UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"DENSIDAD POBLACIONAL E IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arábica* L.), EN EL SECTOR DE LA DIVISORIA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, UCAYALI"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

JUAN CARLOS JARA CASTAGNE

PUCALLPA – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

ANEXO 4
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por **JUAN CARLOS JARA CASTAGNE**, denominada: **DENSIDAD POBLACIONAL E IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL CAFÉ (Coffea arábica L.), EN EL SECTOR DE LA DIVISORIA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, UCAYALI,** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **INGENIERO AGRÓNOMO**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR MAYORIA** con el calificativo (*) **REGULAR.**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (grado académico .....), (Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**), de conformidad con lo estipulado en el Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 20 de julio del 2018.

Presidente Ing. Isaías Ramírez Gonzales	Secretario Ing. Pablo Solís Espinoza
Miembro Ing. Giraldo Almeida Villanueva	Asesor Ing. Eliel Sánchez Marticorena

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado

ii

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Isaías González Ramírez

Presidente

Ing. Pablo Solís Espinoza.

Secretario

Ing. Giraldo Almeida Villanueva, M.Sc.

Miembro

Ing. Eliel Sánchez Marticorena, M.Sc.

Asesor

Bach. Juan Carlos Jara Castagne

Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, **JUAN CARLOS JARA CASTAGNE**
Autor de la TESIS titulada:
DENSIDAD POBLACIONAL E IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arábica* L.), EN EL SECTOR DE LA DIVISORIA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, UCAYALI.
Sustentada el año : **2018**
Con la asesoría de : **Eliel Sánchez Marticorena Ing. M.Sc.**
En la Facultad de : **Ciencias Agropecuarias.**
Escuela Profesional de : **Agronomía.**

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por lo tanto me encuentro facultado a conceder a las presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación.

■ Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

☐ Parcial (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen PDF será compartido en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del repositorio institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha:……/……../…….

Email : **jcjara29@gmail.com** Firma……..
Teléfono: **961-708470** DNI: **41744442**

DEDICATORIA.

A Dios, por darme la vida y permitir
que cumpla mi mayor anhelo, ser
profesional.

Con mucho amor y cariño a mi madre Rosa, mi hermana Carmen y Ana; por su apoyo en mi formación profesional.

A mi compañera y pareja Karen Rocio
con mucho amor.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias que, por intermedio de sus docentes, quienes me brindaron valiosas enseñanzas para lograr mi formación de Ingeniero Agrónomo.

Al asesor de tesis, Ing. Eliel Sánchez Marticorena M.Sc., por su apoyo durante la elaboración de esta tesis.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Pucallpa, por brindarme sus instalaciones en parcelas demostrativas de Investigación del cultivo en cafeto.

Al Ing. Antonio Arce García, Director del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

A la (Coordinadora de Cultivos Agroindustriales y Agroexportación INIA); Ing. Alina Alexandra Camacho Villalobos, M.Sc. por su apoyo en el trabajo de investigación del cafeto.

A mi familia, por su apoyo incondicional en el desarrollo del presente trabajo.

Así mismo; a todas las personas que han contribuido de una u otra manera en la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE.

Pág.

RESUMEN..... xi

LISTA DE CUADROS..... xv

LISTA DE FIGURAS..... xviii

I. INTRODUCCIÓN..... 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA..... 2

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... 2

2.2. EL CAFÉ (*Coffea arábica*)..... 3

2.2.1. Taxonomía..... 3

2.2.2. Morfología..... 4

2.2.3. Condiciones agroclimáticas..... 4

2.2.3.1. Altitud..... 4

2.2.3.2. Temperatura..... 4

2.2.3.3. Precipitación..... 5

2.2.3.4. Radiación solar..... 5

2.2.3.5. Humedad relativa-..... 5

2.2.3.6. Viento..... 5

2.2.3.7. Suelos..... 5

2.2.4. Producción mundial del café..... 5

2.3. LOS NEMATODOS FITOPARÁSITOS..... 6

2.3.1. Morfología..... 6

2.3.2. Anatomía..... 6

2.3.3. Ciclo de vida..... 7

2.3.4. Daños causados…… 7
2.3.5. Ecología y distribución de nematodos fitoparásitos…. 8
2.4. NEMATODOS DEL CAFÉ……. 9
2.4.1. Ciclo de vida de los fitonematodos de mayor importancia en el cultivo de café……. 9
2.4.1.1. Género *Meloidogyne*…….. 9
2.4.1.2. Género *Pratylenchus*……. 10
2.4.1.3. Género *Radopholus*……... 10
2.4.2. Los fitonematodos y su importancia en la producción de café……. 10
III. MATERIALES Y MÉTODO…… 12
3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO…… 12
3.2. ECOLOGÍA Y CLIMA…….. 13
3.3. CONDICIONES DE SUELO…….. 14
3.4. MATERIALES…….. 16
3.4.1. Material vegetativo…… 16
3.4.2. Toma de muestra y evaluación de campo……. 16
3.4.3. Análisis nematológico……... 16
3.4.4. De escritorio…… 16
3.5. PARCELAS ESTUDIADAS…… 16
3.6. VARIABLES A MEDIR…… 17
3.6.1. Número de especies de nematodos……... 17
3.6.2. Número de individuos de nematodos…… 17
3.6.3. Estimación de daño……... 17
3.7. DEL TRABAJO EXPERIMENTAL…….. 18

3.7.1. Selección de parcelas de evaluación…….. 18
3.7.2. Muestreo nematológico…….. 19
3.7.3. Extracción de nematodos…….. 20
3.7.4. Determinación de la diversidad de géneros de nematodos fitoparásitos……. 21
3.7.5. Determinación de población de nematodos fitopatógenos…… 23
3.7.6. Estimación de daño…… 24
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL…….. 24
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 25
4.1. NÚMERO DE GÉNEROS DE NEMATODOS FITOPATÓGENOS……... 26
4.1.1. *Pratylenchus*…… 26
4.1.2. *Helicotylenchus*…… 27
4.1.3. *Meloidogyne*……. 28
4.1.4. *Longidorus*…… 29
4.1.5. *Radopholus*…….. 29
4.1.6. *Criconemoides*……. 30
4.2. POBLACIÓN DE NEMATODOS FITOPATÓGENOS……. 33
4.2.1. *Pratylenchus*…… 33
4.2.2. *Helicotylenchus*…… 34
4.2.3. *Meloidogyne*……. 36
4.2.4. *Longidorus*…… 37
4.2.5. *Radopholus*…….. 39
4.2.6. *Criconemoides*……. 40
4.3. PORCENTAJE DE ÓRGANOS AFECTADOS……. 46

4.3.1. Agallas…….. 46

4.3.2. Lesiones…… 48

V. CONCLUSIONES…… 50

VI. RECOMENDACIONES…….. 51

VII. LITERATURA CITADA……... 53

VIII. ANEXO……. 61

RESUMEN.

El presente trabajo de tesis se desarrolló en el sector de la Divisoria, ubicado en el km. 207 de la Carretera Federico Basadre, distrito de Aguaytía, provincia de Padre Abad, región de Ucayali, se seleccionaron tres parcelas de café, para realizar el trabajo de investigación titulado “Densidad poblacional e identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café (*Coffea arábica L.*) en el sector de “La Divisoria, provincia de Padre Abad, Ucayali”, el cual se desarrolló entre los meses de mayo y agosto del 2017.

Las parcelas fueron georreferenciadas, procediéndose a realizar los muestreos nematológico respectivos, tomándose muestras de suelo y de tejido vegetal (raíces) en cada una de ellas; las muestras se trasladaron a laboratorio de Fitopatología de la UNU, donde se realizaron los análisis nematológico propuestos, conteo de individuos y la identificación de géneros de nematodos fitopatógenos más predominante y la estimación de los daños; los datos obtenidos se analizaron con un Diseño Completo al Azar, a un nivel de confianza de 95% y una prueba de promedios de Tukey. Los resultados nos muestran los géneros y sus poblaciones respectivas, los cuales son: del género Pratylenchus, en la primera evaluación osciló desde 6 a 19.66 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación la población oscilo entre 2.66 a 12 nematodos/100 cm^3 suelo.

Para el género *Helicotylenchus*, en la primera evaluación la población osciló desde 9.66 a 12.66 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación la población oscilo desde 2.66 a 25 nematodos/100 cm^3 suelo. Para el género *Meloidogyne* en la primera evaluación no se observó poblaciones, en la segunda evaluación, la población oscilo desde 2 a 9 nematodos/100 cm^3

suelo. Para el género *Longidorus*, en la primera evaluación, la población oscilo entre 0.66 a 7 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación la población oscilo entre 0 a 10 nematodos/100 cm^3 suelo.

Para el género *Radopholus* en la primera evaluación se observó una población desde 3.66 a 10 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación, no se observó población. Para el género *Criconemoides* en la primera evaluación no se observó poblaciones y en la segunda evaluación la población oscilo desde 0 a 7.66 nematodos/100 cm^3 suelo, y finalmente, para la estimación de daños, en las diferentes parcelas evaluadas, se demuestra que la presencia de agallas se encontró grados de 1 a 3 y para las lesiones en raíces, se encontró grados de 3 a 4.

Palabras clave: Fitoparásitos, nematodo, *Pratylenchus, Helicotylenchus, Meloidogyne, Longidorus, Radopholus y Criconemoides.*

ABSTRACT.

In the sector of the Divide, located at km. 207 of the Federico Basadre Highway, district of Aguaytia, province of Padre Abad, Ucayali Region, three coffee plots were selected to carry out the research work entitled "Population density and identification of phytoparasitic nematodes associated with coffee cultivation (*Coffea arábica* L.) in the sector of La Divisoria, Province of Padre Abad, Ucayali ", which took place between the months of May and August of 2017.

The plots were georeferenced, proceeding to perform the respective nematological samples, taking samples of soil and plant tissue (roots) in each of them; the samples were transferred to the UNU Plant Pathology Laboratory, the proposed nematological analyzes were carried out: counting of individuals and the identification of more abundant phytopathogenic nematode genera and the estimation of the damages. Likewise, the data obtained were analyzed in a Random Complete Design, with a confidence level of 95% and a Tukey averages test. The results show the genera and their respective populations, which are: of the genus Pratylenchus, in the first evaluation ranged between 6 to 19.66 nematodes/100 cm^3 soil and for the second evaluation the population ranged from 2,66 to 12 nematodes/100 cm^3 soil.

For the genus *Helicotylenchus*, in the first evaluation the population ranged between 9.66 to 12.66 nematodes/100 cm^3 soil and for the second evaluation the population oscillated between 2.66 to 25 nematodes/100 cm^3 soil. For the genus *Meloidogyne* in the first evaluation no populations were observed, in the second evaluation, the population oscillated between 2 to 9 nematodes/100 cm^3 soil. For the genus *Logidorus*, in the first evaluation, the

population oscillated between 0.66 to 7 nematodes/100 cm^3 soil and for the second evaluation the population oscillated between 0 to 10 nematodes/100 cm^3 soil.

For the genus *Radopholus* in the first evaluation a population was observed between 10 to 3.66 nematodes/100 cm^3 soil and for the second evaluation, no population was observed. For the genus *Criconemoides* in the first evaluation no populations were observed and in the second evaluation the population oscillated between 0 to 7.66 nematodes/100 cm^3 soil, and finally, for the estimation of damages, in the different evaluated plots, it is demonstrated that the presence of galls found grades of 1 to 3 and for lesions in roots, grades of 3 to 4 were found.

Keywords: Phytoparasites, Nematode, *Pratylenchus, Helicotylenchus, Meloidogyne, Longidorus, Radopholus and Criconemoides.*

LISTA DE CUADROS.

En el texto. **Pág.**

Cuadro 01. Datos de condiciones climáticas de los meses de mayo a agosto del 2017 13

Cuadro 02. Análisis de suelo de las parcelas donde se encuentran las parcelas experimentales 15

Cuadro 03. Parcelas estudiadas 17

Cuadro 04. Descripción de las parcelas del café estudiadas 18

Cuadro 05. Coordenadas UTM de las parcelas estudiadas 19

Cuadro 06. Población de especies de nematodos fitopatógenos identificados en las parcelas evaluadas en 100 cm^3 de suelo 25

Cuadro 07. Géneros de nematodos fitopatógenos 25

Cuadro 08. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Pratylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 33

Cuadro 09. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Helicotylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 35

Cuadro 10. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Meloidogyne* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 36

Cuadro 11. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Longidorus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 38

Cuadro 12. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Radopholus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 39

Cuadro 13. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Criconemoides* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 41

Cuadro 14. Prueba de promedios de Tukey para el grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas, en las diferentes parcelas estudiadas 46

Cuadro 15. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas, en las diferentes parcelas estudiadas 47

Cuadro 16. Prueba de promedios de Tukey para el grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones, en las diferentes parcelas estudiadas 48

Cuadro 17. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones, en las diferentes parcelas estudiadas 48

En el Anexo.

Cuadro 18A. ANVA para la población de *Pratylenchus* en la primera evaluación 62

Cuadro 19A. ANVA para la población de *Pratylenchus* en la segunda evaluación 62

Cuadro 20A. ANVA para la población de *Helicotylenchus* en la primera evaluación 62

Cuadro 21A. ANVA para la población de *Helicotylenchus* en la segunda evaluación 62
Cuadro 22A. ANVA para la población de *Meloidogyne* en la segunda evaluación 63
Cuadro 23A. ANVA para la población de *Longidorus* en la primera evaluación 63
Cuadro 24A. ANVA para la población de *Longidorus* en la segunda evaluación 63
Cuadro 25A. ANVA para la población de *Radopholus* en la primera evaluación 63
Cuadro 26A. ANVA para la población de *Criconemoides* en la segunda evaluación 64
Cuadro 27A. ANVA para el grado ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas 64
Cuadro 28A. ANVA para el grado ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones 64
Cuadro 29A. Población de nematodos fitopatógenos contabilizados en las parcelas evaluadas, en la primera evaluación 65
Cuadro 30A. Población de nematodos fitopatógenos contabilizados en las parcelas evaluadas, en la segunda evaluación..... 65
Cuadro 31A. Evaluación de grado de daños observados en las raíces de café en parcelas, en la segunda evaluación..... 66
Cuadro 32A. Valores orientativos de los límites de tolerancia y umbrales económicos para algunos cultivos y nematodos fitopatógenos 66

LISTA DE FIGURAS.

En el texto. **Pág.**

Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas evaluadas 12

Figura 2. Datos de condiciones climáticas de los meses de Mayo a Agosto del 2017..... 14

Figura 3. Dentro de una ha de cultivo de café, se realizó la toma de muestras nematológicas en zigzag 19

Figura 4. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Pratylenchus spp* 26

Figura 5. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Helicotylenchus spp* 27

Figura 6. Hembra y macho de *Meloidogyne spp*. en tejido vegetal ... 28

Figura 7. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Longidorus* spp. 29

Figura 8. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Radopholus spp* 30

Figura 9. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Criconemoides spp* 31

Figura 10. Poblaciones del nematodo *Pratylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 34

Figura 11. Poblaciones del nematodo *Helicotylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas..... 36

Figura 12. Poblaciones del nematodo *Meloidogyne* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 37

Figura 13. Poblaciones del nematodo *Longidorus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 39

Figura 14. Poblaciones del nematodo *Radopholus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas 40

Figura 15. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas..... 47

Figura 16. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones..... 49

En el anexo.

Figura 17A. Georreferenciación de la parcela estudiada..... 67

Figura 18A. Extracción de muestras de tejido radicular..... 67

Figura 19A. Colección de muestras e identificación 68

Figura 20A. Conservación de muestras para su traslado al laboratorio. 68

Figura 21A. Vista del campo de cultivo evaluado, en el sector de La Divisoria..... 69

Figura 22A. Muestra raíces de café con lesiones en grado 4 y agallas en grado 3 69

Figura 23A. Muestra raíces de café con lesiones en grado 5 y agallas en grado 1 70

Figura 24A. Muestra raíces de café con lesiones en grado 3 y agallas en grado 5 70

Figura 25A. Foto microscópica para identificación del género *Criconemoides*..... 71

Figura 26A. Foto microscópica para identificación del género *Helicotylenchus* 71

Figura 27A. Foto microscópica para identificación del género *Radopholus* 72

Figura 28A. Foto microscópica para identificación del género *Longidorus*..... 72

Figura 29A. *Helicotylenchus*: Fig. A-B. Hembra en toda su longitud; Fig. C. Hembra, parte anterior; Fig. D. Hembra, parte posterior; Fig. E. Macho, parte posterior 73

Figura 30A. *Meloidogyne*: Fig. A. Macho, en toda su longitud; Fig. B. Macho, parte anterior; Fig. C. Hembra, parte anterior; Fig. D. Larva de la segunda edad, en toda su longitud; Fig. E. Macho, parte posterior; Fig. F. Hembra en toda su longitud..... 74

I. INTRODUCCIÓN.

La caficultura en el Perú, a pesar de su importancia económica, enfrenta limitaciones que no permiten un mejor posicionamiento en el mercado internacional, y dentro de estas limitaciones se encuentra la falta de conocimiento de la prevalencia de plagas como es el caso de nematodos que generan pérdidas de rendimiento en el cultivo (*Gonzales*, 2010).

Según Talavera (2003), menciona que los aspectos muy importantes en el tema de los nematodos fitopatógenos son tanto el límite de tolerancia, así como el umbral económico; los cuales dependen de las condiciones agronómicas y ambientales de la zona, por lo que el éxito de un sistema productivo estará supeditado a la existencia de datos locales sobre las pérdidas causadas por estos patógenos.

En la zona caficultora de la Divisoria, en la provincia de Padre Abad, Ucayali, no se han realizado estudios exploratorios, que demuestren la presencia de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café, y por consiguiente, no se conoce los niveles de daño ni las pérdidas económicas que produce la presencia de los nematodos fitoparásitos en el cultivo del café, bajo este ecosistema.

Teniendo en consideración estos factores, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la densidad de poblacional e identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café en la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, el cual nos permitan generar planes de control sanitario, mejorando de esta manera la capacidad productiva del cultivo, generar mayor utilidad económica para el agricultor y permitir cerciorar la seguridad alimentaria de los caficultores de la Región.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Las regiones de Huatusco y Coatepec, desde 1960, se han registrado fincas cafetaleras con síntomas de afectación por fitonemátodos, por este motivo, se buscó determinar la presencia y afecciones por fitonemátodos en la finca cafetalera “La Mata”, en Coatepec. En el primer muestreo se encontraron 07 fitonemátodos, en el segundo se encontraron 22, en el tercero se encontraron 17. En total fueron 47 fitonemátodos de estos 57% fueron hembras y el 43% machos. Se identificó que los fitoparásitos de esta finca pertenecieron al género *Meloidogyne (Chamlaty*, 2014).

Actualmente, una de las plagas que causan mayores daños y bajos rendimientos de producción en el cultivo del café es *Meloidogyne incognita* (*Galán*, 2011).

Cruz (2012), menciona que el género *Meloidogyne* agrupa a un importante grupo de nematodos fitoparásitos causantes de agallas radicales. En el cultivo del café provoca graves daños en la producción debido a que atrofia el sistema radical y afecta la absorción de nutrimentos. En la región productora de café del estado de Veracruz se tienen registros de la presencia de este nematodo en los cafetales. Sin embargo no se conoce cual especie de *Meloidogyne* está causando daños a la producción de este cultivo. El objetivo de este trabajo fue identificar morfométricamente la especie de *Meloidogyne* presente en las raíces de cafetos de la región central del estado de Veracruz. Con éste fin se realizaron encuestas a productores para identificar las plantaciones de café infestadas. Se extrajeron hembras y masas de huevos de *Meloidogyne* y se reprodujeron en plantas de tomate (*Lycopersicum*

esculentum). Los resultados confirman la presencia de *Meloidogyne* en la zona productora de café del centro del estado de Veracruz. Las características de los patrones perineales en las hembras coinciden con la especie *Meloidogyne incognita*. Asimismo se encontró que más del 50% de los productores encuestados desconocen los síntomas causados por estos nematodos y no realizan un control adecuado.

Los niveles poblacionales de fitonemátodos y nematodos del suelo en presencia de banano, café y árboles en los cafetales del norte de Nicaragua. El fitonemátodo que presentó mayor densidad poblacional tanto en las raíces de café como en banano fue *Meloidogyne* J2, teniendo mayor presencia en las raíces de café. El género *Meloidogyne* J2 en café presentó mayor densidad poblacional en los tratamientos donde no había presencia de bananos CL y C (García, 2012).

2.2. EL CAFÉ (*Coffea arábica* L).

2.2.1. Taxonomía.

Delgado (2007), indica que, el café (*Coffea arábica* L.), se describe taxonómicamente de la siguiente manera: La clasificación taxonómica de la especie arbustiva es:

Reino : Vegetal

División : Magnoliophyta

Clase : Dicotyledoneae

Subclase : Asteridae

Orden : Rubiales

Familia : Rubiaceae

Género : Coffea

Especie : Arábica.

2.2.2. Morfología.

La planta de café tiene un solo eje, en cuyo extremo hay una zona de crecimiento activo permanente, que va alargando el tallo, formando nudos y entrenudos. Las ramas laterales se alargan y la parte superior del eje vertical continúa creciendo, así se producen nuevas ramas en diversos ángulos, por lo que la planta adquiere una forma cónica (*Delgado,* 2007).

El eje central o ramas ortotrópicas que crecen verticalmente, solo producen yemas vegetativas. Las ramas laterales o plagiotrópicas, llamadas bandolas, son las ramas primarias y dan origen a ramas secundarias o de segundo orden. Las ramas secundarias y terciarias constituyen lo que se conoce como palmilla (*Delgado*, 2007).

2.2.3. Condiciones agroclimáticas.

Las condiciones agroclimáticas son las siguientes.

2.2.3.1. Altitud.

Se considera óptima para el cultivo del café, cuando se localiza, entre los 1200 y 1700 msnm, no obstante en Costa Rica se desarrolla café entre los 500 y 1700 metros sobre el nivel del mar (*Delgado*, 2007).

2.2.3.2. Temperatura.

La temperatura óptima oscila entre 19 °C y 21 °C con extremos de 17 °C a 23 °C, ya que por encima de la temperatura promedio de 24 °C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el llenado de los frutos (*Fischersworring*, 2001).

2.2.3.3. Precipitación.

La precipitación en las zonas cafetaleras oscila entre los 1000 y 3500 mm anuales (*Fischersworring*, 2001).

2.2.3.4. Radiación solar.

Una alta intensidad lumínica reduce la fotosíntesis, por otra parte, la poca luz favorece la afección de enfermedades y causa problemas de maduración y recolección (*Delgado*, 2007).

2.2.3.5. Humedad relativa.

El nivel óptimo se ubica entre el 70 y 85 por ciento, niveles superiores al 85 por ciento afectan la calidad del café oro y taza y predispone a enfermedades (*Delgado*, 2007).

2.2.3.6. Viento

Fuertes vientos inducen a la desecación y al daño mecánico del tejido vegetal y del tronco y permite la incidencia de enfermedades (*Delgado*, 2007).

2.2.3.7. Suelos

Los suelos condicionan el desarrollo radical y la disponibilidad de elementos minerales influyen en la capacidad de asimilación y uso de nutrientes y agua. Las producciones altas se desarrollan en suelos fértiles y de excelentes condiciones físicas (*Delgado*, 2007).

2.2.4. Producción mundial del café.

Los principales productores de Café en el mundo son: Brasil, Vietnam y Colombia, países que en conjunto registran en los últimos cuatro

años de cosecha, entre el 50 y 60 por ciento, de la producción mundial de café. Es importante destacar que la producción cafetera de América del Sur aportó el 49 por ciento de la producción mundial, correspondiente a la cosecha 2004-2005, cifra que evidencia el peso de dicha área en el desarrollo del cultivo y en el comportamiento de los mercados (*Delgado*, 2007).

2.3. LOS NEMATODOS FITOPARÁSITOS.

2.3.1. Morfología.

Los nematodos fitoparásitos, según el género, tienen en la región anterior (cabeza) un estilete hueco (estomatoestilete u odontoestilete) también llamado “lanza”, pero hay algunos con estilete sólido modificado (onquioestilete). El estilete es usado para perforar o penetrar las células de las plantas y a través de él extraer los nutrientes, causando enfermedades en diferentes cultivos (*Guzmán*, 2009).

La mayoría de ellos son microscópicos y miden entre 300 y 1000 µm de largo y entre 15 y 35 µm de ancho (*Avelino*, 2009).

2.3.2. Anatomía.

El cuerpo de un nematodo es más o menos transparente. Está cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrías u otros detalles. Esta cutícula presenta la muda cuando los nematodos pasan a través de sus etapas larvarias sucesivas. Dicha cutícula se produce por la hipodermis, la cual consta de células vivas y se extiende en la cavidad del cuerpo a manera de cuatro cordones que separan cuatro bandas de músculos longitudinales. Estos músculos permiten que el nematodo pueda moverse. En la boca y a lo

largo del tracto digestivo y de las estructuras reproductoras hay otros músculos especializados (*Guzmán*, 2009).

2.3.3. Ciclo de vida.

El ciclo de vida de la mayoría de los nematodos fitopatógenos es por lo general, bastante semejante. Los huevecillos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es comúnmente similar a la de los nematodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye mediante una muda. Todos los nematodos tienen cuatro etapas larvarias y la primera muda a menudo se produce en el huevecillo. Después de la última muda, los nematodos se diferencian en hembras y machos adultos. La hembra puede entonces producir huevecillos fértiles una vez que se ha apareado con un macho o, en ausencia de machos, partenogenéticamente, o bien produce esperma por sí misma (hermafroditismo). La reproducción puede ser, según la especie: Con la participación de los dos sexos hermafrodita, partenogénica (*Talavera*, 2003).

2.3.4. Daños causados.

El daño mecánico directo causado por los nematodos mientras se alimentan es muy leve. La mayoría de daños parece ser causados por la secreción de saliva introducida en los tejidos de las plantas durante el proceso de alimentación. Ellos perforan la pared celular, introducen saliva dentro del citoplasma, extraen parte del contenido celular, y se movilizan en unos pocos segundos (*Agrios*, 2005).

El proceso de alimentación causa una reacción en la células de las plantas afectadas, resultando en la muerte o debilitamiento de los extremos de las raíces y yemas, formación de lesiones y rompimiento de tejidos,

abultamientos, agallas, arrugamiento y deformación en tallos y hojas. Algunas de estas manifestaciones son causadas por la descomposición del tejido afectado por las enzimas del nematodo, la cual, con o sin la ayuda de metabolitos tóxicos, causa desintegración del tejido y muerte de las células (*Arauz*, 1998).

Otros síntomas son causados por alargamiento anormal de la célula (hipertrofia), por supresión de la división celular, o por la estimulación de proceso de división celular de una manera controlada y que resulta en la formación de agallas (hiperplasia) o de un gran número de raíces laterales en o cerca de los sitios de infección (*Arauz*, 1998).

2.3.5. Ecología y distribución de nematodos fitopatógenos.

La mayoría de los nematodos fitopatógenos viven parte de su vida en el suelo. La mayor parte de ellos vive libremente en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas,-pero aún en el caso de los nematodos sedentarios especializados, los huevecillos, las etapas larvarias y los machos se encuentran en el suelo durante toda su vida o gran parte de ella (*Talavera*, 2003).

Según Agrios (2005), Arauz (1998) y Rivera (2007), los nematodos se distribuyen en el suelo muy lentamente bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nematodo probablemente no excede de un metro por estación. Se mueven con mayor rapidez en el suelo cuando los poros de este están llenos de una película delgada (de unos cuantos micrómetros) de agua cuando él suelo se encuentra inundado.

Sin embargo, además de su movimiento propio, los nematodos se distribuyen con gran facilidad a través de todo lo que se mueve y pueda llevar

partículas del suelo (*Villainet,* 2008).

El equipo agrícola, la irrigación, el agua inundada o de drenaje, las patas de los animales entre otros, distribuyen a los nematodos en áreas locales, mientras que a grandes distancias los nematodos se distribuyen principalmente por los productos agrícolas y las plantas de los viveros.

2.4. NEMATODOS DEL CAFÉ.

Entre los nematodos ectoparásitos, se encuentran reportados en el cultivo de café los géneros siguientes: *Aphelenchus, Helicotylenchus, Hemicycliophora, Longidorus, Paratylenchus, Psilenchus, Rotylenchus, Trichoduros, Trophurus, Tylenchus*y *Xiphinema* (Montes, 2000).

Entre los nemátodos endoparásitos migratorios se encuentra el género: *Pratylenchus* del cual las especies *P. coffeae, P. gutierrezi, P. brachyurus, P. pratensis, P. loosi, P. goodeyi* y *P. zeae* han sido reportados en café (Villain, 2008). Asimismo entre los nemátodos endoparásitos sedentarios se encuentran los del género *Meloidogyne*, dentro del cual se reconocen 17 especies parásitas de café (*Carneiro,* 2008).

2.4.1. Ciclo de vida de los fitonemátodos de mayor importancia en el cultivo de café.

2.4.1.1. Género Meloidogyne.

Las diferentes especies de los nematodos noduladores tienen el mismo ciclo de vida. Las larvas recién incubadas, se encuentran en el suelo, son delgadas y miden entre 0.4 a 0.5 mm de longitud, estas están en el segundo estado larval, el primer estadio se realiza dentro del huevo. El estilete de estas larvas no es muy fuerte pero pueden entrar en cualquier parte de una

planta que se encuentre en suelo húmedo. Estas larvas son sedentarias, al entrar al tejido del vegetal no tienen ningún movimiento. El crecimiento de estas larvas es en aumento del grosor, llegando a tener una forma ovalada. El macho durante su desarrollo larvario es sedentario luego deja de serlo, mientras que la hembra es sedentaria tanto en larva como ya adulta (*Chistie*, 1970).

2.4.1.2. Género Pratylenchus.

Los nematodos lesionadores son parásitos migratorios y ninguna etapa de su ciclo puede verse como una etapa de infestación, ya que tanto los adultos como las larvas en sus diferentes etapas se encuentran dentro y fuera del tejido. La penetración a la raíz la realizan en la región de los pelos absorbentes y muy raras veces por los extremos de la raíz. El ciclo de vida de estos nematodos es similar a los otros fitonemátodos. Las etapas de su ciclo comprende huevo, cuatro estadios larvales o juveniles (J1 a J4) y adulto. Las hembras ponen sus huevos dentro de las raíces o en el suelo y son colocados de forma individual y ponen pocos huevos. Dentro del huevo se da la primera muda, los juveniles eclosionan entre 6 y 8 días cuando los huevos se encuentran a una temperatura entre 28 – 30 °C (*Inomoto*, 1970).

2.4.1.3. Género Radopholus.

Es un barrenador y pasa la corteza de la raíz alimentándose dentro de ella provocando formaciones de lesiones, cavidades y desintegración de la raíz (*Chistie*, 1970).

2.4.2. Los fitonemátodos y su importancia en la producción de café.

Los nematodos se alimentan de nutrientes que se encuentran en las raíces absorbentes de la planta de café es por ello que son considerados parásitos de gran importancia económica en este cultivo (*Díaz*, 1995).

Ellos ocasionan pérdidas altas en el rendimiento del cultivo, además, no permite que la planta logre desarrollarse y pueda dar una óptima producción. La severidad del daño depende de la especie y de la región donde se encuentre el cultivo (*Rosales*, 2005).

Los daños provocados al sistema radical del café desde México, Centro América y a nivel mundial han sido por los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, los que generalmente se encuentran actuando juntos en un mismo patosistema. *Meloidogyne* es un nematodo agallador distribuido a nivel mundial en las regiones donde se produce café, considerado como un agente patogénico muy peligroso ya que provoca bajos rendimientos del café y por ende bajos beneficios económicos. Las especies que más se reportan de este género son: *M. exigua* y *M. incognita (Macías*, 2010).

Estos nematodos se clasifican como endoparásitos sedentarios debido a que una vez que entran en la raíz no salen más de ella. El género *Pratylenchus* es un lesionador, tiene unas cinco especies que afectan el café a nivel mundial (*Figueroa*, 2010).

En Centroamérica se reporta tres especie *P. coffeae*, *P. panamaensis*, y *P. gutierrezi*, los dos últimos en Panamá y Costa Rica respectivamente. Este género se denominan como endoparásitos migratorios. (*Marbán*, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

La toma de muestras nematológicas y evaluaciones de campo, se realizaron en el sector de La Divisoria, como se muestra en el siguiente mapa.



Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas evaluadas. Aguaytia, PE, 2018.

Los análisis nematológicos se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km. 6,00 de la Carretera Federico Basadre, interior 0.5 kilómetros. Geográficamente, el Laboratorio de Fitopatología está situado a 08º 23’ 39.6’’ de latitud sur y 74º 34’ 39.8’’de longitud oeste, a 154 msnm.

El trabajo de investigación se desarrolló en mayo del 2017 y hasta Agosto del mismo año, con una duración de 120 días.

3.2. ECOLOGÍA Y CLIMA.

Según el sistema “Holdrige”, el Valle del Aguaytía; se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosque tropical semi- siempre verde estacional” (*Cochrane*, 1992). Las condiciones climáticas promedio según el (SENAMI-Aguaytía, 2005) para el sector de Aguaytía son:

Temperatura máxima anual: 36,5 ºC.

Temperatura mínima anual: 17,4 ºC.

Temperatura media: 26,9 ºC.

La precipitación total por año en este sector es de 1773 mm^3/año. El cuadro 01, nos muestra los datos de condiciones climáticas durante los meses de Mayo a Agosto del 2017.

Cuadro 1. Datos de condiciones climáticas de los meses de Mayo a Agosto del 2017. Aguaytía, Perú, 2018.

Meses	T máx.	T min.	T media	H.R. (%)	P. pluvial (mm)
Mayo	30,2	21,7	25,9	90	322,3
Agosto	31,5	21,3	26,4	84,7	173,5

Fuente: Estación meteorológica - Boquerón - Universidad Nacional de Ucayali.

En los meses de Mayo a Agosto, se observó una temperatura máxima que osciló entre 30,2 °C a 31,5 °C, y una media entre 25,9 °C a 26,4 °C una humedad relativa que oscilo entre 84,7% a 90% y una precipitación pluvial que

mostró variación siendo el mes de mayo, el que mostró mayor precipitación en comparación al mes de agosto, como se muestra en la siguiente figura 2.

Aguaytía tiene un clima tropical con precipitaciones durante todo el año, hasta el mes más seco, aún tiene mucha precipitación.

De acuerdo con este clima se clasifica como Af. La temperatura media anual en Aguaytía se encuentra a 25,9 °C. La precipitación es de 5011 mm al año. El mes más seco es agosto, con 150 mm, mientras que la caída media es 600 mm, enero el mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.

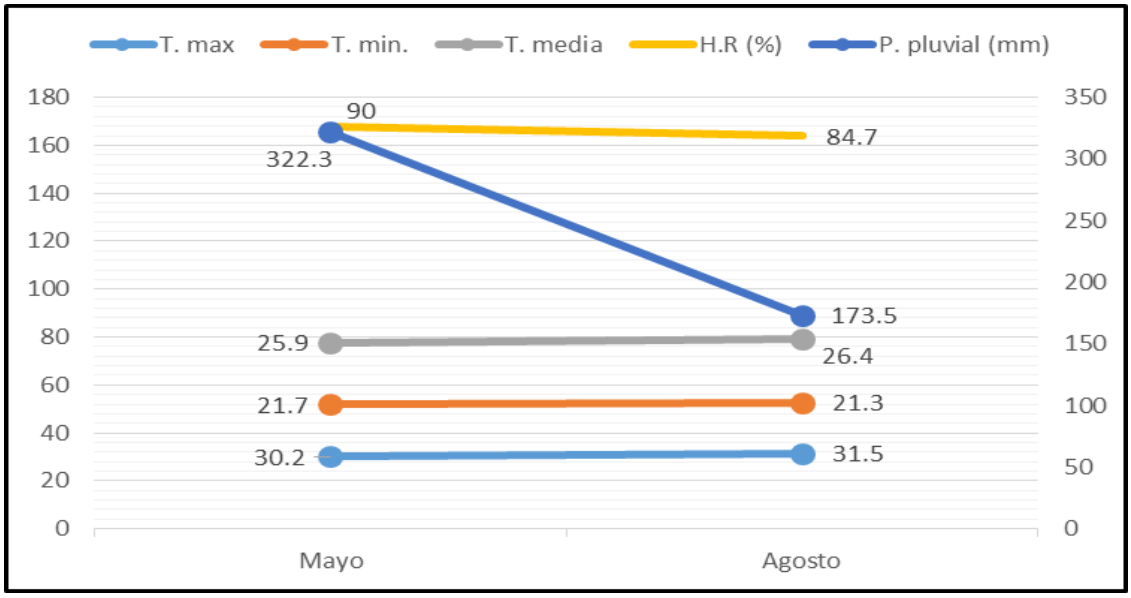


Figura 2. Datos de condiciones climáticas de los meses de Mayo a Agosto del 2017. Aguaytia, PE, 2018.

3.3. CONDICIONES DE SUELO.

Se realizaron los análisis de suelo del sector en estudio, que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Análisis de suelo de las parcelas donde se encuentran las parcelas experimentales. Aguaytia, PE, 2018.

Profundidad	pH	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
0 – 30 cm	4,61	0,13	8,39	79,65

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas y Abonos del INIA - Estación Experimental Agraria de Pucallpa.

Al inicio del desarrollo del proyecto de investigación en el mes de mayo, se efectuó el análisis de caracterización de suelo en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Pucallpa, el cual se muestra en el cuadro 02, donde se observa que pertenece a una reacción muy fuertemente ácido (pH 4,61), el contenido de fósforo es medio (8.39 ppm) que equivale a 76.66 Kg de $P_2O_5ha^{-1}$ y el contenido de potasio es bajo (79.65 ppm) alcanzando 381.36 Kg de K_2O ha^{-1}.

Respecto a la disposición del contenido de nitrógeno se evidencia que existe un nitrógeno total (0.13%) y nitrógeno disponible (87.12 Kg de N ha^{-1}), por consiguiente tiene un contenido medio.

La textura del suelo evidencia clase textural de franco arcilloso, con una concentración de saturación de Aluminio de 41.71%; la densidad aparente fue de 1.33.

3.4. MATERIALES.

Los materiales usados en el trabajo de investigación fueron los siguientes.

3.4.1. Material vegetativo.

El material vegetal estuvo constituido por las plantas de café, de los agricultores del sector la Divisoria.

3.4.2. Toma de muestra y evaluaciones de campo.

Para la toma de muestra se utilizó, balde de 5 litros, barreta muestreadora de suelos, bolsas de plástico de 2 kg de capacidad, wincha de 5 metros, balanza gramera digital, vernier, libreta de campo.

3.4.3. Análisis nematológico.

Para el análisis nematológico se utilizó, tamices de diferentes aberturas/cm^2, centrífuga, tubos de ensayo, gradillas, porta y cubre objetos, esteroscopios, microscopios, azul de metileno, safranina, azúcar blanca.

3.4.4. De escritorio.

Los materiales de escritorio que se utilizaron fueron, lapiceros, papel bond, fólder, cámara fotográfica, memoria USB, formatos de evaluación.

3.5. PARCELAS ESTUDIADAS.

Las parcelas estudiadas fueron los siguientes:

Cuadro 3. Parcelas estudiadas. Aguaytia, PE, 2018.

Parcela	Sector	Fundo	Extensión de la parcela estudiada	Repeticiones	Edad de la plantación
01	La Divisoria	“San Antonio”	2 ha	3	5 años
02	Santa Rosa	“Orvina”	2 ha	3	5 años
03	Alto Oriental	“Migdonio” “Villaflor”	3 ha	3	5 años

3.6. VARIABLES A MEDIR.

Las variables a medir fueron las siguientes.

3.6.1. Número de especies de nematodos.

Realizado los procedimientos de aislamiento de nematodos, con la ayuda de un microscopio estereoscópico, se procedió a identificar los nematodos fitopatógenos presentes en las muestras.

Para dicho proceso de utilizó claves taxonómicas de identificación de nematodos fitoparásitos.

3.6.2. Número de individuos de nematodos.

Realizado los procedimientos de aislamiento de nematodos, con la ayuda de un microscopio estereoscópico y placa petri cuadriculada, se procedió a realizar el conteo de nematodos por género.

3.6.3. Estimación de daños.

Se procedió a extraer 200 gramos de raíz de 15 plantas por repetición por parcela, en el mismo momento de la extracción de la muestra

con la barreta muestreadora, elegidas al azar, para evaluar la presencia de síntomas característicos de ataque de nematodos fitoparásitos (agallas, nódulos, lesiones, entre otros), y se procedió a determinar el porcentaje de tejido afectado y el grado de severidad del tejido afectado por planta.

3.7. DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

El presente trabajo de investigación se desarrolló de la siguiente manera:

3.7.1. Selección de parcelas de evaluación.

Se procedió a seleccionar tres parcelas de café de productores pertenecientes al sector de La Divisoria, Santa Rosa y Alto Oriental, como se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Descripción de las parcelas de café estudiadas. Aguaytia, PE, 2017.

Parcela	Sector	Fundo	Extensión de la parcela	Estado fenológico Primera eval.	Estado fenológico Segunda eval.	Edad del cultivo (años)	Rdto (qq/ha)
01	La Divisoria	“San Antonio”	2 ha	Cosecha	Floración	5	15,6
02	Santa Rosa	“Orvina”	2 ha	Cosecha	Floración	5	14,4
03	Alto Oriental	“Migdonio Villaflor”	3 ha	Cosecha	Floración	5	16,3

Fuente: Propia.

Se procedió a georeferenciar las parcelas a evaluar, con la ayuda de un equipo GPS.

Se anotaron los puntos de georreferenciación en la libreta de apuntes correspondiente, los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Coordenadas UTM de las parcelas estudiadas. Aguaytia, PE, 2018.

Parcela	Coordenadas UTM		Altitud
	N	E	
01	8988754	0413387	1300
02	8997901	4156634	1110
03	8988510	416671	1100

Fuente: Propia.

3.7.2. Muestreo nematológico.

Se dividió cada parcela (1 ha) en cuatro bloques uniformes en pendiente (laderas, pampas, hoyadas), textura (arcillosos, franco, arenoso), estructura, color de suelo, drenaje y cultivo anterior.

Se tomó muestras compuestas y representativas formadas por submuestras de 50 plantas diferentes, esto se hizo siguiendo un recorrido en zigzag.

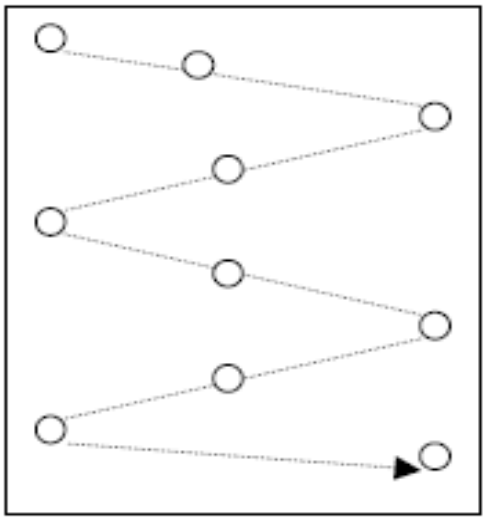


Figura 3. Dentro de una ha de cultivo de café, se realizó la toma de muestras nematológicas en zigzag. Aguaytía, PE, 2018.

Se quitó la capa superficial y con la ayuda de un tubo muestreador, se colectó el suelo. Esta recolección de suelo se realizó hasta una profundidad de 20 cm y en una cantidad de 100 gramos de suelo por submuestra.

Estas submuestras se juntaron en un balde, se uniformizó y se extrajo una muestra de 1 kg aproximadamente.

Asimismo, se muestrearon 45 plantas al azar, de los cuales se extrajo 200 gramos de raíces, las cuales se embolsaron aparte, para su análisis correspondiente.

3.7.3. Extracción de nematodos.

Para la extracción de nematodos, se empleó el método de Centrifugado – Flotación de Azúcar, cuyo procedimiento se describe a continuación (*Coyne*, 2007).

- Se tomó una alícuota de 100 ml de muestra de suelo
- Se depositó la alícuota en un recipiente plástico de 5 litros
- Se agregó agua a presión hasta 5 cm antes del borde
- Se dejó en reposo 20 segundos
- Se descartó la solución por un juego de cribas de 36, 100, 230 y 400 mesh, evitando que pase mucho suelo
- Se repitió la operación 1 o 2 veces
- Se recogió el suelo de las cribas 100, 230 y 400 mesh, de manera individual, pasándolo a un vaso de precipitado a través de un embudo
- Se colocó los contenidos del vaso de precipitado en tubos de ensayo y centrifugar a 3000 r.p.m. durante 3 minutos

- Se eliminó el agua de los tubos y se agregó una pequeña cantidad de solución azucarada (460 g/litro de agua).
- Se agitó bien y se terminó de llenar el tubo con la solución.
- Se centrifugó los tubos a 3000 r.p.m. durante 3 minutos.
- Se recogió el contenido del tubo (solución) en una criba de 400 mesh, se lavó abundantemente con agua y se eliminó la solución azucarada.
- Se pasar a una placa petri el contenido de la criba 400.
- Finalmente, se llevó a observar a microscopio estereoscopio.

3.7.4. Determinación de la diversidad de géneros de nematodos fitopatógenos.

Para las muestras provenientes de suspensiones de centrifugación (Coyne*et*, 2007).

- Se vertió con una pipeta para colocar una parte de la suspensión de los nematodos (o tejido vegetal infectado) en una placa Petri.
- El volumen cubrió el fondo del recipiente superficialmente para facilitar la pesca de los nematodos.
- Se colocó bajo un esteroscopio utilizando el aumento más bajo según convenga al observador.
- Se agitó suavemente la suspensión con un movimiento circular de la muñeca para desplazar los nematodos hacia el centro de la placa.
- Se localizó los nematodos y se levantó con suavidad hasta la superficie del agua con la herramienta que se utilice para pescar.
- Se fue ajustando el objetivo del microscopio para mantener el nematodo siempre enfocado mientras se está pescando de la suspensión acuosa.

- Manteniendo el instrumento de pesca por debajo del nematodo, se levantó con suavidad para sacar el nematodo fuera del agua. El nematodo debe quedar “colgando” de la punta del instrumento de pesca.
- Se colocó la punta del instrumento de pesca suavemente sobre un porta-objeto conteniendo una gota de agua.
- Se observó la preparación al microscopio utilizando los objetivos de 4 x, 10 x y 40 x secuencialmente.
- Se determinó la diversidad de géneros presentes, con claves taxonómicas y esquemas morfológicos de los principales géneros de nematodos fitoparásitos (*Coyne*, 2007).
- Se lavó el material vegetal con suavidad para eliminar partículas de suelo u otros residuos adheridos al mismo y se eliminó el exceso de agua colocándolo sobre papel secante o absorbente.
- Se cortó las raíces gruesas o más grandes, en fragmentos o rodajas de pequeño grosor.
- Se puso sobre un tejido de gasa, se ató los extremos con hilo de algodón, y se etiquetó con claridad sujetando una etiqueta a cada “bolsa” de gasa.
- Se calentó la solución del colorante casi hasta el punto de ebullición en un vaso sobre una cocina eléctrica (lactoglicerina + 0.1% azul de algodón, o bien, 0.05–0.1% fucsina ácida).
- Se puso las bolsas de gasa dentro del colorante caliente y dejar durante unos 3 minutos dependiendo del grosor de las raíces.
- Se sacó las bolsas de gasa del vaso con el colorante y se lavó con agua corriente bajo el grifo.

- Se coloca las raíces unas al lado de las otras sobre un porta-objetos y se aplastó ligeramente con otro porta objeto, colocado sobre el anterior para facilitar la observación de los nematodos teñidos en el interior de las mismas. Los nematodos se tiñeron de azul con el azul de algodón o de rojo con la fucsina ácida.
- Finalmente, se examinó al microscopio.

Identificación de géneros de nematodos fitopatógenos (*Coyne,* 2007).

- Se utilizaron clasificadores taxonómicos y láminas gráficas para la identificación de los especímenes preparados y coloreados previamente.
- Para la clasificación taxonómica, se utilizó la clave taxonómica propuesta por (*Jessen*, 1999).

3.7.5. Determinación de población de nematodos fitopatógenos (*Coyne*, 2007).

- Después de extraer los nematodos del suelo o del tejido vegetal, se procedió a su identificación y luego a su cuantificación. Ello permitió la evaluación de su asociación o potencial de causar daño.
- Se contó todos los nematodos en la placa petri siguiendo sistemáticamente el mismo recorrido en el fondo de la placa.
- Se anotaron en una libreta los nematodos contados haciendo una raya o trazo, para cada género identificado.

3.7.6. Estimación de daño (*Coyne*, 2007).

- El daño causado por el nematodo se evaluó al mismo tiempo que se recolectaron las muestras en el campo. La cantidad de raíces dañadas se estimó visualmente.
- Se evaluaron 45 plantas por parcela, constituyendo 15 plantas por repetición, seleccionadas al azar.
- Se extrajo 200 gramos de raíces por planta.
- Se evaluó el grado de daño que presentaban, en promedio, las raíces que conformaban los 200 gramos, en cuanto a grados de lesiones y agallas.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los datos colectados del trabajo de investigación se analizaron en un Diseño Completo al Azar, con un nivel de confianza de 95%, se utilizó la prueba de promedios de Tukey, cuando se mostraron diferencias significativas.

Modelo matemático

$$Yij = u + Ti + Eij$$

Yij = el comportamiento productivo de la hortaliza en el j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

u = es la media general del i-ésimo tratamiento.

Ti = es el efecto de j-ésimo tratamiento.

Eij = es el efecto del error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Después de haber realizado las evaluaciones pertinentes del trabajo de investigación se ha logrado los siguientes resultados:

Cuadro 06. Población de especies de nematodos fitopatógenos identificados en las parcelas evaluadas en 100 cm^3 de suelo. Aguaytía, PE, 2016.

Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)												
Parcelas	*Pratylenchus*		*Helicotylenchus*		*Meloidogyne*		*Longidorus*		*Radopholus*		*Criconemoides*	
	1^{era} Eva.	2da Eva.	1^{era} Eva.	2da Eva.	1^{era} Eva.	2da Eva.	1^{era} Eva.	2da Eva.	1^{era} Eva.	2da Eva.	1^{era} Eva.	2da Eva.
1	19,66	12,00	12,66	25,00	0	9,00	7,00	1,00	10,00	0	0	0
2	15,66	5,66	11,00	11,50	0	2,00	0,66	0	7,00	0	0	3,00
3	6,00	2,66	9,66	2,66	0	9,00	6,00	10,00	3,66	0	0	7,66
Total	41,32	20,32	33,32	39,16	0	20,00	13,66	11,00	20,66	0	0	10,66

El siguiente cuadro 6, nos muestra los géneros más preponderantes que se encontraron en los campos de cultivo de café en el sector de La Divisoria.

Cuadro 07. Géneros de nematodos fitopatógenos. Aguaytía, PE, 2018.

Parcelas	Sector	Géneros de nematodos fitopatógenos
1	La Divisoria	*Pratylenchus, Helicotylenchus, Meloidogyne, Longidorus, Radopholus.*
2	Santa Rosa	*Pratylenchus, Helicotylenchus, Meloidogyne, Longidorus, Radopholus, Criconemoides.*
3	Alto Oriental	*Pratylenchus, Helicotylenchus, Meloidogyne, Longidorus, Radopholus, Criconemoides.*

4.1. NÚMERO DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPATOGENOS.

4.1.1. *Pratylenchus.*

Según Thorne (1961), citado por Morales (2001), indica que los nemátodos de este género son elongados, de 340 µm a 800 µm de longitud, con un coeficiente de longitud / ancho de 15-35. Pratylenchus spp. es reconocible por la cabeza plana, fuerte armadura cefálica y un estilete corto y grueso de 14-20 µm de longitud con un nudo basal prominente.

El traslape de las glándulas esofágicas con el intestino, es ventral. El poro excretor aparece cerca de la unión esófago-intestinal.

La vulva está ubicada a un 70-80% de la longitud del cuerpo. La cola redondeada constituye de 3,5-9% de la longitud del cuerpo. Los machos cuando están presentes, son de un tamaño menor al de las hembras.



Figura 4. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Pratylenchus spp.* Aguaytia, PE, 2018.

4.1.2. *Helicotylenchus.*

Guzmán (2011), indica que el ciclo de vida de *Helicotylenchus spp*. tiene una duración de 26 a 34 días a 25 ºC. Una reducción relativa en la duración del desarrollo fue observada en todos los estados larvales a ésta temperatura: 9 a 12 días para incubación del huevo y del primer estado juvenil dentro de éste, 8 a 10 días para el segundo estado juvenil (j2), 6 a 7 para el tercer estado juvenil (j3), y solamente 3 a 5 días para el estado juvenil cuatro (j4). La primera muda dentro del huevo, y los 3 estados juveniles pueden ser distinguidos por el sistema reproductivo.

Durante la cuarta muda, las gónadas masculinas y femeninas completan su desarrollo, y la vulva como la vagina en las hembras se distinguen en la cutícula del cuarto estado juvenil. *H. multicinctus* coloca los huevos en grupos de 8 a 26 en las células del tejido cortical decolorado.

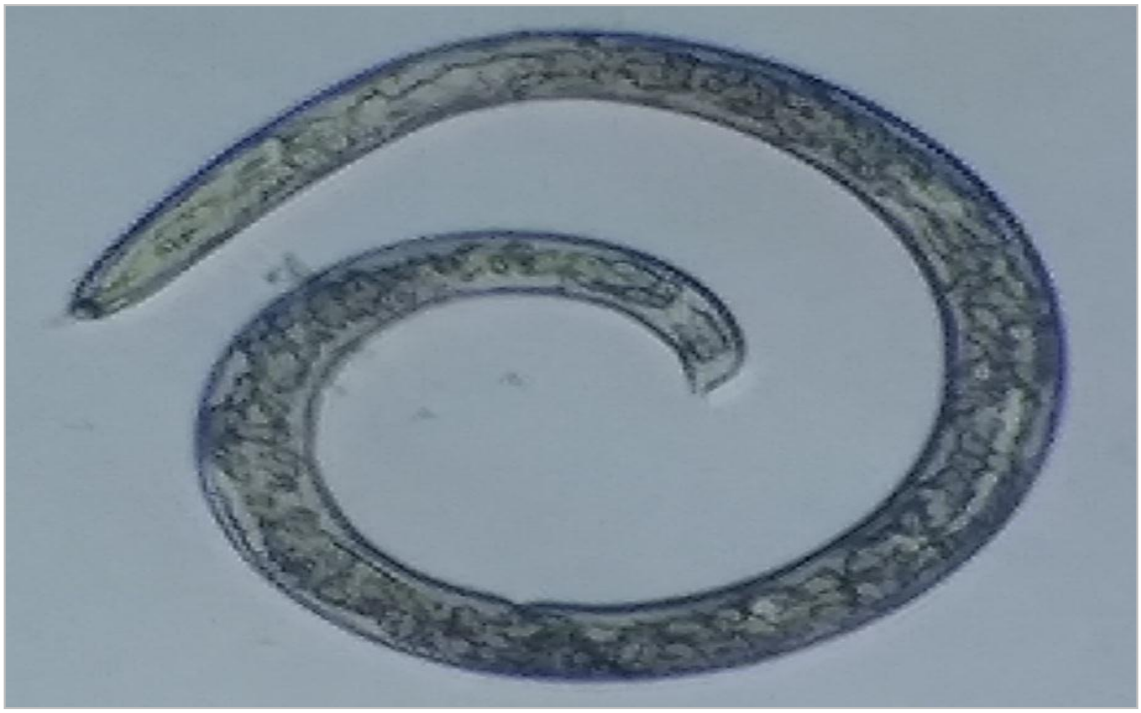


Figura 5. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Helicotylenchus spp.* Aguaytia, PE, 2018.

4.1.3. *Meloidogyne.*

Según Dropkins (1980), citado por Morales (2001), las hembras miden entre 0.5 y 0.8 mm, en el centro de su región posterior, la cutícula de la hembra tiene un patrón de marcas cuticulares rodeando el ano y la vulva. Este patrón es usado para la identificación de especies. La forma de las hembras según Jepson (1987), citado por Morales (2001), es similar a una pera con un cuello corto la mayoría de las veces aunque algunas veces puede ser largo. El poro excretor esta adyacente a la base del estilete. Los machos son vermiformes y poseen una espícula y gobernáculo simple (Jepson, 1987, citado por Morales, 2001), miden cerca de 1.1mm de longitud. La parte posterior esta retorcida característicamente en 90º o más. Según Jepson (1987), citado por Morales (2001), son migratorias e infectivas. Los machos, las hembras y larvas de las especies de Meloidogyne tienen estiletes que consisten en una punta cónica, una columna derecha y tres nódulos. Es usado para perforar las células de las plantas (Taylor y Sasser, 1983, citado por Morales, 2001).

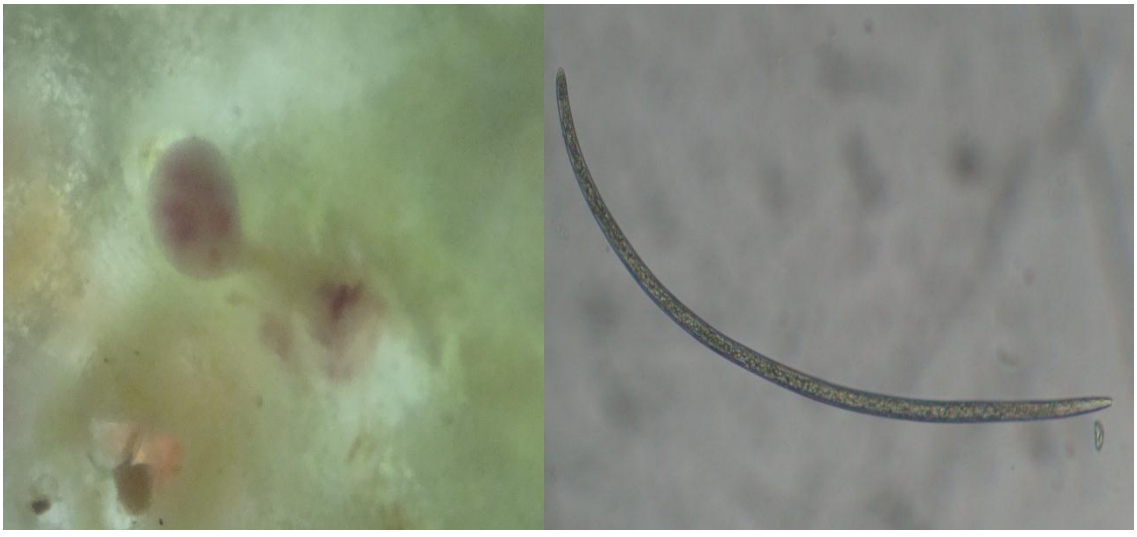


Figura 6. Izquierda: Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno hembra de *Meloidogyne spp*. en tejido vegetal. Derecha: macho de *Meloidogyne spp.* Aguaytia, PE, 2018.

4.1.4. *Longidorus.*

Nematodos grandes (8 a 12 mm de longitud) y robustos. Estilete (odontostilo) largo y delgado (120- 150 µm), con una prolongación (odontóforo) larga y sencilla. Región labial truncada o ligeramente cóncava, continúa con el resto del cuerpo. Anfidios saciformes, grandes. Anillo guía del estilete simple y situado en la parte anterior del mismo. Hendidura vulvar de forma transversal situada en la parte media del cuerpo. Región caudal corta, hemisférica, ampliamente redondeada. Los juveniles tienen dos estiletes, uno funcional y otro de repuesto situado posteriormente. Machos similares a las hembras. Región caudal con espículas arqueadas y una serie de 10-19 suplementos adanales.

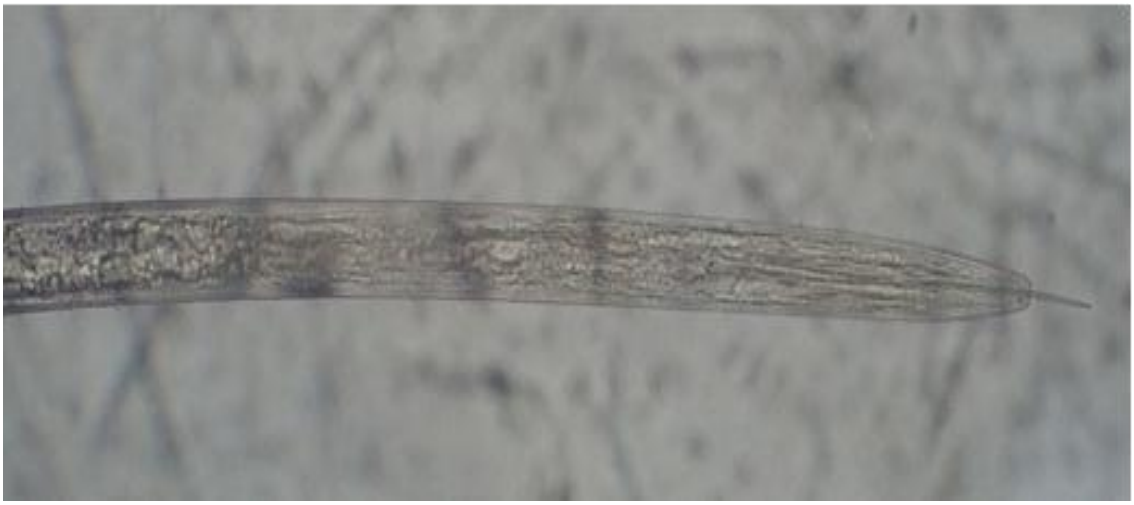


Figura 7. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Longidorus spp.* Aguaytia, PE, 2018.

4.1.5. *Radopholus.*

Guzmán (2011), indica que los machos de R. *similis* se diferencian de las hembras que son morfológicamente diferentes a ellos, teniendo dimorfismo sexual por caracteres secundarios; esto significa que los

machos son diferentes a las hembras especialmente en la región anterior (cabeza) que es elevada (sobresaliente), y allí exhiben un estilete poco desarrollado con perillas basales apenas visibles, debido a esto se cree que no son fitoparásitos. En la región posterior (cola), los machos poseen una espícula de función reproductiva, cubierta por una membrana hialina llamada bursa.

Las hembras miden entre 500 y 880 µm (0.50 y 0.88 mm) y cerca de 24 µm de diámetro, con un estilete bien desarrollado de 16 a 21 µm de largo (promedio de 18 µm). Usualmente se reproducen sexualmente, pero pueden reproducirse sin los machos utilizando estrategias partenogenéticas.



Figura 8. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Radopholus spp.* Aguaytía, PE, 2018.

4.1.6. *Criconemoides.*

El nematodo anillado *Criconemoides sp*., se caracteriza por su cuerpo corto, robusto e intensamente anillado. Son de movimientos lentos, el

estilete es muy largo en comparación con la longitud del cuerpo, y con los nódulos basales con proyecciones hacia la parte anterior. Sexualmente dimórficos. La hembra mide de 0.20-1mm de longitud, cuerpo corto y robusto, generalmente curvado, la parte anterior de cuerpo es redondeada y la posterior cónica (*Figueroa*, 1980).

Cutícula provista con 42-200 prominentes anillos con márgenes suavemente crenados hacia la región posterior. El área labial está unida al resto del cuerpo y separada por uno o dos anillos delgados. Estilete fuerte, con nódulos basales dirigidos hacia la parte anterior.

Esófago con un fuerte bulbo medio, el cual se fusiona con el procorpus; las glándulas forman un pequeño bulbo posterior.

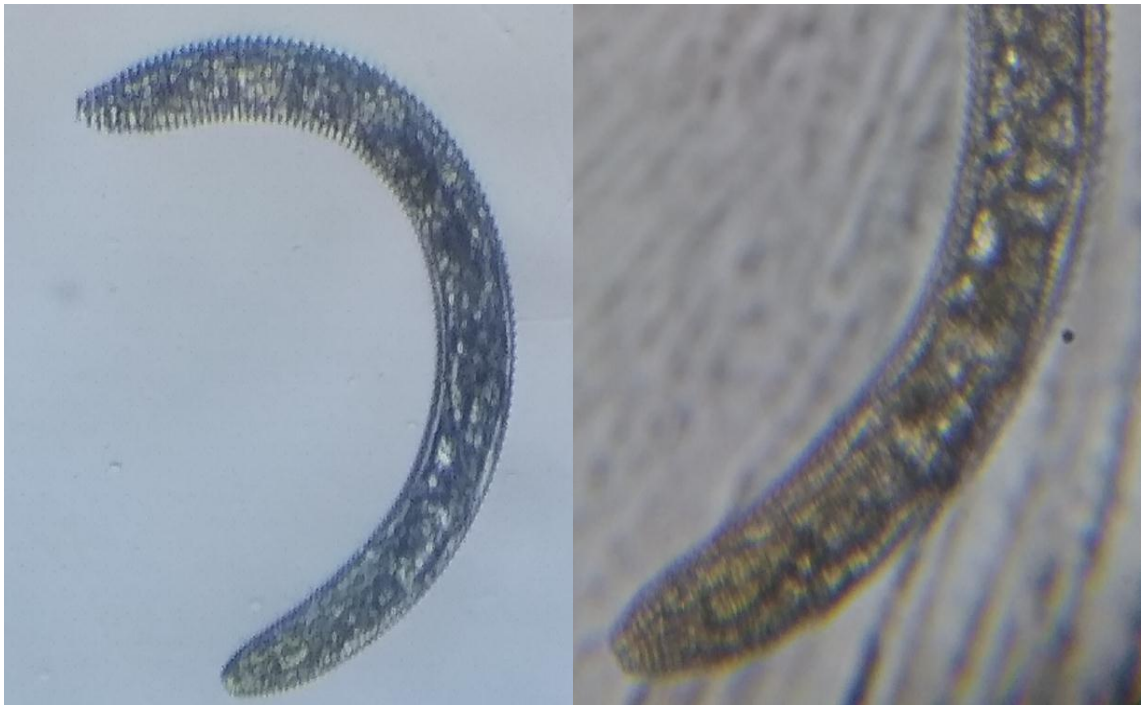


Figura 9. Vista microscópica de la especie de nematodo fitopatógeno *Criconemoides spp.* Aguaytia, PE, 2018.

Al respecto, Calderón (2013), menciona que, en el cultivo de café son dos géneros o grupos los que principalmente ocasionan daño; el nematodo

agallador de la raíz (*Meloidogyne spp.*) que por ser sedentario provoca en la mayoría de las ocasiones abultamientos en las raicillas, y el nemátodo lesionador (*Pratylenchus spp.*), que es móvil y por su hábito alimenticio ocasiona áreas de color café a negro en las raicillas y ruptura de los pelos absorbentes. Ambos grupos de nemátodos están presentes en la mayoría de las zonas cafetaleras.

Castillo y Hernández (2004), indican en su trabajo de investigación “Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café (*Coffea arábica L.*) en fincas de Masaya, Granada y Carazo”, que los géneros de nemátodos en las cinco fincas fueron *Meloidogyne spp.* y *Helicotylenchus spp*.

Guevara (2015), indica que en el Distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas se encontraron diez géneros de nematodos fitoparásitos, los cuales fueron: *Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus, Tylenchus, Trichodorus, Criconemoides, Paratylenchus, Xiphynema, Hoplolaimus*y *Aphelenchus*; de ellos solo *Xiphynema, Hoplolaimus* y *Aphelenchus* no se encontraron en raíces. *Meloidogyne, Helycotylenchus, Pratylenchus* y *Tylenchus* se consideró como los principales géneros, *Meloidogyne* presento las más altas densidades poblacionales y los más frecuentes fueron *Helicotylenchus* en muestras de suelo y *Pratylenchus* en muestras de raíces.

El presente estudio constituye la primera información de los 10 géneros de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de café en el Distrito de Cuispes, Provincia de Bongará, Departamento de Amazonas.

4.2. POBLACIÓN DE NEMÁTODOS FITOPATÓGENOS.

4.2.1. *Pratylenchus.*

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nemátodo *Pratylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas.

Cuadro 8. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nemátodo *Pratylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2016.

Parcela	Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)					
	1era Evaluación			2da Evaluación		
1	19,66	47,58%	a	12	59,06%	a
2	15,66	37,90%	ab	5,66	27,85%	ab
3	6,00	14,52%	b	2,66	13,09%	b
Total	41,32	100%		20,32	100%	

*****Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

De acuerdo a los análisis de varianza de las poblaciones del nematodo *Pratylenchus*, en la primera y segunda evaluación (ver anexo 17 y 18), en los cuales se demuestra que existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, lo cual se corrobora en el cuadro 7, en el cual, para la primera y segunda evaluación, la parcela 1, presento una población de 19.66 nematodos/100 cm3 suelo y 12 nematodos/100 cm^3 suelo respectivamente, no mostrando diferencias significativas con respecto a las parcelas 2, la cual en la

primera y segunda evaluación, presento una población de 15.66 nematodos/100 cm^3 suelo y 5.66 nematodos/100 cm^3 suelo respectivamente, el mismo que no presento diferencias significativas con respecto a la parcela 3, tanto en la primera y segunda evaluación, se encontraron 6 nematodos/100 cm^3 suelo y 2.66 nematodos/100 cm^3 suelo respectivamente, siendo esta parcela la que si muestra diferencias significativas con respecto a la parcela 1, como se muestra en la siguiente figura.

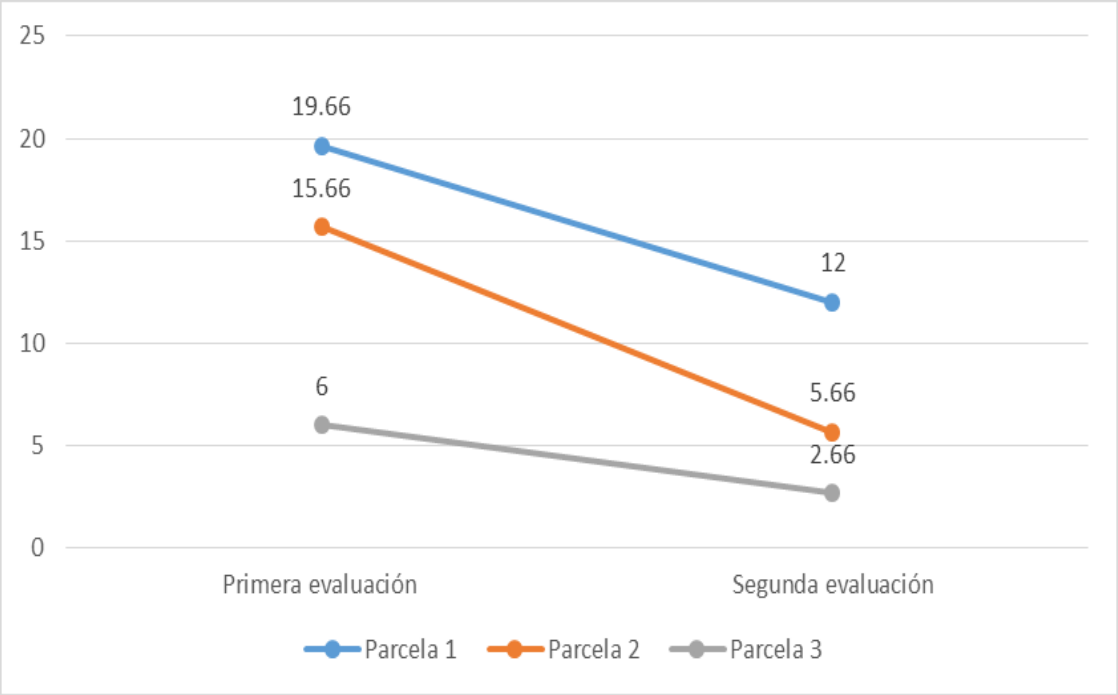


Figura 10. Poblaciones del nematodo *Pratylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytia, PE, 2018.

4.2.2. *Helicotylenchus.*

En el siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Helicotylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas.

Cuadro 9. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Helicotylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytia, PE, 2018.

Parcela	Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)					
	1era Evaluación			2da Evaluación		
1	12,66	37,99%	a	25,00	63,84%	a
2	11,00	33,01%	a	11,5	29,36%	b
3	9,66	28,99%	a	2,66	6,79%	b
Total	33,32	100%		39,16	100%	

*****Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

De acuerdo a los análisis de varianza de las poblaciones del nematodo *Helicotylenchus*, en la primera y segunda evaluación (ver anexo 19 y 20), en los cuales se demuestra que existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, el cual se corrobora en el cuadro 8, que muestra que, para la primera evaluación, no se muestran diferencias significativas entre las poblaciones de *Helicotylenchus* en las parcelas evaluadas, oscilando en un rango de 9.66 a 12.66 nematodos/100 cm^3 suelo. Para la segunda evaluación, se observa que la parcela 1 presenta mayor población de *Helicotylenchus* (25 nematodos/100 cm^3 suelo) el cual, muestra diferencias significativas con respecto a las parcelas 2 (11.5 nematodos/100 cm^3 suelo) y 3 (2.66 nematodos/100 cm^3 suelo), los cuales no mostraron diferencias significativas entre ellos, como se muestra en la siguiente figura.

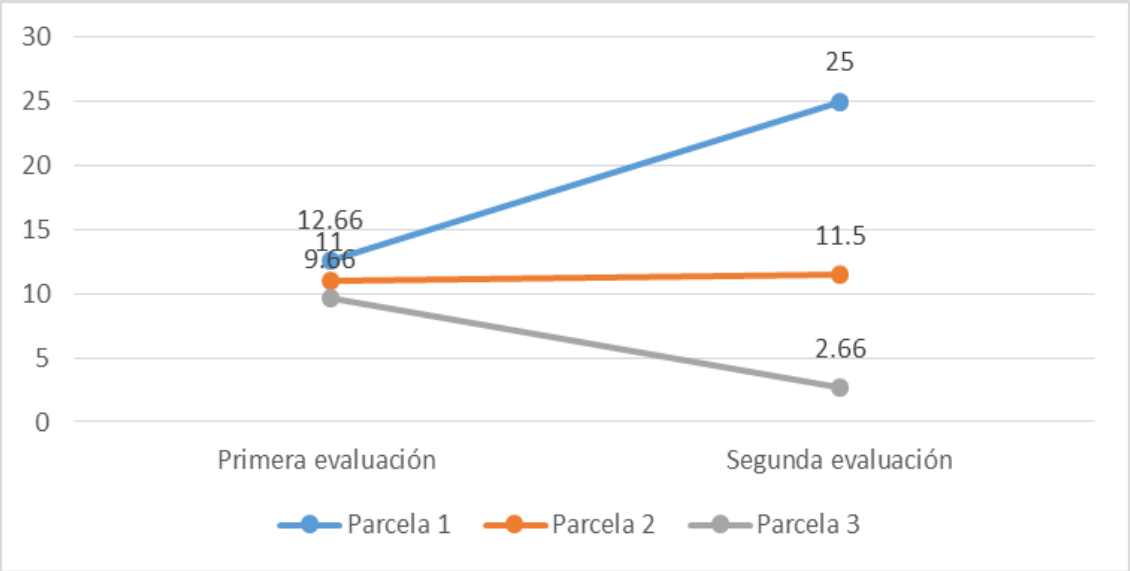


Figura 11. Poblaciones del nematodo *Helicotylenchus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytia, PE, 2018.

4.2.3. *Meloidogyne.*

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Meloidogyne* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas.

Cuadro 10. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Meloidogyne* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)				
	1era Evaluación		2da Evaluación		
1	0	0%	9,00	45,00%	a
2	0	0%	2,00	10,00%	b
3	0	0%	9,00	45,00%	a
Total	0	0%	20,00	100%	

*Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

De acuerdo a los análisis de varianza de las poblaciones del nematodo *Meloidogyne*, en la primera y segunda evaluación (ver anexo 21), en los cuales se demuestra que existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, el cual se corrobora en el cuadro 09, que muestra que, para la primera no se observó poblaciones de nemátodos en ninguna de las parcelas evaluadas. Para la segunda evaluación, se mostraron diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, en los cuales, las parcelas 1 y 3 presentaron poblaciones de nematodos de 9 nematodos/100 cm^3 suelo para ambas parcelas, mostrando diferencias significativas con respecto a la parcela 2, la cual presento una población de 2 nematodos/100 cm^3 suelo, como se muestra en la siguiente figura.

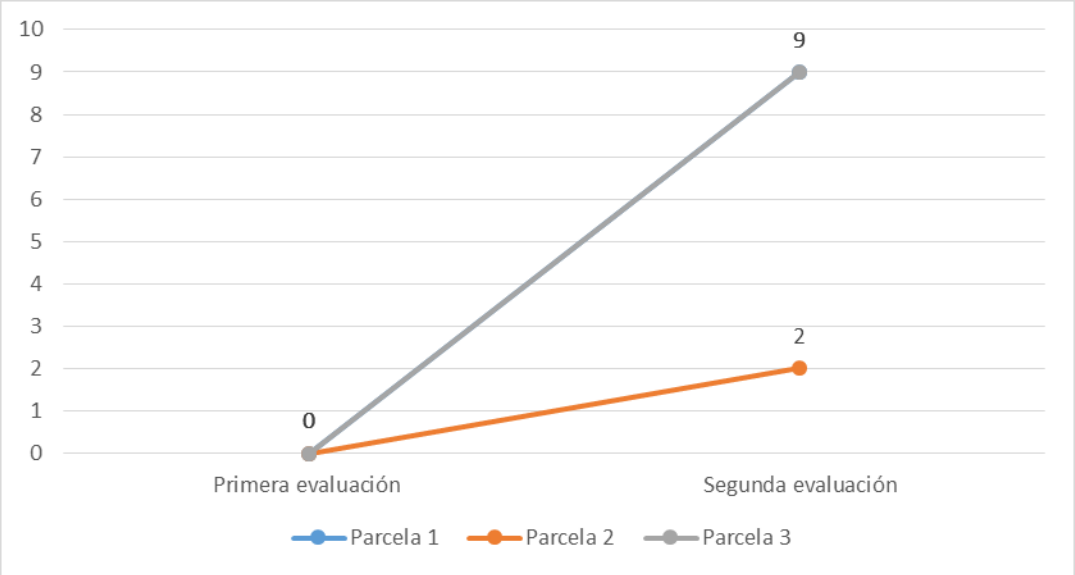


Figura 12. Poblaciones del nematodo *Meloidogyne* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytia, PE, 2018.

4.2.4. *Longidorus.*

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Longidorus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas.

Cuadro 11. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Longidorus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)					
	1era Evaluación			2da Evaluación		
1	7,00	51,24%	a	1,00	9,09%	b
2	0,66	4,83%	b	0	0%	b
3	6,00	43,92%	a	10,00	90,0%	a
Total	13,66	100%		11,00	100%	

*****Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

De acuerdo a los análisis de varianza de las poblaciones del nematodo *Longidorus,* en la primera y segunda evaluación (ver anexo 22 y 23), en los cuales se demuestra que existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, el cual se corrobora en el cuadro 10, el cual muestra que, para la primera evaluación, las parcelas 1 y 3 presentaron la mayor población de nemátodos (7 nematodos/100 cm^3 suelo y 6 nematodos/100 cm^3 suelo), no mostrando diferencias significativas entre ellos, pero si muestran diferencias significativas con respecto a la parcela 2, con 0.66 nematodos/100 cm^3 suelo.

Para la segunda evaluación, se muestra que existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, en los cuales, la parcela 3 presento la mayor población, con 10 nematodos/100 cm^3 suelo, el cual muestra diferencias significativas con respecto a las parcelas 1 y 2, las cuales presentaron poblaciones de 1 nematodos/100 cm^3 suelo y 0 nematodos/100 cm^3 suelo respectivamente, como se muestra en la siguiente figura.

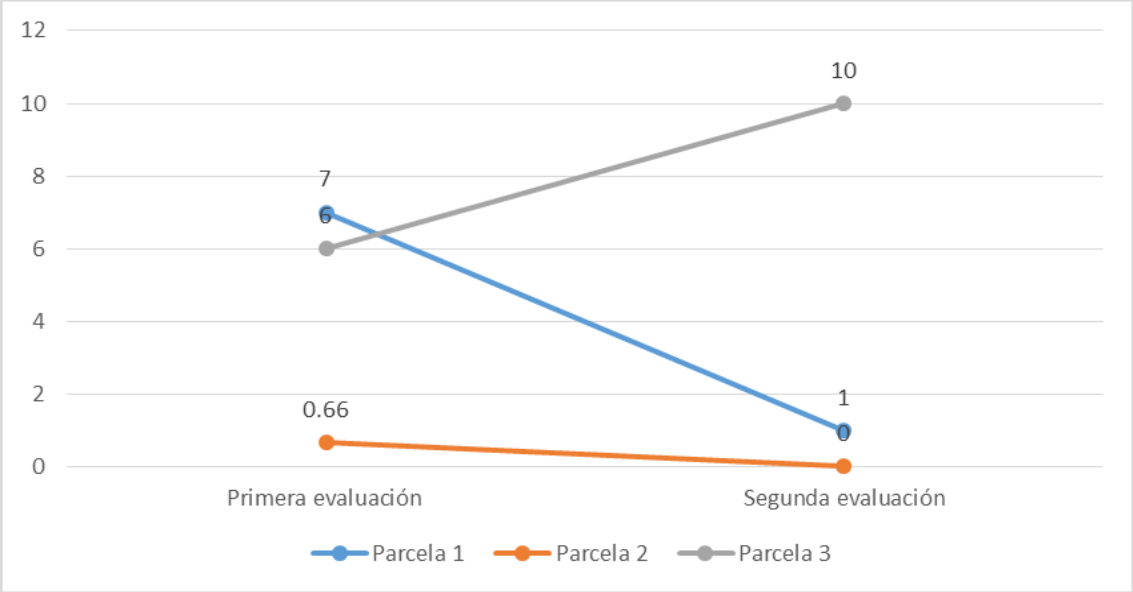


Figura 13. Poblaciones del nematodo *Longidorus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2018.

4.2.5. *Radopholus.*

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Radopholus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas.

Cuadro 12. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Radopholus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)				
	1era Evaluación			2da Evaluación	
1	10.00	48,40%	a	0	0%
2	7.00	33,88%	a	0	0%
3	3.66	17,72%	a	0	0%
Total	20.66	100%		0	0%

*Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

De acuerdo a los análisis de varianza de las poblaciones del nematodo *Radopholus,* en la primera y segunda evaluación (ver anexo 24), en los cuales se demuestra que no existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, el cual se corrobora en el cuadro 11, que muestra que, para la primera evaluación, no se muestran diferencias significativas entre las parcelas evaluadas oscilando la población de nematodos en un rango de 10 a 3.66 nematodos/100 cm^3 suelo. Para la segunda evaluación, no se encontraron poblaciones de nematodos de este género, como se muestra en la siguiente figura.

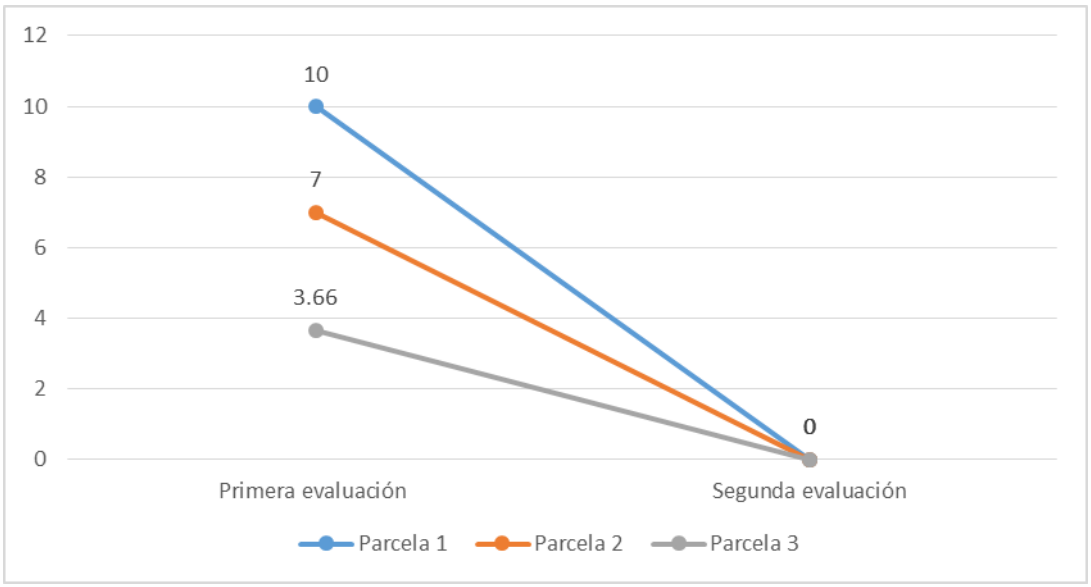


Figura 14. Poblaciones del nematodo *Radopholus* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2018.

4.2.6. *Criconemoides.*

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Criconemoides* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas.

Cuadro 13. Prueba de promedios de Tukey para las poblaciones del nematodo *Criconemoides* en la primera y segunda evaluación, en las parcelas evaluadas. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Población de nematodos fitopatógenos (100 cm^3 de suelo)				
	1era Evaluación		2da Evaluación		
1	0	0%	0	0%	b
2	0	0%	3,00	24,14%	b
3	0	0%	7,66	71,86%	a
Total	0	0%	10	100%	

*****Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

De acuerdo a los análisis de varianza de las poblaciones del nematodo *Criconemoides,* en la primera y segunda evaluación (ver anexo 25), en los cuales se demuestra que existen diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, el cual se corrobora en el cuadro 12, que muestra que, para la primera evaluación, no se encontraron poblaciones de este género de nematodo. Para la segunda evaluación, se observaron diferencias significativas entre las parcelas evaluadas, en los cuales, la parcela 3 presento mayor población (7.66 nematodos/100 cm^3 suelo), el cual presento diferencias significativas con respecto a las parcelas 2 y 1, presentando poblaciones de 3 nematodos/100 cm^3 suelo y 0 nematodos/100 cm^3 suelo respectivamente, como se muestra en la siguiente figura.

Al respecto, Calderón (2013), explica que, además de conocer los grupos de nematodos presentes en el cultivo y la presencia de hongos del suelo, que provocan corchosis y mal formación de la raíz, debe considerarse que la expresión del daño está relacionada con otros factores como: población de nematodos presentes en una determinada cantidad de raíces, textura,

humedad y temperatura del suelo. Para el caso de los nematodos fitoparásitos del café, no se ha establecido un umbral, o densidad poblacional, a partir del cual se tienen pérdidas económicas.

Chávez (2014), en su trabajo “Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de café en asocio con banano en el Valle Central y Occidental de Costa Rica”, en el caso de *Meloidogyne* la variable que se relacionó claramente con su mayor abundancia fue el menor porcentaje de sombra en el cafetal (0 a 59.7%). La mayor densidad poblacional de *Pratylenchus* se encontró asociada con mayor cantidad de lluvia (1248 mm), mayor altitud (1175 m), mayor porcentaje de arena (40 a 52%) y menor porcentaje arcilla (10 – 26.6%). La densidad total de nematodos de suelo no se diferenció claramente entre sistemas de cultivo. La diversidad de nematodos de suelo si difirió entre sistemas de cultivo.

Se encontró una relación clara entre los tipos de sistema de cultivo y las densidad y diversidad poblacional de nematodos fitoparásitos de café y banano, con la excepción de la mayor abundancia de *Helicotylechus sp*. encontrada en raíces de café provenientes de parcelas en las que había banano asociado. En el caso de *Meloidogyne* la variable que se relacionó con su mayor abundancia fue el menor porcentaje de sombra (0 a 59,7%) La mayor densidad poblacional de *Pratylenchus* se encontró 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%) indican que no (*Chávez*, 2014).

Castillo y Hernández (2004), indican en su trabajo de investigación “Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para

el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café (*Coffea arábica L.*) en fincas de Masaya, Granada y Carazo", con relación a la fluctuación poblacional de los géneros de nematodos en las cinco fincas fue *Meloidogyne* spp, el género que presentó las poblaciones más altas alcanzando poblaciones de hasta 5000 nematodos en 25 gramos de raíces en la finca Vista Alegre.

Límites de tolerancia y umbrales económicos en algunos cultivos, causados por nematodos fitopatógenos.

Talavera (2003), indica que, aspectos muy importantes en el tema de los nematodos fitopatógenos son tanto el límite de tolerancia como el umbral económico, los cuales dependen de las condiciones agronómicas y ambientales locales, por lo que el éxito de un sistema predictivo estará supeditado a la existencia de datos locales sobre las pérdidas causadas por estos patógenos. No obstante, y simplemente a modo informativo la siguiente tabla muestra límites de tolerancia y umbrales económicos de daño, expresados en nemátodos o huevos por 100 gramos de suelo, para diferentes cultivos y nematodos.

Asimismo, CRSSERVICIOS (2015), indica que los análisis nematológicos son una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones sobre control nematológico. Sin embargo estos análisis no tienen gran valor si la toma de muestras no se ha realizado de forma que sean representativas del área seleccionada, o si las muestras no llegan al laboratorio bien conservadas. En general, la producción vegetal va disminuyendo en el tiempo conforme aumentan las densidades de nematodos en suelo. En el momento de la

siembra o plantación es buen momento para analizar la población de nematodos en el suelo, número y especie. Se observa como hay pequeñas pérdidas de producción a densidades menores de 10 nematodos por gramo de suelo, (este es el llamado límite de tolerancia T), las perdidas aumentan conforme las densidades de nemátodos pasan a ser mayores. Aunque se observen perdidas a densidades entre 10 y 20 nematodos por gramo de suelo, estas no serían suficientes como para justificar el uso de un tratamiento (este es el llamado umbral económico de daño E) por encima de él, el tratamiento del suelo con un nematicida sería recomendable. Tanto el límite de tolerancia como el umbral económico dependen de las condiciones agronómicas y ambientales locales, por lo que el éxito de un sistema predictivo estará supeditado a la existencia de datos locales sobre las pérdidas causadas por nemátodos.

En este sentido, de acuerdo a los resultados de población de nematodos obtenidos en el presente estudio, se observa que, para las poblaciones del género *Pratylenchus*, en la primera evaluación osciló entre 6 a 19.66 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación la población oscilo entre 2.66 a 12 nematodos/100 cm^3 suelo, y según el cuadro 15 del anexo, propuesto por Talavera (2003), en frutales de hueso, el límite de tolerancia es de 10 nematodos/100 cm^3 suelo y límite de umbral económico es de 300 nematodos/100 cm^3 suelo, lo cual muestra que las poblaciones encontradas en las parcelas de café evaluados, se encuentran en el límite de tolerancia.

Para las poblaciones del género *Helicotylenchus*, en la primera evaluación la población osciló entre 9.66 a 12.66 nematodos/100 cm^3 suelo y

para la segunda evaluación la población oscilo entre 2.66 a 25 nematodos/100 cm^3 suelo, y según el cuadro 15 del anexo, propuesto por Talavera (2003), en frutales de hueso, para el género *Pratylenchus*, el cual es un nematodo lesionador de raíces como lo es *Helicotylenchus*, el límite de tolerancia es de 10 nematodos/100 cm^3 suelo y límite de umbral económico es de 300 nematodos/100 cm^3 suelo, lo cual muestra que las poblaciones encontradas en las parcelas de café evaluados, se encuentran en el límite de tolerancia.

Para las poblaciones del género *Meloidogyne* en la primera evaluación no se observó poblaciones, en la segunda evaluación, la población oscilo entre 2 a 9 nematodos/100 cm^3 suelo, y según el cuadro 15 del anexo, propuesto por (*Talavera*, 2003).

En frutales de hueso, el límite de tolerancia es de 10 nematodos/100 cm^3 suelo y límite de umbral económico es de 200 nematodos/100 cm^3 suelo, lo cual muestra que las poblaciones encontradas en las parcelas de café evaluados, se encuentran en el límite de tolerancia.

Para las poblaciones del género *Logidorus*, en la primera evaluación, la población oscilo entre 0.66 a 7 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación la población oscilo entre 0 a 10 nematodos/100 cm^3 suelo.

Asimismo, para las poblaciones del género *Radopholus* en la primera evaluación se observó una población entre 3.66 a 10 nematodos/100 cm^3 suelo y para la segunda evaluación, no se observó población y para las poblaciones del género *Criconemoides* en la primera evaluación no se observó poblaciones y en la segunda evaluación la población oscilo entre 0 a 7.66 nematodos/100 cm^3 suelo y según el cuadro 15A, propuesto por Talavera

(2003), en frutales de hueso, para el género *Pratylenchus*, el cual es un nematodo lesionador de raíces como lo es *Longidorus, Radopholus y Criconemoides*, el límite de tolerancia es de 10 nematodos/100 cm^3 suelo y límite de umbral económico es de 300 nematodos/100 cm^3 suelo, lo cual muestra que las poblaciones encontradas en las parcelas de café evaluados, de los géneros de nematodos antes mencionados, se encuentran en el límite de tolerancia.

4.3. PORCENTAJE DE ÓRGANOS AFECTADOS.

4.3.1. Agallas.

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para el grado de ataque que presentan las raíces de café, para la presencia de agallas, en las diferentes parcelas estudiadas.

Cuadro 14. Prueba de promedios de Tukey para el grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas, en las diferentes parcelas estudiadas. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Grado de severidad de agallas
1	3,33 a
2	1,00 b
3	1,00 b

*****Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

Observando el cuadro, se muestra que la parcela 1 presenta el mayor grado de ataque (grado 3) para las agallas de las raíces del café, mostrando diferencias significativas con respecto a las parcelas 2 y 3, los que presentaron grados de ataque 1.

Cuadro 15. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas, en las diferentes parcelas estudiadas. Aguaytia, PE, 2018.

Parcela	Grado				
	1	2	3	4	5
Parcela 1	8	11	2	8	16
Parcela 2	30	4	5	6	0
Parcela 3	45	0	0	0	0

Observando el cuadro 14, se observa que el mayor número de plantas se encuentran en los grados 1, seguido del grado 5, 4, 2 y finalmente el grado 3, destacándose que la parcela 1 presenta un alto número de plantas con un grado de ataque de 4 y 5, asimismo, se observa que la parcela presento un estado sanitario sano a diferencia de las parcelas 1 y 2, como se muestra en la siguiente figura.

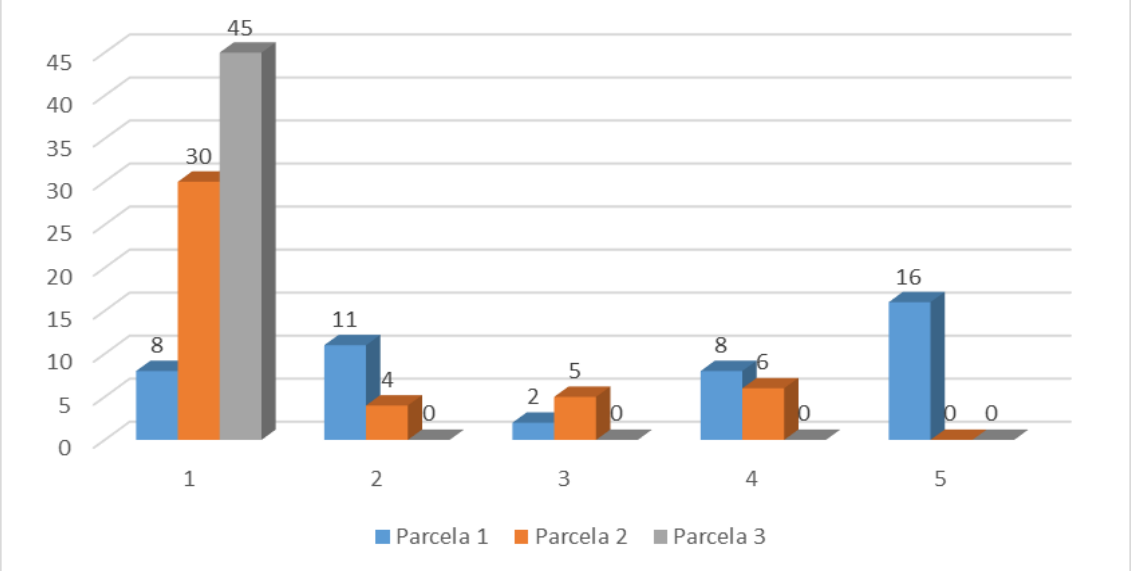


Figura 15. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas. Aguaytia, PE, 2018.

4.3.2. Lesiones.

El siguiente cuadro, muestra la prueba de promedios de Tukey para el grado de ataque que presentan las raíces de café, para la presencia de lesiones, en las diferentes parcelas estudiadas.

Cuadro 16. Prueba de promedios de Tukey para el grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones, en las diferentes parcelas estudiadas. Aguaytia, PE, 2018.

Parcela	Grado de severidad de lesiones
1	4,33 a
2	3,33 a
3	3,33 a

*****Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey p ≤ 0,05.

Observando el cuadro 15, se muestra que la parcela 1 presenta el mayor grado de ataque (grado 4) para las lesiones de las raíces del café, no mostrando diferencias significativas con respecto a las parcelas 2 y 3 que presentaron grados de ataque de 3.

Cuadro 17. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones, en las diferentes parcelas estudiadas. Aguaytia, PE, 2018.

Parcela	Grado				
	1	2	3	4	5
Parcela 1	0	0	5	14	26
Parcela 2	0	0	2	21	22
Parcela 3	0	5	11	29	0

Observando el cuadro 16, se muestra que el mayor número de plantas se encuentran en los grados 3, 4 y 5, seguido del grado 2, no observándose plantas sanas en ninguna parcela, como se muestra en la siguiente figura.

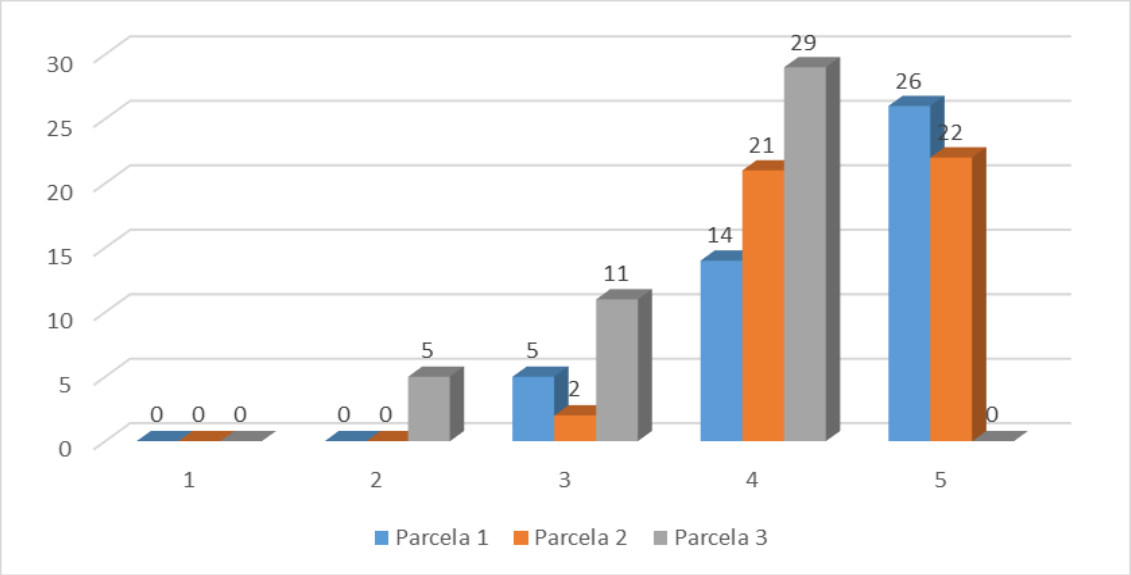


Figura 16. Número de plantas por grado de ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones. Aguaytia, PE, 2018.

Calderón (2013), menciona que, los síntomas relacionados con el daño por nematodos no son visibles al inicio del ataque. Una vez se ha incrementado la población aparece una gran cantidad de raíces dañadas, el área foliar se amarilla o se marchita, el crecimiento se retarda, hay pérdida de frutos y en algunas ocasiones se observan deficiencias nutricionales en focos de plantas dentro de la plantación. Es probable que el daño radicular con presencia de agallas o pérdida de la corteza de las raíces se deba a la presencia de nematodos. En tal caso deben tomarse muestras representativas de raíces y enviarlas al laboratorio para obtener un resultado profesional, a través del cual se identifique el grupo o grupos prevalecientes y la densidad poblacional del momento (*Cedicafé,* 2015).

V. CONCLUSIONES.

En las condiciones que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación y el análisis de los resultados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Los géneros encontrados en las parcelas de café fueron: *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Radopholus* y *Criconemoides*.

2. Las poblaciones de los géneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Longidorus*, *Radopholus* y *Criconemoides*, obtuvieron en la primera y segunda evaluación una media poblacional de 13,77 y 20,32, 11,11 y 13,05, 0 y 6,66, 4,55 y 3,66, 6,89 y 0, 0 y 3,55 nematodos/100 cm^3, respectivamente.

3. Asimismo, en cuanto al límite de tolerancia (T) y umbrales económicos, se determinó que la incidencia poblacional de los diferentes géneros de nematodos fitopatógenos evaluados, no son considerados como tales, debido a que la densidad poblacional no sobrepasan el límite de tolerancia.

4. En cuanto a los grados de lesiones y agallas en el tejido radicular del café en las diferentes parcelas evaluadas, se determinó que la presencia de agallas se encuentran en un grado de 1 a 3 y para el caso de las lesiones en raíces, en un grado de 3 a 4.

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas, se recomienda lo siguiente:

1. A fin de limitar los Daños en las plantaciones de café por los nematodos *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Radopholus* y *Criconemoides* en el sector la Divisoria, Provincia de Padre Abad, y mantener las densidades poblacionales debajo del nivel de daño económico como en la situación actual, se viene observando como medida preventiva preventiva, de tratamiento se recomienda:

   a). Promover el uso de abonamiento con adición de materia orgánica (guano de corral), que permite el control del crecimiento poblacional de nematodos.

   b). Que se practique como practica agrícola positiva la destrucción de las plantas hospederas de nematodos existentes dentro del area de cultivo del cafeto.

   c). Incidir en el uso de fertilizantes para la vigorización de las plantas de cafeto y así conseguir mayor resistencia al daño de los nematodos y a la vez asegurar un óptimo rendimiento.

2. Realizar estudios comparativos sobre infestación de nematodos en las especies de café que se tenga referencia de tolerancia.

3. Realizar estudios de fluctuación de poblaciones de nematodos fitopatógenos en los distintos períodos fenológicos del cultivo, durante

periodos más largos, que nos permita determinar la resistencia o susceptibilidad de variedades de café en el sector la Divisoria.

VII. LITERATURA CITADA.

Agrios, G. 2005. Fitopatología, 2da edición. México, Limusa, 952 p.

Arauz, C. 1998. Fitopatología, un enfoque agroecológico. Universidad de Costa Rica. 467 p.

Avelino, J. 2009. Relation ships between ago-ecological factors and population densities of Meloidogyne exigua and Pratylenchus coffea esensulato in coffee arábica roots in Costa Rica, Universidad de Costa Rica 63 p.

Carneiro, R. 2008. Taxonomy of coffea-parasitic root-knot nematodes, Meloidogyne spp. en: Souza R.M. (ed.), Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer Netherlands, 87 p.

Calderón, G. 2013. Nematodos y los síntomas en café. Revista El Cafetal, julio 2013. Programa de Protección Vegetal, 34 p.

Cedicafé, C. 2015. Asociación Nacional del Café, Dirección https://www.anacafe.org/glifos/index.php? title = 16TEC: Síntomas nematodos 57 p.

Castillo, M. 2005. Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café (Coffea arábica) en fincas de Masaya, Granada y Carazo. Departamento de protección agrícola y forestal. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 27 p.

Coyne, D. 2007. Practical plant nematology: a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin 58 p.

Chaves, E. 2014. Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de café en asocio con banano en el Valle Central y Occidental de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela de Posgrado. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado Como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Turrialba, Costa Rica 45 p.

Chamlaty, E. 2014. Identificación de fitonematodos Meloidogyne sp. en cafetos de la finca “La mata” en Coatepec. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan 2(3): 364-369. ISSN: 2007-6940, 12 p.

Chaves, M. 2015. Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos del cultivo de café y su relación con variables agroecológicas. Dirección: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8114/Densidad_y_diversidad_de_nematodos_fitoparasitos.pdf;jsessionid=67EF3568CAE8FB8B6B478495835546B3?sequence, 18 p.

Chistie, J. 1970. Nematodos de los Vegetales, su Ecología y Control. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D), México/Buenos Aires.

Cochrane, T. 1992. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. En Toledo J. M. (ed): manual para la evaluación Agronómica, Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali – Colombia. CIAT. 23 – 44 p.

Cruz, H. 2012. Identificación del nematodo agallador de la raíz del cafeto en la Región Centro de Veracruz. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana. 39 p.

Crsservicios, J. 2015. Muestreo de nematodos fitopatógenos del suelo. Laboratorio de análisis agrícolas. IT-TM-001. 13/02/2015. www.csrservicios.es. 23 p.

Delgado, V. 2007. *Agrocadena de café sostenible*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Regional Central Sur. Sector Productivo. Puriscal, 19 p.

Díaz, L. 1995. Efecto del nematodo agallador Meloidogyne exigua sobre el crecimiento de plantas de café en vivero. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Encontrado en http://brokert10.fcla.edu/DLData/SN/SN03919749/0023_002/vol23_2x.pdf. Consultado el 31 de agosto 2010, 35 p.

Dropking, V. 1980. Introduction to plant nematology. Ed. Wiley-intercience. 293 p.

Eisenback, D. 1991. Root-knot nematode: Meloidogyne species and races. En: NIckle R.W. (Ed.), Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc., New York. 191-274 p.

Figueroa, A. 1980. Nemátodos del café. En (eds.), Cafeto, cultivo y fertilización. Instituto internacional de la Potasa, Suiza, 128-133 p.

Figueroa, J. 2010. Fluctuación de poblaciones de nematodos en el cultivo del café. Encontrado en http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Magazines/201010/68/REVISTA%20OCT%20preview.pdf consultado el 5 de noviembre 2010, 45 p.

Fischersworring, R. 2001. Guía para la caficultora ecológica. GTZ. Editorial López. Tercera edición actualizada, 42 p.

Galán, G. 2011. Evaluación de los extractos de hojas de Azadirachta indica (Nim) para control de *Meloidogyne* sp. (Nematodos parásitos) de Coffea arabica (Café). Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador 56 p.

García, S. 2012. Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica, 78 p.

Guevara, E. 2015. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (Coffea arábica L.) en el distrito de Cuispes, Bongará Amazonas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1018, 31 p

Gonzales, H. 2010. Introducción e historia del cultivo del café en el Perú. Docente Asociado de la Facultad de Agronomía-UNAS. fsgh_dito@yahoo.esEspecialista en Ecofisiología, 22 p.

Guzmán, P. 2009. Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. Revista de Agronomía. 125 p.

Guzmán, P. 2011. El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. Manizales, 2011-06-20 (Rev. 2011-10-04). Luna Azul ISSN 1909-2474. No. 33, julio - diciembre 2011, 58 p.

Guzmán, P. 2011. Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus* multicinctus (Cobb) y H. dihystera (Cobb), en banano y plátano. agron. 19(2): 19 - 32, 2011. ISSN 0568-3076, 13 p.

Inomoto, M. (2008). *Coffe* – Associated *Pratylenchus* spp. – Ecology and Interactions with Plants. R.M. Souza (ed.), Plant – Parasitic Nematodes of Coffee, © Springer Science + Business Media B. V, 41 p.

Jepson, S. 1987. Identification of root-knot nematode (*Meloidogyne species*). ed. The Cambrian news ltd. Southaupton, United Kindom. 265 p.

Jessen, R. 1999. Fitonematología Tropical. Universidad de Puerto Rico. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola Río Piedras 67 p.

Lara, D. 2016. Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México. Revista mexicana de fitopatología. Versión On-line ISSN 2007-8080versión impresa ISSN 0185-3309.Vol.34 No.1. Texcoco 2016. http://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-7, 17 p.

Leguizamon C. 2008. Los nematodos del cafeto en Colombia y su control. Dirección:http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/713/13/13%20Nematodos%20cafeto%20y%20control.pdf, 42 p.

Macías, N. 2010. Principales enfermedades del cultivo del cafeto. Encontrado en http://www.cafedehonduras.org/ihcafe/ Consultado el 5 de noviembre 2010, 37 p.

Marbán, N. 1994. Nematodos fitopatógenos de café en Centro América e intentos de su manejo. Boletín PROMECAFE No. 62 enero – marzo 1994, 78 p

Meressaa, B. 2015. Descriptions of four new records of plant-parasitic nematode species from commercial cut-flowers in Ethiopia. Nematoda. ISSN 2358-436X. Copyright © 2014, 18 p.

Morales, D. 2001. Poblaciones de nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne sp*. y *Pratylenchus sp*.) en plantaciones mixtas de café y musáceas. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 36 p.

Morales, D. 2001. Poblaciones de nematodos fitoparásitos (*Pratylenchus sp* y *Meloidogyne sp*.) en plantaciones mixtas de café y musáceas. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. ZAMORANO Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria Diciembre, 2001, 83 p.

Montes B. 2000. Nematología Vegetal en México. Sociedad Mexicana de Fitopatología, México, 98 p.

Rivera, C. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología. San José de Costa Rica. EUNED. 46p. [Consultado enero 2014]. Disponible en; http://books.google.com.co/books?id=xpTHXEWG_t8C&pg=PR6&lpg=PR6&dq=Rivera+2007+fitopatologia&source=bl&ots=OPRK-4hH_l&sig=PQbPd5o2HFlQeRUwO42Jd3otc8&hl=es419&sa=X&ei=FeITU7a6DIajkQeKzYHACA&redir_esc=y#v=onepage&q=Rivera%202007%20fitopatologia&f=true, 46 p.

Rosales, J. 2005. Importancia de los nematodos, su muestreo. El café en Nicaragua No. 4, 17 p.

Talavera. R. 2003. Manual de Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. Instituto de formación agraria y pesquera. Brasil. 23 p.

Taylor, A. 1983. Biología identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz. Ed. Artes Gráficas de la Universidad del Estado de Carolina del Norte. Carolina del Norte, Estados Unidos. 111 p.

Thorne, G. 1961. Principles of nematology. McGraw-Hill Book Company, Inc. U.S.A. 553 p.

Volcy, C. 1997. Nematodos. Tomo 1. El ABC de la nematología. Primera edición. Ecográficas Ltda., Medellín, 93 p.

Villain, L. 2008. Chapter 14 Central America. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee, R.M. Souza (ed), 56 p.

VIII. ANEXO.

Cuadro 18A. ANVA para la población de *Pratylenchus* en la primera evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	296.22222222	148.11111111	5.01	0.0525
Error	6	177.33333333	29.55555556		
Corrected Total	8	473.55555556			

C.V.= 39.45.

Cuadro 19A. ANVA para la población de *Pratylenchus* en la segunda evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	136.22222222	68.11111111	8.63	0.0171
Error	6	47.33333333	7.88888889		
Corrected Total	8	183.55555556			

C.V. = 41.44.

Cuadro 20A. ANVA para la población de *Helicotylenchus* en la primera evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	13.55555556	6.77777778	1.49	0.2987
Error	6	27.33333333	4.55555556		
Corrected Total	8	40.88888889			

C.V. = 19.20.

Cuadro 21A. ANVA para la población de *Helicotylenchus* en la segunda evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	759.05555556	379.52777778	22.51	0.0016
Error	6	101.16666667	16.86111111		
Corrected Total	8	860.22222222			

C.V. = 31.45.

Cuadro 22A. ANVA para la población de *Meloidogyne* en la segunda evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	98.00000000	49.00000000	8.65	0.0171
Error	6	34.00000000	5.66666667		
Corrected Total	8	132.00000000			

C.V. = 35.70.

Cuadro 23A. ANVA para la población de *Longidorus* en la primera evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	69.55555556	34.77777778	78.25	0.0001
Error	6	2.66666667	0.44444444		
Corrected Total	8	72.22222222			

C.V. = 14.63.

Cuadro 24A. ANVA para la población de *Longidorus* en la segunda evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	182.00000000	91.00000000	27.30	0.0010
Error	6	20.00000000	3.33333333		
Corrected Total	8	202.00000000			

C.V. = 49.79.

Cuadro 25A. ANVA para la población de *Radopholus* en la primera evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	60.22222222	30.11111111	4.44	0.0655
Error	6	40.66666667	6.77777778		
Corrected Total	8	100.88888889			

C.V. = 37.79.

Cuadro 26A. ANVA para la población de *Criconemoides* en la segunda evaluación.Aguaytia, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	89.55555556	44.77777778	13.00	0.0066
Error	6	20.66666667	3.44444444		
Corrected Total	8	110.22222222			

C.V. = 52.19.

Cuadro 27A. ANVA para el grado ataque que presentan las raíces de café para la presencia de agallas. Aguaytía, PE, 2018.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	2	10.88888889	5.44444444	49.00	0.0002
Error	6	0.66666667	0.11111111		
Corrected Total	8	11.55555556			

C.V. = 18.75.

Cuadro 28A. ANVA para el grado ataque que presentan las raíces de café para la presencia de lesiones. Aguaytía, PE, 2018.

Source	Sum of DF	Mean Squares	Square	F Value	Pr> F
Model	2	2.00000000	1.00000000	3.00	0.1250
Error	6	2.00000000	0.33333333		
Corrected Total	8	4.00000000			

C.V. = 15.74.

Cuadro 29A. Población de nematodos fitopatógenos (100 cm³ suelo) contabilizados en las parcelas evaluadas, en la primera evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Repetición	Población de nematodos (100 cm3 suelo)			
		Pratylenchus	*Helicotylenchus*	*Radopholus*	*Longidorus*
1	1	28	16	14	8
1	2	11	9	6	6
1	3	20	13	10	7
2	1	12	10	3	1
2	2	19	12	4	0
2	3	16	11	4	1
3	1	8	9	9	6
3	2	4	10	5	6
3	3	6	10	7	6

Cuadro 30A. Población de nematodos fitopatógenos (100 cm³ suelo) contabilizados en las parcelas evaluadas, en la segunda evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Par.	Rep.	Población de nematodos (100 cm³ suelo)				
		Pratylenchus	*Helicotylenchus*	*Meloidogyne*	*Longidorus*	*Criconemoides*
1	1	9	31	9	0	0
1	2	15	19	9	2	0
1	3	12	25	9	1	0
2	1	9	8	3	0	5
2	2	2	15	1	0	1
2	3	6	11.5	2	0	3
3	1	1	1	13	13	10
3	2	4	4	5	7	5
3	3	3	3	9	10	8

Cuadro 31A. Evaluación de grado de daños observados en las raíces de café en las parcelas evaluadas, en la segunda evaluación. Aguaytía, PE, 2018.

Parcela	Repetición	Lesiones	Agallas
1	1	4	3
1	2	5	3
1	3	4	4
2	1	4	1
2	2	3	1
2	3	3	1
3	1	4	1
3	2	3	1
3	3	3	1

Cuadro 32A. Valores orientativos de los límites de tolerancia y umbrales económicos para algunos cultivos y nematodos fitopatógenos. (Niveles de nematodos por 100 g de suelo en el momento de la siembra). Aguaytía, PE, 2018.

Cultivo	Nematodo	Límite de tolerancia	Umbral económico
Coles	*Meloidogyne spp.*	1	5
	Pratylenchus spp.	20	100
Frutales hueso	*Meloidogyne spp.*	10	200
	Pratylenchus spp.	10	300
Vid	*Meloidogyne spp.*	20	200
	Pratylenchus spp.	20	300

Fuente: Talavera (2003).



Figura 17A. Extracción de muestras edáficas. Aguaytía, PE, 2018.



Figura 18A. Extracción de muestras de tejido radicular. Aguaytía, PE, 2018.



Figura 19A. Colección de muestras e identificación. Aguaytía, PE, 2018.



Figura 20A. Conservación de muestras para su traslado al laboratorio. Aguaytía, PE, 2018.



Figura 21A. Vista del campo de cultivo evaluado, en el sector de La Divisoria. Aguaytía, PE, 2018.



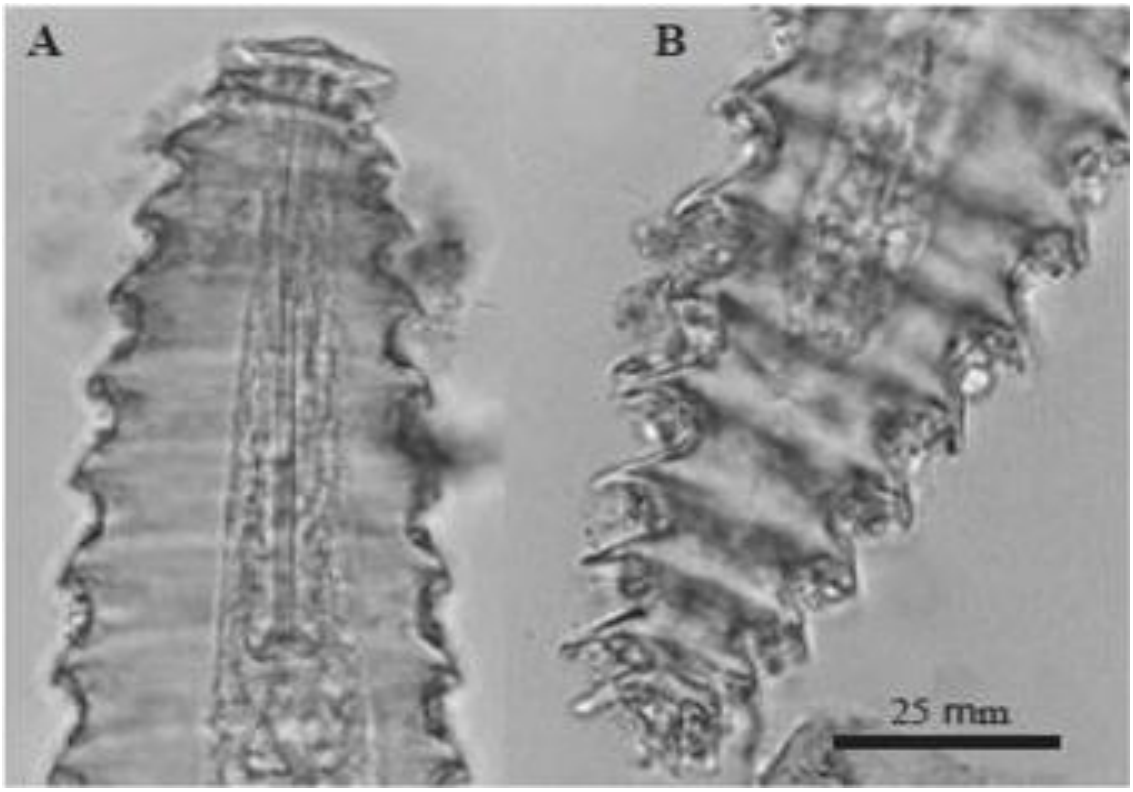
Figura 22A. Muestra raíces de café con Lesiones en grado 4 y agallas en grado 3. Aguaytía, PE, 2018.



Figura 23A. Muestra raíces de café con lesiones en grado 5 y agallas en grado 1. Aguaytía, PE, 2016.

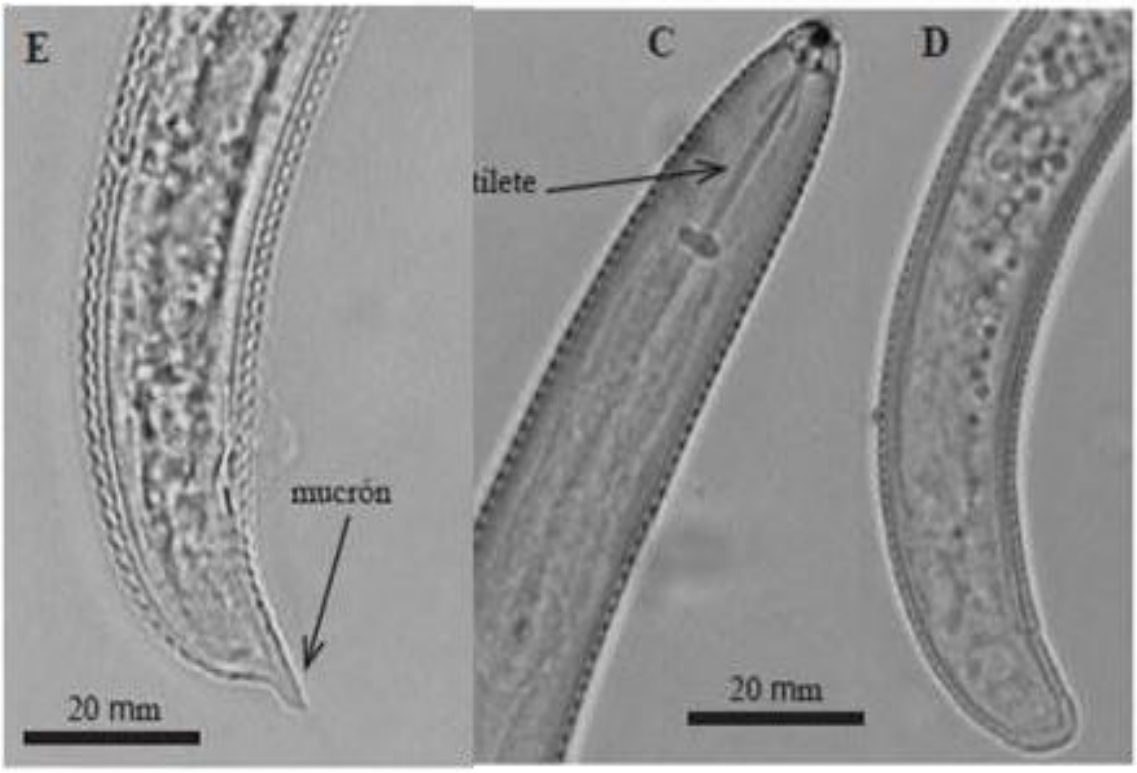


Figura 24A. Muestra raíces de café con lesiones en grado 3 y agallas en grado 5. Aguaytía, PE, 2016.



(Fuente: Lara *et al*., 2016).

Figura 25A. Foto microscópica para identificación del género *Criconemoides.*



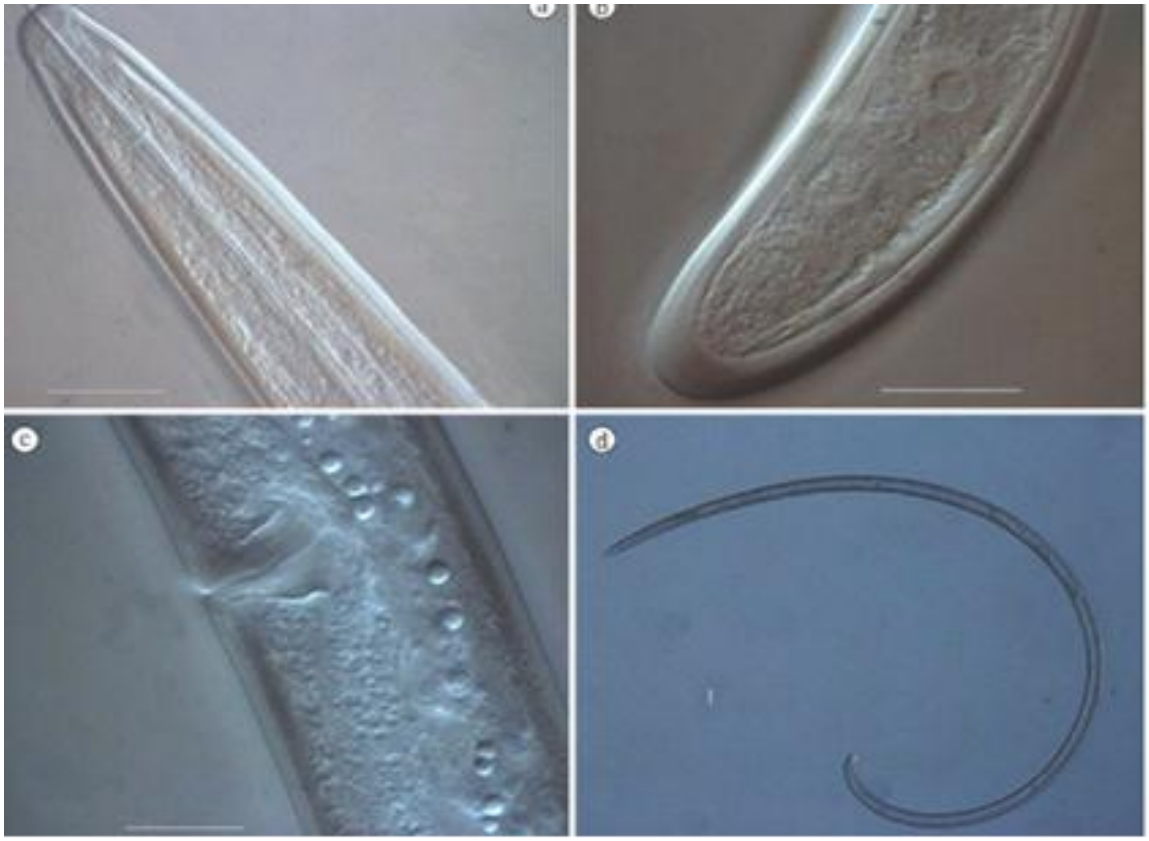
(Fuente: Lara, 2016).

Figura 26A. Foto microscópica para identificación del género *Helicotylenchus.*



(Fuente: Lara, 2016).

Figura 27A. Foto microscópica para identificación del género *Helicotylenchus.*



(Fuente: Meressa, 2015).

Figura 28A. Foto microscópica para identificación del género *Longidorus*.

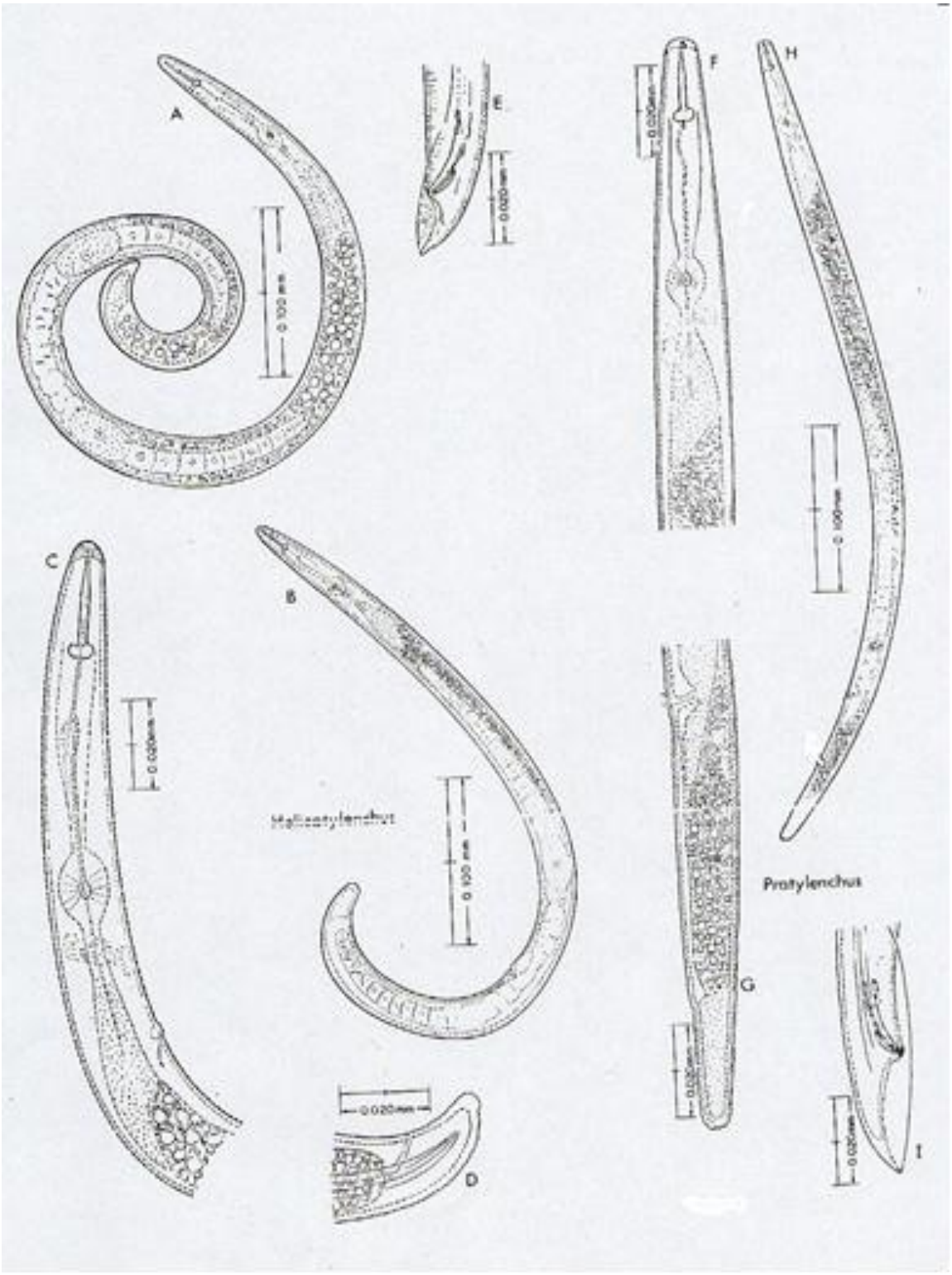


Figura 29A. *Helicotylenchus*: Fig. A-B. Hembra en toda su longitud; Fig. C. Hembra, parte anterior; Fig. D. Hembra, parte posterior; Fig. E. Macho, parte posterior. (*Jessen*, S.f.) *Pratylenchus*: Fig. F. Hembra, parte anterior; Fig. G. Hembra, parte posterior; Fig. H. Hembra, en toda su longitud; Fig. I. Macho, parte posterior (*Jessen*, 1999).

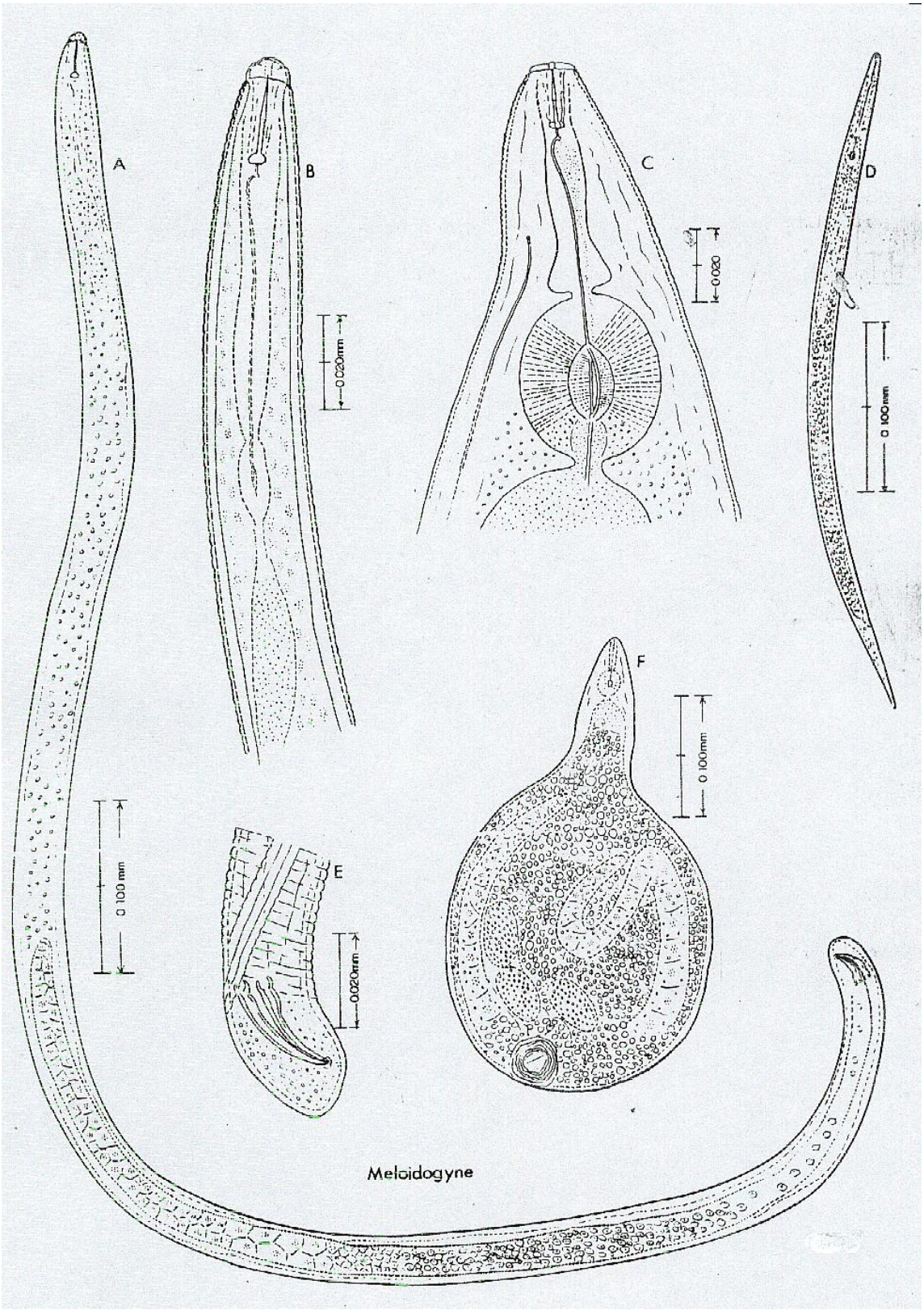


Figura 30A. *Meloidogyne*: Fig. A. Macho, en toda su longitud; Fig. B. Macho, parte anterior; Fig. C. Hembra, parte anterior; Fig. D. Larva de la segunda edad, en toda su longitud; Fig. E. Macho, parte posterior; Fig. F. Hembra en toda su longitud (*Jessen*, 1999).