de la cola (Figura 7D).

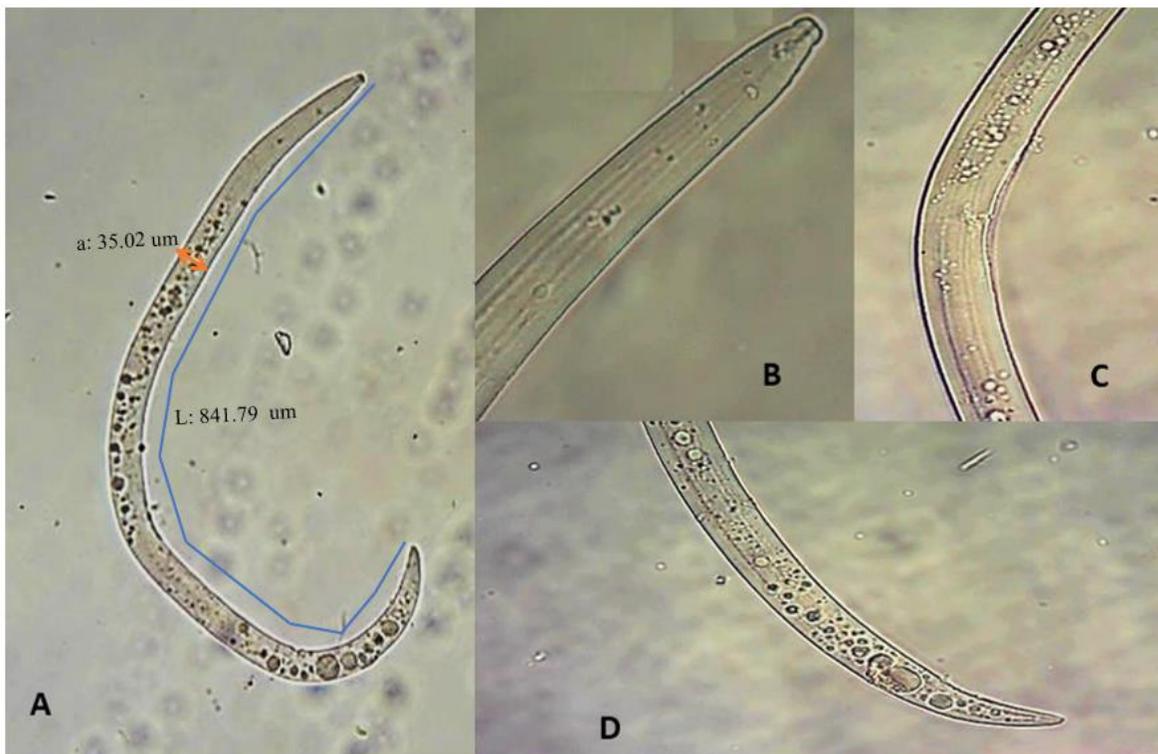


Figura 7. Hembra del género *Tylenchorhynchus capitatus*. **A:** Cuerpo; **B:** Región anterior; **C:** Vulva; **D:** Cola

6.1.6. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Xiphinema* spp

a. Medidas morfométricas

Cuando se identificó el género *Xiphinema* spp en muestra de suelo, las características morfométricas coinciden con lo mencionado con Cobb, (1913). Las medidas morfométricas de *Xiphinema* spp son: **L**: 1500 – 1800 um (± 1555.22); **a**: 39 – 58 um (± 71.18); **b**: 4.6 – 8 um (± 283.69); **b'**: 5.48 um; **c**: 40 – 59 um (± 46.45); **c'**: 1.4 – 2 um (± 4.85); **vulva**: 47 – 54 um (± 3.75)

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 1555.22 um; **a**: ± 71.18 um; **b**: ± 283.69 um; **b'**: 5.48 um; **c**: ± 46.45 um; **c'**: ± 4.85 um; **vulva**: ± 3.75 um.

b. Descripción morfológica

Los nematodos observados del género *Xiphinema* spp presentan un cuerpo en forma de “C” o “J”, con longitud abierta o en espiral de 1555.22 um y con un ancho 71.81 (Figura 8A), la región cefálica es hemisférica y bien contrastada. Cuentan con un odontostilo largo, con un anillo guía. El estilete es largo y en forma cilíndrica, las hembras tienen uno o dos opuestos o reflejados (Figura 8B). La vulva se encuentra ubicada en la región media del cuerpo o posterior. La cola es corta y en terminación conoidea o redondeada (Figura 8C)

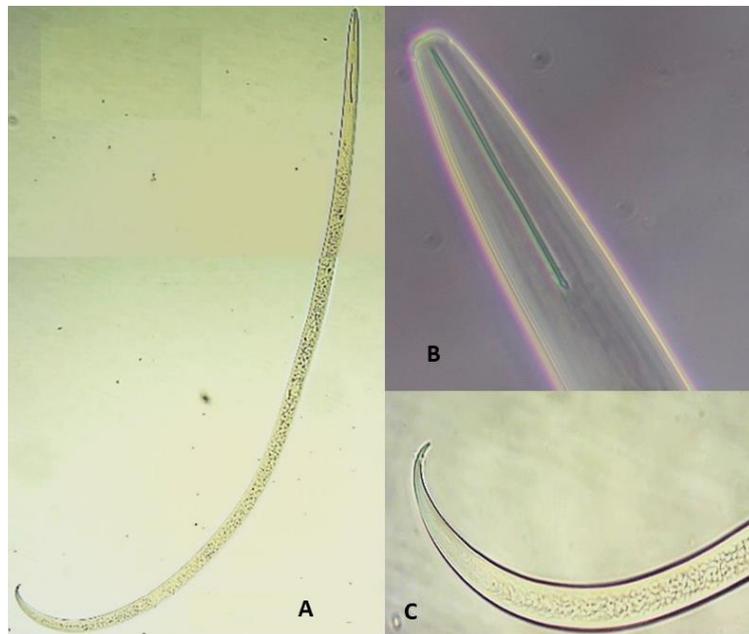


Figura 8. Hembra del género *Xiphinema* spp. **A**: Cuerpo; **B**: Región anterior; **C**: Cola

6.1.7. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Aphelenchus* spp

a. Medidas morfométricas

Las mediciones morfométricas determinadas del género *Aphelenchus* spp fueron: **L**: 710 um (620 – 800) – (± 690.87); **a**: 31 um (27 – 35) - (± 32.84); **b**: 5.5 um (4.8 – 6.6) – (± 90.03); **b'**: 7.6 um (6.4 – 8.8) – (± 7.67); **c**: 26 um (± 26.06); **c'**: 1.99; **vulva**: 76 um (± 76.30); **estilete**: 14 um, cuyas medición promedio coinciden con la clave taxonómica de Mai y Lyon, (1996) y Sanwal y Look, (1881).

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 690.87 um; **a**: ± 32.84 um; **b**: ± 90.03 um; **b'**: ± 7.67 um; **c**: ± 26.06 um; **c'**: 1.99 um; **vulva**: ± 76.30 um; **estilete**: 14 um.

b. Descripción morfológica

Los individuos encantados siguiendo la clave (Mai y Lyon, 1996) y (Sanwal y Look, 1881), presentan un cuerpo cilíndrico, con ligera curvatura ventral con longitud de 690.87 um y un ancho 32.84 um (Figura 9A), la región cefálica es suavemente redondeada o aplanada y la cabeza ligeramente sobresaliente. El estilete es delgado y carece de nódulos (Figura 9B)., la vulva se encuentra situada entre el 65 y 69 % del cuerpo y posee un saco uterino postvulva (Figura 9C). La cola es de forma redondeada y corta (Figura 9D).

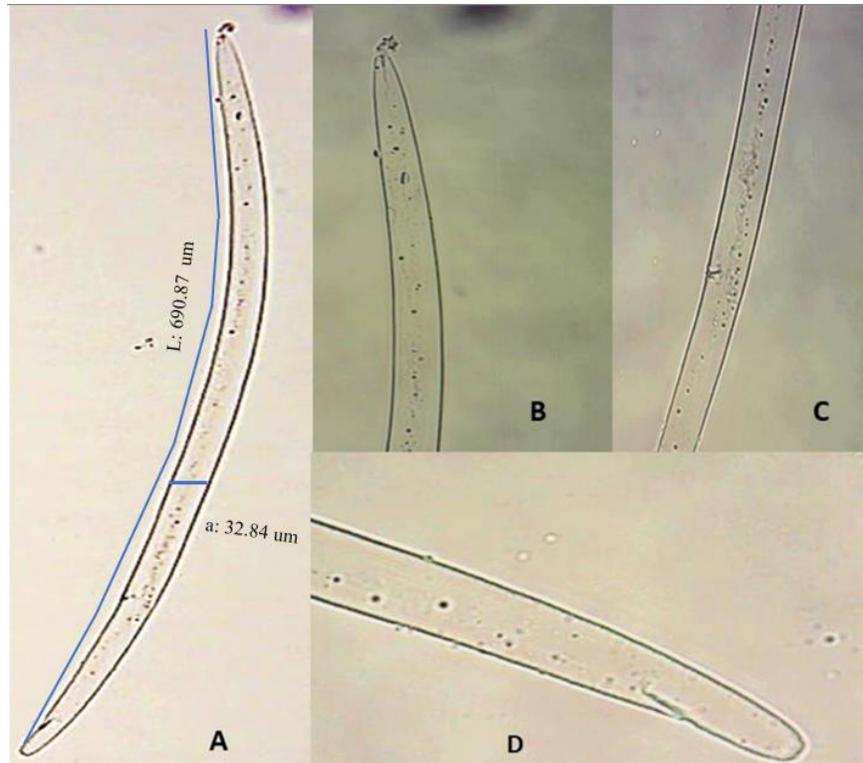


Figura 9. Hembra del género *Aphelenchus* spp **A:** Cuerpo; **B:** Región anterior; **C:** Vulva; **D:** Cola

6.1.8. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Criconemoides* spp

a. Medidas morfométricas

Las mediciones morfométricas determinadas del género *Criconemoides* spp fueron: **L:** 380 – 525 um (± 492.85); **a:** 8 – 13 um (11.93); **b:** 3.9 – 5 um (± 141.46); **b':** 3.48 um; **c:** 9 – 13 um (± 12.57); **vulva:** 84.86 um (± 64.01); **Anillos:** 128 um, cuyos promedios concuerdan con la clave taxonómica de Crozzoli, (2014) y Taylor, (1936).

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 492.85 um; **a:** 11.93 um; **b:** ± 141.46 um; **b':** 3.48 um; **c:** ± 12.57 um; **vulva:** ± 64.01 um; **Anillos:** 128 um

b. Descripción morfológica

Los individuos del género *Criconemoides* spp, tienen un cuerpo espeso con anillos retrorosos, sin campo lateral, lóbulos, grúa, espinas, escamas o gruesos con anillos liso, gruesos, redondos y con una longitud 492.85 um (Figura 10A). La región cefálica es sustituida por un plato labial con lóbulos submedianos y pseudolabios. El estilete es largo y grueso (Figura 10B), la vulva es transversalmente ovalada en forma de hendidura, ubicada más del 75% de longitud. La cola es en forma cónica redondeada y termina en pequeño lóbulo caudal. (Figura 10C).

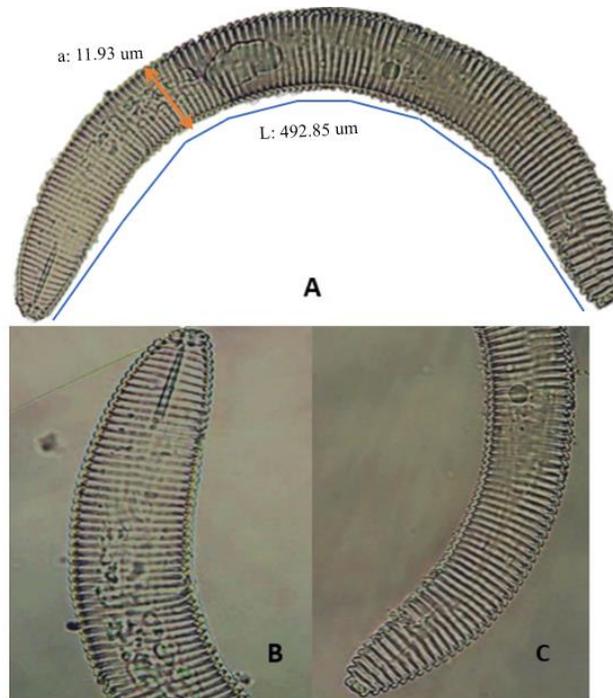


Figura 10. Hembra del género *Criconemoides spp* **A:** Cuerpo; **B:** Región anterior; **C:** Cola

6.1.9. Caracterización morfométrica y morfológica del género *Tylenchus spp*

a. Medidas morfométricas

Las mediciones morfométricas determinadas del género *Tylenchus spp* fueron: **L:** 860 – 950 um (± 382.09); **a:** 41 – 46 um (± 29.67); **b:** 6.8 – 6.9 um (± 110.53); **b':** (3.59) um; **c:** 6.2 - 7.0 um (± 4.43); **c':** (11.94) um; **vulva:** 66 – 67 um (± 63.22); **estilete:** 0.008 – 0.011 um, mediciones que coinciden las claves taxonómicas de Chaves *et al.*, (2019) y Wu, (1869).

Mediciones observadas realizadas por el autor

L: ± 382.09 um; **a:** ± 29.67 um; **b:** ± 110.53 um; **b':** 3.59 um; **c:** ± 4.43 um; **c':** 11.94 um; **vulva:** ± 63.22 um; **estilete:** 0.008 – 0.011 um

b. Descripción morfológica

Los nematodos observados del género *Tylenchus spp*, tienen un cuerpo redondeado con una longitud de 382.09 um (Figura 11A), la región cefálica es poco diferenciada no esclerotizada. El estilete es largo y presenta nódulos (Figura 11B). presenta dos óvulos y la vulva se encuentra en a mitad del cuerpo. La es forma conoide, alargada, arqueada ventralmente y terminada en punta (Figura 11D).

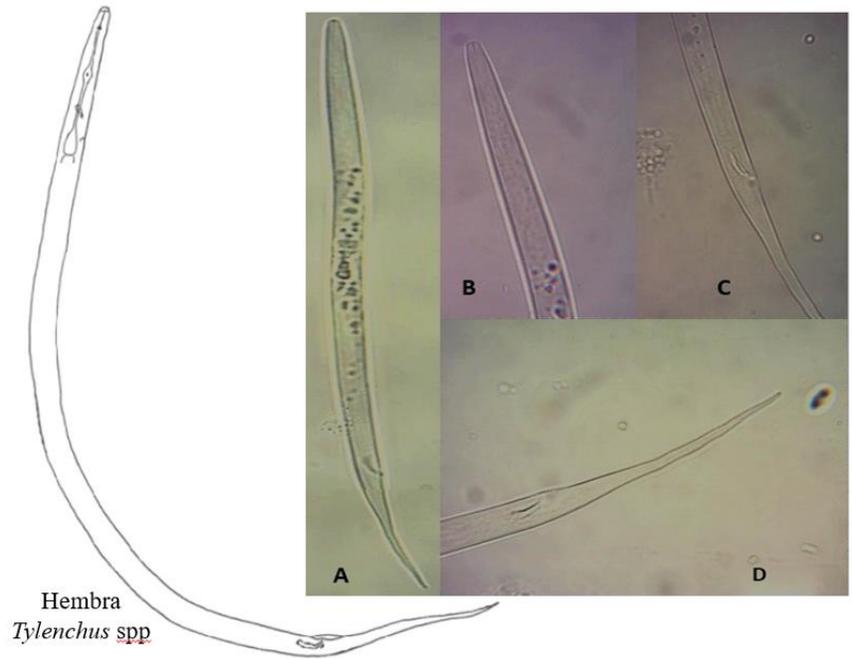


Figura 11. Hembra del género *Tylenchus* spp **A:** Cuerpo; **B:** Región anterior; **C:** espícula; **D:** Cola

6.2. Densidad Poblacional de los Nematodos Fitoparásitos Asociados al Sistema Radicular en Plantaciones de Pitahaya en el Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe

6.2.1. Índices de daño radicular para los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*.

En la tabla 4, se observan los promedios de índices de daño radicular para los tres géneros identificados en raíces en las cinco fincas de la Asociación de Pitahayeros del cantón El Pangui. La descripción se realizó mediante la observación directa a las raíces utilizando la escala de Bridge and Page (1980), la cual se la relacionó con la escala Taylor y Sasser (1978) que permitió determinar el índice de agallamiento, en donde se encontró que la mayor cantidad de agallas provocadas por el género *Meloidogyne* está en el rango de 51-75 % de daño con un promedio del 51.8 %, así mismo se halló gran cantidad de muestras con presencia de agallamiento (**anexo 9**) en el rango de 26-50 % de afectación con un promedio de 38.8 %. Por su parte, para el género *Helicotylenchus* se encontró raíces sanas sin agallas, además, se observó muestras de raíces con agallas en el rango de 51 – 75 % de daño con un promedio de 49.6 %. Por último, para el género *Pratylenchus*, las raíces que presentaron agallas están comprendidas en el rango del 1-25 % y 26-50 % con un promedio de 13 % y 28.3 % respectivamente, de la misma forma, se encontró raíces sanas sin presencia de agallas (**anexo 9**).

Tabla 4. Índices de daño radiculares por los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*

| Fincas | Agallamiento (%) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|-------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| | Género <i>Meloidogyne</i> | | | | | Género <i>Helicotylenchus</i> | | | | | Género <i>Pratylenchus</i> | | | | |
| | 0 (Planta sana) | 1 (1-25 %) | 2 (26-50 %) | 3 (51-75 %) | 4 (> 75 %) | 0 (Planta sana) | 1 (1-25 %) | 2 (26-50 %) | 3 (51-75 %) | 4 (> 75 %) | 0 (Planta sana) | 1 (1-25 %) | 2 (26-50 %) | 3 (51-75 %) | 4 (> 75 %) |
| 1 | | 15.7 | 30 | 63 | | 0 | 7 | 28 | | | 0 | 8 | | | |
| 2 | | 15.5 | 46 | 62.5 | | 0 | 20.5 | 28 | 65 | | 0 | 17 | 28.5 | | |
| 3 | | 20 | 45 | 67.5 | | 0 | 12 | 35 | 60 | | 0 | 16.5 | 35 | | |
| 4 | | 5 | 38 | 66 | | 0 | 17 | 39 | 55 | | 0 | 5 | 38 | | |
| 5 | | | 35 | | 83.7 | 0 | 16 | 32 | 68 | | 0 | 18.3 | 40 | | |
| Prome dio | | 11.2 | 38.8 | 51.8 | 16.8 | 0.0 | 14.5 | 32.4 | 49.6 | | 0.0 | 13.0 | 28.3 | | |

Fuente: autora

6.2.2. Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a las raíces del cultivo de pitahaya en fincas productoras del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe

En la tabla 5, se observa el total de la población del número de nematodo por género de cada finca analizadas en muestras de raíces del cultivo de pitahaya, donde se determinó la mayor presencia del género *Meloidogyne* spp (54460 individuos /10 g de raíces) con un 95.90 % de la población total, mientras el 3.93 % pertenece a *Helicotylenchus* spp (2230 individuos /10 g de raíces) que se encuentra presente en cuatro fincas estudiadas y finalmente con 0.18 % de *Pratylenchus* spp (100 individuos /10 g de raíces) fue observado en la finca uno y cinco, el cual presenta poblaciones bajas.

Tabla 5. Poblaciones de los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* en raíces de pitahaya.

| Finca | Géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en raíces | | |
|-----------------------|--|------------------------|---------------------|
| | <i>Meloidogyne</i> | <i>Helicotylenchus</i> | <i>Pratylenchus</i> |
| 1 | 21800 | 1900 | 200 |
| 2 | 45450 | 3875 | 0 |
| 3 | 20575 | 825 | 0 |
| 4 | 4325 | 0 | 0 |
| 5 | 180150 | 4550 | 300 |
| Promedio | 54460 | 2230 | 100 |
| Porcentaje (%) | 95.90 | 3.93 | 0.18 |

Fuente: Autora

Tabla 6. Análisis estadístico poblaciones de nematodos identificados en las fincas productoras de pitahaya en raíces

| Género | Medias | n | E.E. | |
|------------------------|---------------|----------|-------------|----------|
| <i>Meloidogyne</i> | 54460.00 | 5 | 18323.03 | A |
| <i>Helicotylenchus</i> | 2230.00 | 5 | 18323.03 | A |
| <i>Pratylenchus</i> | 100.00 | 5 | 18323.03 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Autora

De acuerdo al análisis estadístico realizado se observa en la tabla 6, que no existen diferencias significativas ($p \text{ valúe} > 0,05$) entre poblaciones y géneros que se constata a través de la prueba de Tukey. Esto probablemente se atribuye a que en la investigación no se utilizó diseño experimental ni tratamientos para disminuir el error experimental por tratarse de una investigación de carácter descriptivo.

6.2.3. Poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo asociados al cultivo de pitahaya en fincas productoras del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe

En la tabla 7, se observa el número de nematodos por género de las muestras de suelo del cultivo de pitahaya, donde se encontraron cuatro géneros con mayor presencia de nematodos: *Helicotylenchus* spp (21679 individuos / 100 cc de suelo) con el 78.72 %, *Meloidogyne* spp (4196 individuos /100 cc de suelos) con un 15.24 %, *Tylenchus* spp (1305 individuos / 100 cc de suelo) con el 4.74 % y por último *Pratylenchus* spp (110 individuos /100 cc de suelo) con el 0.40 %. Asimismo, se identificaron otros géneros de nematodos con menor número de individuos: *Trichodorus* spp (60 individuos), *Tylenchorhynchus* spp (50 individuos), *Aphelenchus* spp (40 individuos), *Xiphinema* spp (85 individuos) y *Criconemoides* spp (15 individuos).

Tabla 7. Poblaciones de nematodos en suelo de los géneros asociados al cultivo de pitahaya en el cantón El Pangui, Zamora Chinchipe.

| Finca | Géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en el suelo | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| | <i>Meloidogyne</i> | <i>Helicotylenchus</i> | <i>Pratylenchus</i> | <i>Trichodorus</i> | <i>Tylenchorhynchus</i> | <i>Xiphinema</i> | <i>Aphelenchus</i> | <i>Criconemoides</i> | <i>Tylenchus</i> |
| 1 | 260 | 1390 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 885 | 40762.5 | 0 | 80 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 11590 | 14050 | 0 | 80 | 0 | 135 | 30 | 10 | 0 |
| 4 | 315 | 125 | 0 | 0 | 0 | 35 | 50 | 20 | 1305 |
| 5 | 7930 | 52067.5 | 210 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Promedio | 4196 | 21679 | 110 | 60 | 50 | 85 | 40 | 15 | 1305 |
| Porcentaje (%) | 15.24 | 78.72 | 0.40 | 0.22 | 0.18 | 0.31 | 0.15 | 0.05 | 4.74 |

Fuente: Autora

Tabla 8. Análisis estadístico mediante la prueba de Tukey de poblaciones de nematodos identificados en las fincas productoras de pitahaya en suelo

| Género | Medias | n | E.E. | |
|-------------------------|----------|---|---------|------------|
| <i>Helicotylenchus</i> | 19679.00 | 5 | 3325.34 | A |
| <i>Meloidogyne</i> | 4196.00 | 5 | 3325.34 | A B |
| <i>Tylenchus</i> | 261.00 | 5 | 3325.34 | B |
| <i>Pratylenchus</i> | 44.00 | 5 | 3325.34 | B |
| <i>Trichodorus</i> | 36.00 | 5 | 3325.34 | B |
| <i>Xiphinema</i> | 34.00 | 5 | 3325.34 | B |
| <i>Tylenchorhynchus</i> | 20.00 | 5 | 3325.34 | B |
| <i>Aphelenchus</i> | 16.00 | 5 | 3325.34 | B |
| <i>Criconemoides</i> | 6.00 | 5 | 3325.34 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Autora

Realizado el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey, se observa en la tabla 8 que no existen diferencias significativas entre los dos primeros géneros *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*, pero los mismos presentan los valores más altos en las medias de población de nematodos frente al resto de géneros permitiéndoles ser estadísticamente diferentes.

7. DISCUSIÓN

7.1. Identificación de Nematodos Asociados al Cultivo de Pitahaya en la Asociación de Pitahayeros del Cantón El Pangui, Zamora Chinchipe.

Apoyados en las características morfológicas, morfométricas y claves taxonómicas descritas por diversos autores, se identificaron nueve géneros de nematodo fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya: *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne incognita*, *Tylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Trichodorus* spp, *Tylenchorhynchus* spp, *Aphelenchus* spp, *Xiphinema* spp y *Criconemoides* spp; cinco de los nematodos encontrados coinciden con los reportados por Guzmán *et al.*, (2012), quienes en su estudio realizado en el Valle del Cauca (Colombia), sobre reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla hallaron: *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne* spp, *Tylenchus* spp, *Aphelenchus* spp y *Pratylenchus* spp, con la diferencia que describieron también el género *Dorylaimus* spp. De igual manera, Delgado *et al.*, (2019), en su estudio efectuado en el cantón Palora reconocieron los géneros *Meloidogyne* spp, *Helicotylenchus* spp y *Tylenchus* spp, los cuales concuerdan con la presente investigación.

De igual forma, los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con Salazar *et al.* (2014), quienes en su estudio llevado a cabo con el objetivo de identificar nematodos fitoparásitos asociados al suelo del banco de germoplasma de pitahaya en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, reportaron seis géneros de nematodos: *Helicotylenchus* spp, *Tylenchorhynchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, *Ditylenchus* spp y *Hoplolaimus* spp, donde los cuatro primeros coinciden con la investigación. De modo similar, Castaño *et al.*, (1991), en Colombia, reportó en su estudio de identificación de nematodos asociados con pitahaya a seis géneros: *Meloidogyne* spp, *Helicotylenchus* spp, *Tylenchorhynchus* spp, *Trichodorus* spp., *Hoplotylus* spp. y *Hernycicliophara* spp, en muestras de suelo y raíz, al igual que los cuatro primeros géneros corresponden a los observados en el estudio.

Por otra parte, Zhang *et al.*, (2017), en China, indica en sus resultados la presencia del género *Tylenchorhynchus* spp, que fue el de mayor presencia en raíces y suelo, resultados que difieren con el estudio, donde el nematodo Acrobático tiene poca importancia debido a la baja cantidad de individuos.

Adicionalmente, mencionar que se encontró a *Xiphinema* spp en muestras de suelo con poca presencia de individuos, que concuerda con los resultados obtenidos por Delgado *et al.*, (2019), en zonas productoras de pitahaya en Palora, que cuantificó bajas cantidades de especímenes de este

género, además resaltar que *Xiphinema* spp tiene su importancia debida que es un vector de virus en diferentes cultivos.

7.2. Índices de Daños Radiculares para los Géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*.

En cuanto, a la observación realizada a muestras de raíces de las 5 fincas productoras de pitahaya del cantón El Pangui, se encontró que la mayor cantidad de agallas provocadas por el género *Meloidogyne* está en el rango de > 75 % de daño con un índice de daño radicular (IDR) promedio del 83.8 %, así mismo se observó gran cantidad de muestras con presencia de agallas en el rango de 51-75 % de daño con un IDR promedio de 64.8 %, esto probablemente se puede atribuir a las condiciones edáficas del suelo (suelos ligeros con buena humedad) del lugar, que se constata con Lezaun (2016), quien menciona que el desarrollo del nematodo *Meloidogyne* spp, está influenciado por el suelo especialmente por la humedad, aireación y temperatura. Asimismo, indica que las condiciones favorables para su desarrollo son suelos ligeros con buena humedad y temperatura óptima comprendida entre 25 a 30 °C, las cuales se asemejan a las condiciones climáticas del sitio de estudio. Además, Rincón *et al.*, (1989), señala que el nematodo *Meloidogyne* spp, provoca lesiones a las raíces en un rango de 65 – 80 %, que se constata con los resultados obtenidos en la investigación. Al igual que, Pinto (2021), halló un promedio de 139.5 agallas de 0.5 – 2 mm en muestras de raíz generadas por *Meloidogyne incognita*, que produce síntomas secundarios en cladodios, como ramas delgadas, cloróticas, disminución y ausencia de frutos.

7.3. Población de Géneros de Nematodos Fitoparásitos en Suelo y Raíz de las Fincas Productoras de Pitahaya.

En el suelo se identificaron en total 9 géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya, donde *Helicotylenchus* spp y *Meloidogyne* spp fueron los que tuvieron mayores poblaciones con 21 679 individuos/100 cc de suelo (78.72 %), y 4 196 individuos/100 cc de suelo (15.24 %) respectivamente (tabla 7), mientras que el resto de géneros fueron encontrados en menor porcentaje y esporádicamente en las fincas muestreadas. El género *Helicotylenchus* spp debido a la alta población de especímenes se considera como el nematodo de mayor importancia económica, al que se puede atribuir la destrucción del sistema radical, poco anclaje y disminución de absorción de agua y nutrientes del cultivo (Vargas y López, 2020). Además, al ser semi-endoparásito migratorio, afecta y se alimenta de un amplio grupo de plantas (Guzmán, *et al.*, (2012), lo que explica su alta presencia en las fincas muestreadas en el estudio y en otros reportados anteriormente

bajo las mismas condiciones y cultivo (Castaño *et al.*, 1991; Guzmán, *et al.*, 2012; Salazar *et al.*, 2014). Así mismo, al presentar altas poblaciones en el cultivo de pitahaya a diferencia de los demás géneros, se demuestra que tiene mayor aptitud biológica para sobrevivir, así como mejores oportunidades de alimentación en comparación con otros fitonematodos hábiles en el suelo. En pitahaya amarilla, *Helicotylenchus* spp., tiene al menos los hábitos alimenticios de ectoparásito y semi-endoparásito por haberse encontrado en raíces y suelo. Igualmente, producto del parasitismo, en la epidermis de las raíces produce lesiones pequeñas circulares de color café oscuras tornándose necróticas. (Luc *et al.*, 2005). De igual forma, resaltar que *Helicotylenchus* spp, es un patógeno polífago y cosmopolita en áreas tropicales y subtropicales (Mai, 1996), que confirma sus características biológicas para sobrevivir y su potencial en frutales como pitahaya, banano, maracuyá entre otros.

Con respecto a raíces, el género que presentó poblaciones más altas fue *Meloidogyne* spp. con 54 460 individuos/10 g de raíces (95.90 %), donde se puede explicar que este patógeno es endoparásito sedentario, que afecta principalmente al sistema radical formando agallas y nudosidades; sin embargo, en ocasiones *Meloidogyne* spp. no causa sintomatología. Cuando existe la presencia de agallas son alargadas, se ubican en el ápice de la raíz (anexo 9) y llegan a medir hasta 10 mm de diámetro (Crozzoli, 2014); esto concuerda con estudios realizados por (Castaño *et al.*, (1991); Delgado *et al.*, (2019)), quienes menciona que el género *Meloidogyne* spp presenta las más altas poblaciones (97 %) en comparación con los demás géneros, que provoca los mayores daños y pérdidas económicas en la producción. De igual modo (Castaño *et al.*, (1991), determinó en su estudio, que *Meloidogyne* sp presentó las más altas poblaciones de individuos con 64,6 % de presencia, adicionalmente observaron que el sistema radicular se encontraba con lesiones y nudosidades características por el ataque del nematodo agallador en condiciones severas, que coincide con los resultados obtenidos del estudio.

8. CONCLUSIONES

- Los géneros de nematodos encontrados en las fincas productoras de pitahaya amarilla del cantón El Pangui, Zamora Chinchipe son; *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, *Tylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Trichodorus* spp, *Tylenchorhynchus* spp, *Aphelenchus* spp, *Xiphinema* spp y *Criconemoides* spp. Los géneros *Helicotylenchus* spp, y *Meloidogyne* spp representan un problema de importancia económica para el cultivo de pitahaya amarilla en las zonas productoras del cantón El Pangui.
- Las características morfológicas del género *Meloidogyne* spp identificadas en la investigación son: cuerpo casi recto, región cefálica, hemisferoidal no contrastada, el estilete es débil y presenta protuberancias basales, la cola es en terminación redondeada. Por su parte, el género *Helicotylenchus* spp tiene un cuerpo vermiforme o espiral, la región cefálica es hemisférica compuesta por 4-5 anillo, el estilete es corto y fuerte, la hembra tiene dos ovarios y la vulva se encuentra localizada en el cuarto posterior del cuerpo, la cola tiene en forma curvada dorsalmente.
- La densidad poblacional más alta determinada para muestras de suelo, son los géneros: *Helicotylenchus* spp. 78.90 %, (21679 individuos / 100 cc de suelo), *Meloidogyne* spp. 15.27 %, (4196 individuos /100 cc de suelo), *Tylenchus* spp. 4.75 % (1305 individuos / 100 cc de suelo) y *Pratylenchus* spp 0.40 % (110 individuos /100 cc de suelo).
- La densidad poblacional para raíces es: *Meloidogyne* spp 95.90 % (54460 individuos/10 gr de raíz), *Helicotylenchus* spp 3.93 % (2230 individuos/ 10 gr de raíz) y *Pratylenchus* spp 0.18 % (100 individuos/ 10 gr de raíz). Además, se determinó para el género *Meloidogyne* spp un índice de daño radicular promedio del 51.8 % en un rango de daño 51-75 %, *Helicotylenchus* spp el IA promedio fue 49.6 % y para el género *Pratylenchus* spp el IA promedio fue del 28.3 %.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de caracterización molecular para determinar la identidad taxonómica a nivel de especies de los nematodos fitoparásitos que afectan al cultivo de pitahaya en zonas productoras de la provincia de Zamora Chinchipe.
- Realizar los programas de manejo integrado de nematodos fitoparásitos en base al conocimiento de las especies de nematodos fitoparásitos, sus densidades poblacionales, además de los mecanismos de diseminación, base para la selección e implementación de medidas de manejo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. (2005). *Plant Pathology*. México.: Published Elsevier. 5ta ed. United States of America. 734-749 p.
- Agrios, G. (2011.). *Fitopatología*. Mexico.: 2da Edición. Grupo Noriega Editores.
- Aguayo, R. O. (2012). *Plan de Negocios para la creacion de una empresa dedicada a la Produccion y Exportacion de Pitahaya Amarilla Orgánica hacia Alemania*. Quito.
- Alvaro, G. (2019). *Nematodos: enemigo oculto de tus cultivos*. Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/nematodos>.
- Andrés, M. (2002). *Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparasitos*. Brasil.
- 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*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7412/3/T-UCE-0003-AE019-2015.pdf>
- Bongers, T. (2015). *Morfología de los nematodos*. México: Alejandro Esquivel.
- Brock, T. (1976.). *Biología de los microorganismos*. 741.
- Calva, G. (2013). *Diversidad y valor de importancia del indice de Margalef en nematofauna*. México.
- Castaño, P., Rincón, A., & Varón de Argudelo, F. (1991). *Identificaión de nematodos asociados con pitahaya*.
- Castaño, Z. J., Guzmán, P. Ó., & Villegas, E. B. (2012). *Principales nematodos fitoparásitos y sintomas ocasionados en cultivos de importancia económica*. Ucaldas, 6.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus(Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis Biology, Pathogenicity and Management*. Brasil.
- Cepeda, S. (1996). *Nematología agrícola*. México.: 1a. Edición. Ed. Trillas.
- Chaves, M. (2014.). *Tesis: Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de pitahaya en el Valle Central y Occidental de Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.: Escuela de Posgrado.
- 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.

- Cobb, N. (1913). *Nematólogo, División de Nematología, Departamento de Agricultura de EE.UU.* EEUU.
- Córdova, K. (2012). *Determinación de nemátodos del género pratylenchus en un huerto de manzanos de bajo vigor y evaluación del control químico.* Santiago - Chile.
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius - Cole, E. (2007.). *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio.* Cotonou, Benin.: SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA),.
- Crozzoli, R. (2002). *Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. Asociación Interciencia.* Vol. 27. Venezuela.: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica.
- Crozzoli, R. (2014). *La nematología agrícola en Venezuela.* Caracas.
- Crozzoli, R. (2014). *La Nematología agrícola en Venezuela.* . Universidad Central - Venezuela.: Ediciones de la Facultad de Agronomía.
- Decraemer, W. (2011). *Familias de vectores de virus Parte II. Trichdoridae.* Gent - Bélgica: Academia Press.
- Delgado, A., Pico, J., Navia, D., & Suárez, C. (2019). *Prospección de nemátodos fitoparasitos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (Cereus sp) en el cantón Palora.*
- Dropkin, V. (1989). *Introduction to Plant Nematology. 2nd.* USA: John Wiley and Sons USA. 3.
- Duncan, L. (2005). *Nematode parasites of citrus. In Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture.* En S. R. (Luc M. CAB International, Wallingford, UK.
- E, A.-G., Canto, M., Baligar, V., Zúñiga, C., & Márquez, D. (2016.). *Población de Helicotylenchus sp. y Aphelenchus sp. en la rizosfera de clones de cacao (Theobroma cacao L.) bajo los sistemas de manejo tradicional y de bosque mejorado.* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.
- Eguiguren, R., & Defas, M. (1992.). *Principales Fitonemátodos en el Ecuador Descripción Biología y Combate, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP),.* Quito - Ecuador,,: Boletín Técnico N°21.
- Escuer, M. y. (1998). *Nematodos de la subfamilia Macroposthoniinae (Nematoda: Criconematidae) en la España peninsular. Dpto. de Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas – CSIC.* Madrid - España.
- Espinosa, M. F. (2004). *Nematodos Fitoparásitos asociados al cultivo de Papaya (Carica papaya L.) en Córdoba.* Córdoba, Argentina.: Temas Agrarios - Vol.9.
- Figueiredo, B., Santos, B., Soares, J., Ruas, P., & Carvalho, R. (2013.). *Agressiveness of Pratylenchus brachyurus to Sugarcane, Compared with Key Nematode P. zaeae, Nematropica.*

- Fortuner, R., Geraert, E., Luc, M., Maggenti, A., & Rask, D. (1987.). *A reappraisal of Tylenchina (Nemata). 8. The family Hoplolaimidae Filip'ev, 1934.* . Revue Nématol.
- Gallegos-Morales, G., Cepeda-Siller, M., Hernández-Castillo, F., Acosta-Zamarripa, A. M., Velásquez-Valle, R., & González-Gaona., E. (2009.). *Microorganismos Benéficos Asociados a Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood en Guayabo (Psidium guajava L).* Mexicana de Fitopatología, 106-112.
- Gandarilla, H. (2005.). *Algunos aspectos sobre las principales especies de fitonematodos asociadas a los cultivos de plantas ornamentales". Fitosanidad.*
- García, E. (9. de Enero. de 2018). *La pitahaya amarilla de Ecuador ya no es un producto minoritario.* Obtenido de <https://www.freshplaza.es/article/112647/La-pitahaya-amarilla-de-Ecuador-ya-no-es-un-producto-minoritario/>
- Gómez, B. A., & Castillo, P. (1998). *Presencia de Trichodorus cylindricus Hooper.* Ibérica de Parasitología, 289-293.
- Gorden, M. (1971). *Plant Parasitic Nematodes.* New York, San Francisco, London: Academic press.
- Guzmán y Piedrahita, O. (2010). *Importancia de los nematodos espiral, Helicotylenchus multicinctus (Cobb) Golden Y H. dihystra (Cobb) Sher, en pitahaya. Programa de Maestría en Fitopatología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas.*ISSN 0568-3076.
- Guzmán, Ó., Pérez, L., & Patiño, A. (2012). *Reconocimiento de nematodos fitoparasitos en pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus HAW).*
- Herrera, J., Ordóñez, M., Jiménez, J., González, R., Merino, C., & Vargas, G. (2014 .). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón El Pangui.* Zamora Chinchipe (Cantón el Pangui).
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M., Coronel, D., Verdugo, K., & Coba, P. (2015). *Desarrollo de la pitahaya (Cereus sp.) en Ecuador.* La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. 22(2):, 50-58. ISSNp: 1390-3799, ISSNe: 1390-8596.
- Hunt, D. y. (2009.). *Taxonomy, identification and principal species.* In Perry, R.; Moens, M; Starr, J. eds. Root-knotnematodes. London, UK. CAB International.
- INIA, I. N. (2017). *Sanidad Vegetal: Nematología – Nematodos en frutales.* Santiago de Chile.
- INIA, I. N. (2017.). *Sanidad Vegetal: Nematología – Nemátodos en frutales.* . Ficha Técnica N°8.
- INIAP, I. N. (2020). *Manuel del cultivo de pitahaya para la Amazonia Ecuatoria.* La Joya de los Sachas, Ecuador.
- Karsen L. y Moens, M. (2006.). *Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (Meloidogyne spp).* En: Bartker, K.; Carter, C. y

- Sasser, J. (Ed). An advanced treatise on Meloidogyne. . Vol. II, Methodology. North Carolina State University Graphics.
- Kondo, T., Quintero, E., Medina, J., Imbachi - López, K., Delgado, A., & Manrique, M. (2013.). *Insectos plagas de importancia económica en el cultivo de pitaya amarilla*. Colombia.
- Krall, & E.L. (1985). *Root parasitic nematodes, family Hoplolaimidae*. New Delhi- India.
- Krall, E. (1978). *Root Parasitic Nematodes*. Rusia: Nauka Publishers, Leningrad Branch.
- Lambert, K., & Bekal, S. (2002). *Introduction to the Major Pathogen Groups*. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/IntroNematodes.aspx>.
- Lezaun, J. (2016). *Nematodos fitoparásitos: una plaga mundial*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>
- López, R. (2018). *Manual de nematodos fitoparásitos. Identificación de especies cuarentenarias*. Quito - Ecuador.: Ph. D Ricardo Guerrero López-Alcántara, Proyecto Prometeo SENESCYT vinculado a los Laboratorios de Agrocalidad, Tumbaco. Este trabajo es una recopilación de información técnica efectuada por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro A.
- Luc, M., Sikora, R., & Bridge, J. (2005). *Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Londres: CAB Internacional.
- MAG. (2019). *Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/enpalora-morona-santiago-se-realiza-el-primer-censo-de-pitahaya/>
- Magunacelaya, J. y. (1999). *Nematología Agrícola en Chile*. U. de Chile: Serie Ciencias Agronómicas N°2 Chrisver Gráfica Ltda.
- Mai, M. L. (1996). *Claves para identificación de géneros de nematodos fitoparásitos*.
- Margalef, R. (1969). *El ecosistema pelágico del Mar Caribe*. Barcelona: Memoria Fund.
- Miguel Talavera, S. T. (2014). *Nemátodos fitoparásitos en cultivos hortícolas*. Servifapa, 5.
- Mitkowski, N. A., & Abawi, G. S. (2003). *Root-knotnematodes. The Plant Health Instructor*.
- Montesinos, J., Rodríguez, L., Ortiz, R., Fonseca, M., Ruíz, G., & Guevara, F. (2015). *PITAHAYA (Hylocereus spp.) UN RECURSO FITOGENÉTICO CON HISTORIA Y FUTURO PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO*. Scielo., 2.
- Mora, D. P. (2012). *Manejofitosanitario del cultivo de la pitahaya. Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer*. Nedidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia.: Produmedios.

- Morales, A. (2017). *PROSPECCIÓN DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS DE CEBOLLA Y SU RELACIÓN CON Fusarium oxysporum f. sp cepae EN EL VALLE DE ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA*. Jutiapa.
- Muñoz, N. (2018). *Estudio de factibilidad financiera para la producción de pitahaya (Hylocereus undatus, Brittan and Rose) de exportación, en la comuna Julio Moreno, provincia de Santa Elena*. La Libertad.
- Muñoz, S. N. (2018). *Estudio de factibilidad financiera para la producción de pitahaya (Hylocereus undadatus, Britt and Rose) de exportación, en la comuna julio moreno, provincia de Santa Elena*. La Libertad.
- Neval, M. (22. de septiembre. de 2017). *Daños provocados por Tylenchorhynchus spp*. Obtenido de <https://www.ne-val.com/danos-provocados-tylenchorhynchus-spp/#:~:text=La%20distribuci%C3%B3n%20de%20Tylenchorhynchus%20spp,riego%20o%20labores%20del%20campo>.
- Ojeda, M., Vázquez, A., Santos, R., Moreno, G., Aguirre, V., Iracheta, L., . . . Castellanos, J. (2012.). *Micropropagación de pitahaya, Hylocereus undatus (Haworth)*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/263126207_Micropropagacion_de_Pitahaya_Hylocereus_undatus_HAWORTH
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, F. (2012.). *Depósito de documentos de la FAO. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s13.htm>.
- Ortiz, R., Guzmán, O., & Ocampo, J. (2012.). *Identificación de nematodos fitoparásitos en el Banco de Germoplasma de maracuyá (Passiflora edulis f.flavicarpa Degener) en Colombia*. Redalyc., pp 11.
- Palacino, J. H. (1990). *Interaccion entre Glomus marihotis y Meloidogyne Incognita en pitahaya amarilla y roja bajo condiciones de vivero*. Cenicafe., 3.
- PDOT. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón el Pangui*. El Pangui - Zamora Chinchipe.
- Perry, R., & Moens, M. (2009.). *Root-Knot Nematodes*. . CABI. London, United Kingdom.: First edition. .
- Pineda, A. (15 de junio de 2012). *Fitopatología*. Obtenido de <http://angfitomapologia.blogspot.com/2012/06/nematodo-tylenchorhynchus.html>
- Pinto, A. F. (2021). *HOSPITALIDAD DE PITAYAAO NEMATOID DAS GALHAS, Meloidogyne spp*. Brazil.
- PROECUADOR. (2020). *Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Monitoreo de exportaciones*.

- Raven, P., Evert, R., & Eichhorn, S. (1992.). *Biología de las plantas*. pp 772.
- Rincón, A., Castaño, S., & Varón, F. (1989). *Reconocimiento y evaluación del daño de nemátodos asociados con Pitahaya Acanthocereus pitahaya*. ASCOLFI Informa, 46 - 48.
- Salazar, J., Pantoja, A., & Navia, J. (2014.). *Nemátodos fitoparásitos asociados al suelo del banco de germoplasma de pitahaya (hylocereus spp.) en el lote de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*.
- Sánchez, J. (2018.). *Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (Senicereus megalanthus), en el distrito Churuja Amazonas. (Tesis de pregrado)*. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.
- Sandoval, R. (2015). *Determinación molecular de especies de Pratylenchus asociados a cultivos agrícolas de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Escuela de Agronomía.
- Sasser, J. (1980). *Root-Knot Nematodes: A Globe. Plant Disease*.
- Sasser, J. (1989). *Plant parasitic nematodes: The farmer's hidden enemy*. University Graphics, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- Sikora, G. y. (2005.). *The potencial of green manure crops for controlling root-knot nematode (Meloidogyne javánica) on horticultural crops in a subtropical environment*. Australian Journal of Experimental Agriculture.
- Sotomayor, C. A., Pitzaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., . . . Vargas, Y. (2019.). *Physical chemical evaluation of pitahaya fruit (Selenicereus sp.) in different development stages*. En Enfoque UTE, 10(1), (págs. 89 - 96.). <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>.
- Steiner. (1945). *Helicotylenchus*. EEUU.
- Stemerding, S. (1964.). *Un mezclador-wattenfilter método om vribeweeglijke endoparasitaire nematodes uit wortles te verzamelen*. Verslagen Plantenziektenkundigen Dienst 141: .
- Suárez, R., Creucí, M., Ramírez, H., & Morales, J. (2012.). *Caracterización morfoanatómica y fisiológica de semilla sexual de pitahaya amarilla Selenicereus sp. (Haw.) Britt & Rose* Morphoanatomic and physiologic characterization of sexual seed from yellow pitahaya. Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas., pp. 97-111.
- System, I. T. (2013). *Clasificación taxonomía del género Pratylenchus*.
- Taylor, A. (1971). *Introducción a la nematología vegetal aplicada*. . En Guía de la FAO para el estudio y combate de los nematodos parásitos de las plantas. (pág. pp 131.). Roma.: 2da Ed.

- Taylor, A., & Sasser, J. (1983). *Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies de Meloidogyne)*. Departamento de Fitopatología de la Universidad del Estado de Carolina del Norte y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Thorne, G. (1961). *Principles of Nematology*. New York: McGraw-Hill.
- Tigano M., D. S.-S. (2010.). *Diversidad genética del nematodo del nudo de la raíz Meloidogyne enterolobii y desarrollo de un marcador SCAR para esta especie que daña la guayaba*. Plant Pathology Volumen 59.
- Torres de los Santos, R. (2020). *Interacciones en la rizósfera de las plantas. Importancia y señalización bioquímica e interacciones moleculares en la rizósfera de las plantas. Importancia y señalización bioquímica y molecular*. México: Fomento editorial.
- Towwshend, J. (1987). *Methods for evaluating to lesion nematodes Pratylenchus especies*. Journal of Nematology.
- Vargas, K. A., & López, R. N. (2020.). *Guía técnica del cultivo de pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. Perú.: Alviárez, Eliana.
- Vargas, Y., Alcívar, W., Nicolalde, J., Tinoco, L., Díaz, A., & Viera, W. (Noviembre de 2018.). *Efecto de Diferentes Sistemas Agroforestales con Pitahaya (Hylocereus sp. Haw.) sobre la Abundancia y Biomasa de Lombrices y Rendimiento del Cultivo, en el cantón Palora (Resumen)*. En C. En Caicedo, L. Buitrón, A. Díaz, F. Velástegui, C. Yánez, P. Cuasapaz, & (. 1. na.. Sacha, EC: INIAP/AGLATAM.
- Vasquez, 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 de pregrado)*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.
- Vásquez, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., & Valencia, S. (2016.). *Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw) en Ecuador*. Agronomía colombiana 34 (1),, S1081 – S1083.
- Wishart, J., Phillips, M., & Blok, V. (2002.). *Ribosomal Intergenic Spacer: A Polymerase Chain Reaction Diagnostic for Meloidogyne chitwoodi, M. fallax, and M. hapla*. Nematology 92(8): .
- Wu, L. -Y. (1869). *Five new species of Tylenchus Bastian, 1865 (Nematoda: Tylenchidae) from the Canadian high Arctic*. Canada.
- Zhang, Y. X. (2017). *Nematodo acrobático (Tylenchorhynchus agri) en Pitahaya (Hylocereus polyrhizus) en la provincia China*. . Agris. fao, 8.
- Zimmermann, F. (1898.). *Nematodos lesionadores de los bananos, pitahaya y café, Pratylenchus*.
- Zuckerman, B., & Strich-Harari, D. (1963.). *The life stages of Helicotylenchus multicinctus (Cobb) in banana roots*. Nematologica 9: 347–353.

11. ANEXOS

Anexo 1. Registro de datos de primera salida de campo

| REGISTRO DE DATOS DE PRIMERA SALIDA DE CAMPO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|-------|--------|-------|--------------|
| Muestras | Género | Individuos de nematodos fitoparásitos | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | | | |
| | | Raíz | <i>Meloidogyne</i> | 2800 | 18950 | 800 | 8800 | 6700 | 36300 | 14400 | 29050 | 5550 | 600 | 9600 | 7700 | 5700 | 5750 | 6150 | 200 | | 146400 | 91000 | 46000 |
| Suelo | | 260 | 100 | 120 | 330 | 620 | 430 | 2180 | 400 | 220 | 180 | 1020 | 3260 | 80 | | | | | | | | | 9200 |
| Raíz | <i>Helicotylenchus</i> | 100 | 200 | 200 | 100 | 1700 | 900 | 100 | 400 | 200 | 1300 | 2800 | 400 | 600 | 1400 | 200 | | | | | | | 10600 |
| Suelo | | 660 | 160 | 20 | 560 | 120 | 2760 | 2160 | 2810 | 2060 | 20 | 960 | 60 | 100 | 1360 | 6330 | 220 | 43250 | | | | | 63610 |
| Raíz | <i>Pratylenchus</i> | 300 | 100 | 300 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1000 |
| Suelo | | 20 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 420 |
| Suelo | <i>Tylenchorhynchus</i> | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 200 |
| Suelo | <i>Trichodorus</i> | 60 | 80 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 220 |
| Suelo | <i>Xiphinema</i> | 20 | 20 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 |
| Suelo | <i>Apllenchus</i> | 60 | 40 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 160 |
| Suelo | <i>Criconemoides</i> | 20 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 60 |
| suelo | <i>Tylenchus</i> | 1720 | 80 | 810 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2610 |

Anexo 2. Registro de datos de segunda salida de campo

| REGISTRO DE DATOS DE SEGUNDA SALIDA DE CAMPO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---------------------------------------|--------------------|-----|------|-------|-------|-------|------|------|-----|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|---------------|-------|
| Muestras | Género | Individuos de nematodos fitoparásitos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
| | | Raíz | <i>Meloidogyne</i> | 200 | 1400 | 1450 | 1000 | 1500 | 300 | 200 | 350 | 1150 | 3000 | 750 | 300 | 2850 | 1150 | 1200 | 2850 | 2650 | 550 | 1550 | 850 | 6700 | 5750 | 4300 | 2200 | |
| Suelo | | 160 | 400 | 300 | 150 | 50 | 12975 | 6350 | 425 | 100 | 150 | 100 | 550 | 2625 | 6675 | 1650 | 100 | | | | | | | | | | 32760 | |
| Raíz | <i>Helicotylenchus</i> | 1400 | 1550 | 150 | 300 | 100 | 350 | 900 | 1500 | 1900 | 100 | 150 | 150 | 450 | 100 | 300 | 1000 | 750 | 450 | 100 | | | | | | | 11700 | |
| Suelo | | 700 | 250 | 180 | 810 | 11940 | 34625 | 25150 | 400 | 1000 | 500 | 50 | 850 | 18675 | 4925 | 50 | 100 | 43800 | 4150 | 3325 | 1700 | | | | | | 153180 | |
| Suelo | <i>Trichodorus</i> | 40 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 140 | |
| Suelo | <i>Pratylenchus</i> | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | |
| Suelo | <i>Xiphinema</i> | 200 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 250 | |

Anexo 3. Poblacion de nematodos fitoparasitos en suelo y raíz en el cultivo de pitahaya.

| Géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en suelo y raíz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|--------------|--------------------|---------------|------------------|-------------|---------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Finca | Nº de muestras | <i>Helicotylenchus</i> | | <i>Meloidogyne</i> | | <i>Tylenchus</i> | | <i>Pratylenchus</i> | | <i>Trichodorus</i> | | <i>Tylenchorhynchus</i> | | <i>Aphelenchus</i> | | <i>Xiphinema</i> | | <i>Criconemoides</i> | |
| | | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz | Suelo | Raíz |
| 1 | 1 | 350 | 700 | | 1500 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 455 | 775 | 210 | 10175 | | | | | 20 | | | | | | | | | |
| | 3 | 170 | 125 | | 1125 | | | 10 | 150 | | | | | | | | | | |
| | 4 | 405 | 250 | | 4900 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 50 | 50 | 4100 | | | | 50 | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 | 6250 | 275 | | 18300 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 17373 | 500 | 60 | 7300 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 13955 | 1600 | 165 | 14700 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 1280 | 1400 | 510 | 3350 | | | | | | | 50 | | | | | | | |
| | 5 | 1905 | 100 | 150 | 1800 | | | | | 80 | | | | | | | | | |
| 3 | 1 | 1280 | 275 | 75 | 5175 | | | | | 40 | | | | 30 | | 10 | | | |
| | 2 | 35 | 175 | 240 | 4000 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 425 | 100 | 7577.5 | 4275 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 9818 | 225 | 3375 | 3450 | | | | | | | | | | | | 100 | | 10 |
| | 5 | 2493 | 50 | 322.5 | 3675 | | | | | 40 | | | | | | | 25 | | |
| 4 | 1 | 25 | | 140 | 1425 | 1720 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 50 | | 50 | 1325 | 80 | | | | | | | | 20 | | | | | |
| | 3 | | | 75 | 275 | 810 | | | | | | | | 30 | | | | | |
| | 4 | 50 | | 50 | 875 | | | | | | | | | | | | 10 | | 20 |
| | 5 | | | | 425 | | | | | | | | | | | | 25 | | |
| 5 | 1 | 22580 | 800 | 510 | 76550 | | | | 150 | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3165 | 1900 | 1905 | 48375 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2075 | 575 | 1312.5 | 25150 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 1772.5 | 525 | 3377.5 | 28050 | | | | 10 | | | | | | | | | | |
| | 5 | 22475 | 750 | 825 | 2025 | | | | 200 | 150 | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 108395 | 11150 | 20980 | 272300 | 2610 | 0 | 220 | 500 | 180 | 0 | 50 | 0 | 80 | 0 | 170 | 0 | 30 | 0 |
| PROMEDIO POR GÉNERO EN SUELO Y RAÍZ | | 21679 | 2230 | 4196 | 54460 | 1305 | 0 | 110 | 100 | 60 | 0 | 50 | 0 | 40 | 0 | 85 | 0 | 15 | 0 |

Anexo 4. Analisis de varianza con Infostat para muestras de raices

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|--------|
| promedio | 15 | 0.55 | 0.22 | 216.44 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------|----------------|----|---------------|------|---------|
| Modelo | 16672635916.67 | 6 | 2778772652.78 | 1.66 | 0.2489 |
| Finca | 7193436916.67 | 4 | 1798359229.17 | 1.07 | 0.4307 |
| genero | 9479199000.00 | 2 | 4739599500.00 | 2.82 | 0.1181 |
| Error | 13429330583.33 | 8 | 1678666322.92 | | |
| Total | 30101966500.00 | 14 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=115572.14665

Error: 1678666322.9167 gl: 8

| Finca | Medias | n | E.E. |
|-------|----------|---|------------|
| 5 | 61666.67 | 3 | 23654.92 A |
| 2 | 16441.67 | 3 | 23654.92 A |
| 1 | 7966.67 | 3 | 23654.92 A |
| 3 | 7133.33 | 3 | 23654.92 A |
| 4 | 1441.67 | 3 | 23654.92 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=74044.01444

Error: 1678666322.9167 gl: 8

| genero | Medias | n | E.E. |
|-----------------|----------|---|------------|
| Meloidogyne | 54460.00 | 5 | 18323.03 A |
| Helicotylenchus | 2230.00 | 5 | 18323.03 A |
| Pratylenchus | 100.00 | 5 | 18323.03 A |

Anexo 5. Analisis de varianza con Infostat para muestras de suelo

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|--------|
| promedio | 45 | 0.53 | 0.35 | 275.49 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------|---------------|----|--------------|------|---------|
| Modelo | 1959570634.17 | 12 | 163297552.85 | 2.95 | 0.0071 |
| Finca | 262691379.72 | 4 | 65672844.93 | 1.19 | 0.3349 |
| genero | 1696879254.44 | 8 | 212109906.81 | 3.84 | 0.0029 |
| Error | 1769258342.78 | 32 | 55289323.21 | | |
| Total | 3728828976.94 | 44 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10127.94319

Error: 55289323.2118 gl: 32

| Finca | Medias | n | E.E. |
|-------|---------|---|-----------|
| 5 | 6689.72 | 9 | 2478.56 A |
| 2 | 3536.39 | 9 | 2478.56 A |
| 3 | 2877.22 | 9 | 2478.56 A |
| 4 | 205.56 | 9 | 2478.56 A |
| 1 | 186.67 | 9 | 2478.56 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15623.86535

Error: 55289323.2118 gl: 32

| genero | Medias | n | E.E. |
|------------------|----------|---|-------------|
| Helicotylenchus | 19679.00 | 5 | 3325.34 A |
| Meloidogyne | 4196.00 | 5 | 3325.34 A B |
| Tylenchus | 261.00 | 5 | 3325.34 B |
| Pratylenchus | 44.00 | 5 | 3325.34 B |
| Trichodorus | 36.00 | 5 | 3325.34 B |
| Xiphinema | 34.00 | 5 | 3325.34 B |
| Tylenchorhynchus | 20.00 | 5 | 3325.34 B |
| Aphelenchus | 16.00 | 5 | 3325.34 B |
| Criconemoides | 6.00 | 5 | 3325.34 B |

Anexo 6. Pantas muestreadas con sintomatología de nematodos fitoparásitos



Figura 12. Plantación del cultivo de pitahaya. Cantón El Panguí

Anexo 7. Muestreo de nematodos fitoparásitos en fincas de pitahaya del cantón El Panguí – Zamora Chinchipe.



Figura 13. Muestreo en plantas de pitahaya. Cantón El Panguí



Figura 14. Ingreso de muestras al laboratorio. Agrocalidad Loja

Anexo 8. Procesamiento de muestras en laboratorio



Figura 15. Tamices para procesar muestras de raíz y suelo. Agrocalidad Loja



Figura 16. Extracción de suelo rizosférico de raíces, cortado y pesado (10 g) de raíces

Anexo 9. Evaluación de incidencia de agallamiento en raíces de plantas de pitahaya



Figura 17. Secamiento de raíces de pitahaya



Figura 18. Raíces con lesiones necróticas 25%(A), presencia de nódulos 75% (B) y baja presencia de lesiones necróticas 30% (C)

Anexo 10. Procesamiento de muestras en laboratorio



Figura 19. Proceso de muestras por el método de método de platos calados Baerman modificado y para suelo el método de Stemerding.



Figura 20. Reposo de muestras de suelo mediante el método de embudo de Baerman.

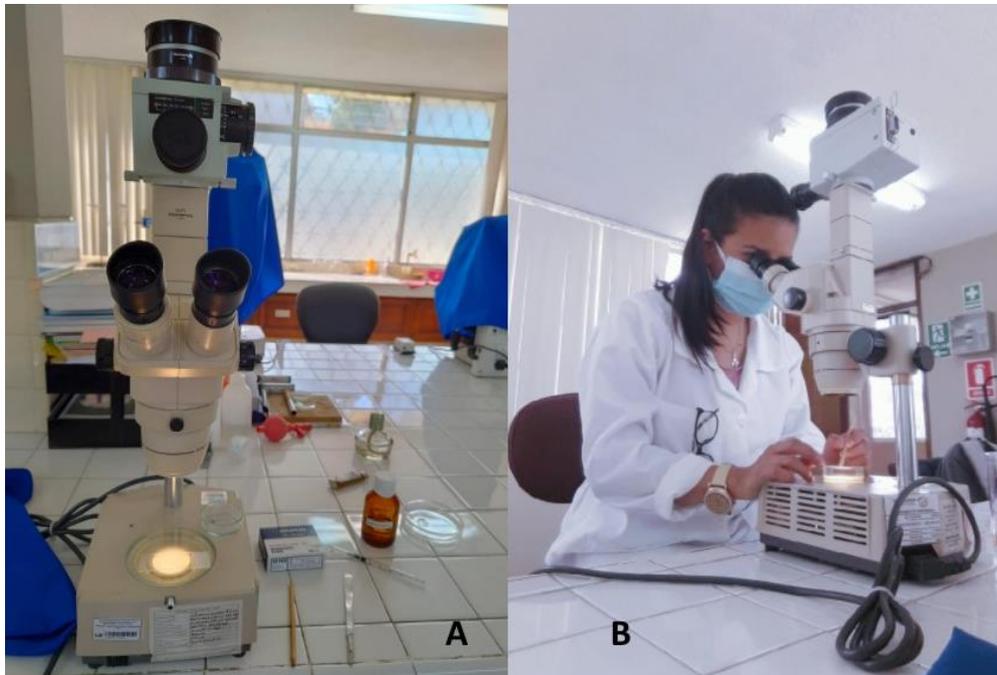


Figura 21. A: Materiales y equipos utilizados para la identificación y cuantificación de nematodos. B: Observación e identificación de géneros de nematodos de la suspensión de agua-nematodo.

Anexo 11. Cortes perineales del nematodo agallador

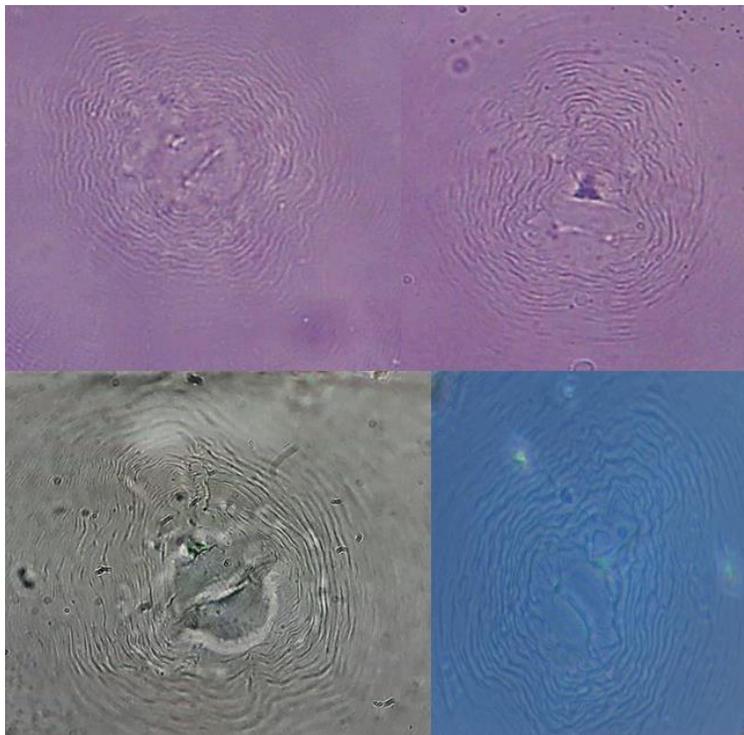


Figura 22. Cortes perineales para la identificación del género *Meloidogyne* spp

Anexo 12. Escala de Bridge and Page 1980 para nematodos agalladores

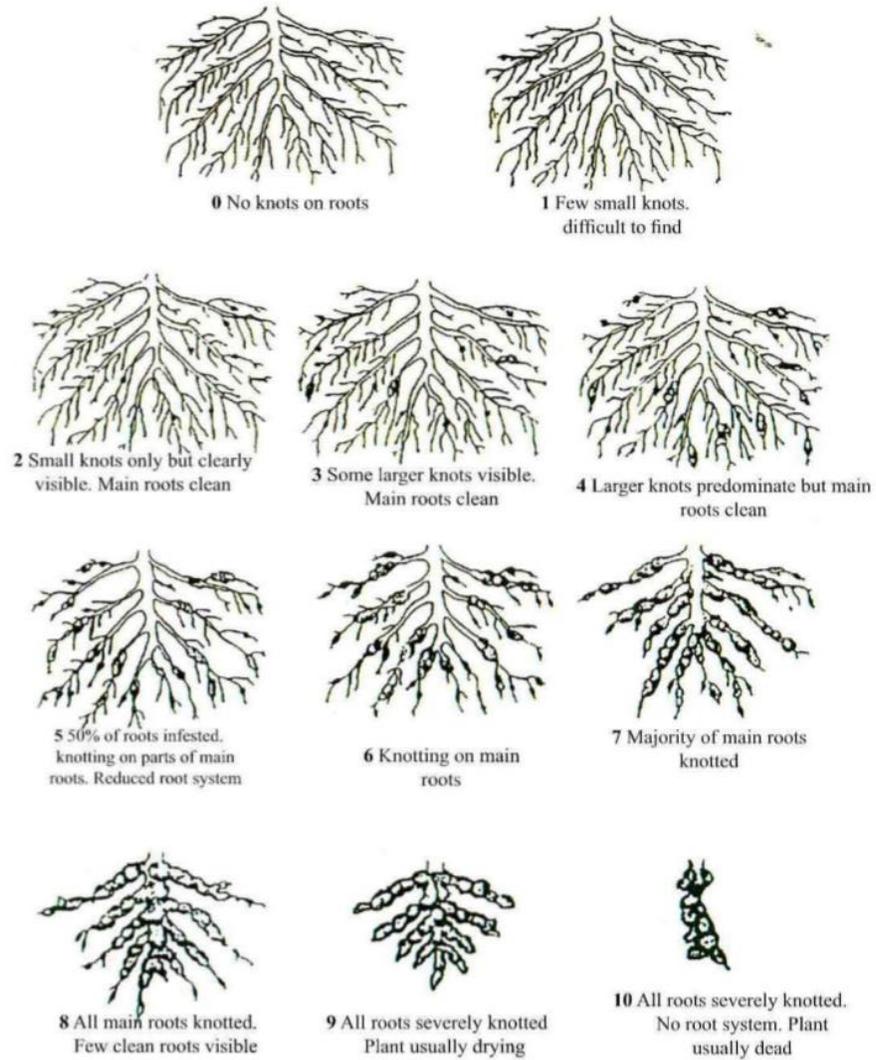


Figura 23. Escala de Bridge and Page 1980 para nematodos agalladores

Anexo 13. Índice de agallamiento (IA) de los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*.

| Fincas | | Agallamiento (%) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|---------------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------|----------------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------|
| | | Género <i>Meloidogyne</i> | | | | Género <i>Helicotylenchus</i> | | | | | Género <i>Pratylenchus</i> | | | | |
| | | 0 (Planta sana) | 1 (1-25 %) | 2 (26-50 %) | 3 (51-75 %) | 4 (> 75 %) | 0 (Planta sana) | 1 (1-25 %) | 2 (26-50 %) | 3 (51-75 %) | 4 (> 75 %) | 0 (Planta sana) | 1 (1-25 %) | 2 (26-50 %) | 3 (51-75 %) |
| 1 | M1 | 7 | | | | | 4 | | | | 0 | | | | |
| | M2 | | | 30 | | | 0 | | | | 0 | | | | |
| | M3 | 15 | | | | | 10 | | | | 0 | | | | |
| | M4 | 25 | | | | | | 30 | | | | 10 | | | |
| | M5 | | | | 63 | | | | 26 | | | | 6 | | |
| Promedico | | 15.7 | 30 | 63 | 0 | 7 | 28 | 0 | 8 | 0 | 8 | | | | |
| 2 | M1 | | | | 55 | | | | 65 | | | | 30 | | |
| | M2 | | | | 70 | | | 18 | | | | 14 | | | |
| | M3 | | | 46 | | | | 23 | | | | 20 | | | |
| | M4 | 13 | | | | 0 | | | | | 0 | | | | |
| | M5 | 18 | | | | | | 28 | | | | | 27 | | |
| Promedico | | 15.5 | 46 | 62.5 | 0 | 20.5 | 28 | 65 | 0 | 17 | 28.5 | | | | |
| 3 | M1 | | | 40 | | | 15 | | | | | | 35 | | |
| | M2 | | | 50 | | | | | 60 | | | 18 | | | |
| | M3 | 20 | | | | | | 35 | | | | 15 | | | |
| | M4 | | | | 60 | | 9 | | | | 0 | | | | |
| | M5 | | | | 75 | | 0 | | | | 0 | | | | |
| Promedico | | 20 | 45 | 67.5 | 0 | 12 | 35 | 60 | 0 | 16.5 | 35 | | | | |
| 4 | M1 | | | | 67 | | | 40 | | | 0 | | | | |
| | M2 | | | | 65 | | | 38 | | | 0 | | | | |
| | M3 | 5 | | | | | 13 | | | | 0 | | | | |
| | M4 | | | 28 | | | | 21 | | | | 5 | | | |
| | M5 | | | 48 | | | | | 55 | | | | 38 | | |
| Promedico | | 5 | 38 | 66 | 0 | 17 | 39 | 55 | 0 | 5 | 38 | | | | |
| 5 | M1 | | | | 80 | 0 | | | | | | | | 40 | |
| | M2 | | | | 90 | | 25 | | | | | 22 | | | |
| | M3 | | | | 88 | | | 32 | | | | 9 | | | |
| | M4 | | | | 77 | | | | 68 | | 0 | | | | |
| | M5 | | | 35 | | | 7 | | | | | 24 | | | |
| Promedico | | 35 | 83.8 | 0 | 16 | 32 | 68 | 0 | 18.3 | 40 | | | | | |

Anexo 14. Escala de Taylor y Sasser (1978) para nematodos fitoparasitos

| Índice de agallamiento de Taylor y Sasser (1978) | |
|---|--------------------------|
| Nivel | Numero de agallas |
| 0 | sin agallas |
| 1 | 1-25 agallas |
| 2 | 26-50 agallas |
| 3 | 51-75 agallas |
| 4 | > 75 agallas |