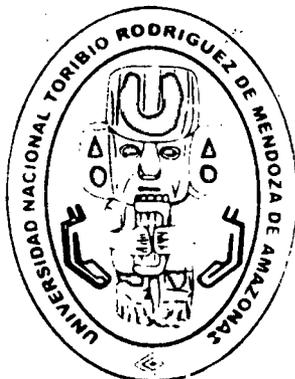


**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMA**

**NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN EL DISTRITO DE CUISPES.
BONGARA. AMAZONAS**

TESIS

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO**

AUTOR	Bach. EUGENIO GUEVARA HEREDIA
ASESOR	Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA
COASESOR	Mblga. Mg. Sc NORA YESSENIA VERA OBANDO

AMAZONAS · PERU

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arabica* L.) EN EL DISTRITO DE CUISPES, BONGARÁ, AMAZONAS**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR : Bach. EUGENIO GUEVARA HEREDIA.

ASESOR : Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA.

COASESOR : Mblga. Mg. Sc. NORA YESSENIA VERA OBANDO.

AMAZONAS – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arabica* L.) EN EL DISTRITO DE CUISPES, BONGARÁ,
AMAZONAS**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR : Bach. EUGENIO GUEVARA HEREDIA.

ASESOR : Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA.

COASESOR : Mblga. Mg. Sc. NORA YESSSENIA VERA OBANDO.

AMAZONAS – PERÚ

2015

DEDICATORIA

A Dios porque me dio un privilegio muy grande que es la vida, que me permitió llegar a este gran paso profesional que es muy importante para mí; por ser Maestro de Maestros, por ser la luz de mi camino, por brindarme su amor y sabiduría, por su infinita bondad y fortaleza. A mi Papá Eugenio y Mamá Rosa por brindarme su amor, sus consejos maravillosos y por preocuparse en todo momento para hacer realidad mis sueños; a mis hermanos y hermanas, en especial a mi hermano Santos Eduar Guevara Heredia por ese espíritu positivo de brindarme un apoyo incondicional.

Eugenio Guevara Heredia

AGRADECIMIENTO

En especial a la Mblga. Mg.Sc. Nora Yessenia Vera Obando por ser Co-asesor de esta tesis, por su gran apoyo incondicional en la elaboración del proyecto de tesis; por su ilustre orientación, aportes y recomendaciones para la ejecución y elaboración del informe de tesis.

A mi Asesor Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por depositar su confianza en mi persona para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Instituto de Investigación Para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG), por proporcionar sus ambientes, equipos y materiales; al mismo tiempo al Coordinador Ing. MSc. Carlos Alberto Mestanza Iberico del Proyecto SNIP N° 209950 "Creación del Servicio de Laboratorio de Entomología y Fitopatología" por apoyo y gestiones para realizar los muestreos respectivos de las fincas de café en el distrito de Cuispes, provincia Bongará, región Amazonas.

A Alcides Roman Peña y Raul Reina Chuquimbalqui, por su gran apoyo en el muestro de campo y procesado de muestras en laboratorio, a Carlos Julian Mestanza Novoa por sus aportes en el análisis estadístico, a Lisved Noemi Servan Chasquibol por su apoyo en la elaboración de mapas de zonificación, a Jhersy Chichipe Bustamante por su apoyo en el análisis de las muestras de suelo, a Lilia Marlith Muñoz Santillan por sus sabios consejos y su apoyo incondicional durante mis estudios; a Marielita Arce Inga y Leidy G. Bobadilla Rivera por gran servicio que me brindaron para continuar la elaboración de este proyecto de tesis.

A los agricultores cafetaleros del distrito de Cuispes por brindarme la oportunidad de realizar muestreos en sus fincas de café.

Eugenio Guevara Heredia

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Jorge Luis Maicelo Quintana Ph.D.

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo

Decano de la Facultad

De Ingeniería y Ciencias Agrarias

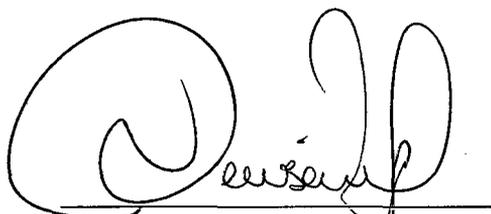
VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “**Nematodos Fitoparásitos Asociados al Cultivo de Café (*Coffea arabica* L.) en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas**”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

✓ **Bach. Eugenio Guevara Heredia.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 03 de Noviembre de 2015.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'S' followed by the name 'Santos Triunfo Leiva Espinoza' written in a cursive script.

Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza
Docente auxiliar a tiempo completo de la UNTRM

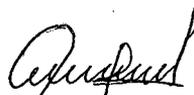
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

La Especialista del Laboratorio del Proyecto PROFITEN, INDES-CES-UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha co-asesorado la tesis titulada “Nematodos Fitoparásitos Asociados al Cultivo de Café (*Coffea arabica* L.) en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

✓ **Bach. Eugenio Guevara Heredia.**

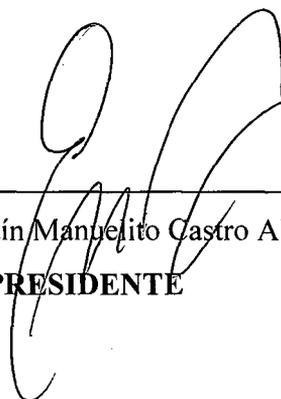
La Especialista del Laboratorio del Proyecto PROFITEN, INDES-CES-UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 03 de Noviembre de 2015.



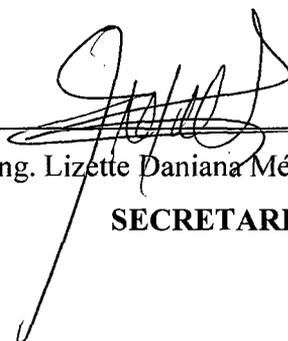
Mblga. Mg. Sc. Nora Yessenia Vera Obando
Especialista del PROFITEN, INDES-CES-UNTRM-A

JURADO DE TESIS



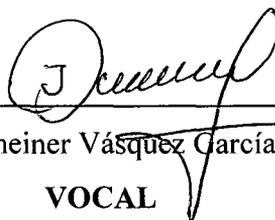
Ing. Ms. Efraín Manjelito Castro Alayo

PRESIDENTE



Ing. Lizette Daniana Méndez Fasabi

SECRETARIO



Ing. Jheiner Vásquez García

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE: Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 09 de Noviembre del año 2015, siendo las 6:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Ms. Efraín Manuelto Castro Mayo

Secretario: Ing. Lizette Damiana Mondés Pasabi

Vocal: Ing. Jhiner Jásquez García

para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentando por él(la) bachiller,

don(ña) Eugenio Eusebio Heredia

titulado Nematodos Fitoparásitos asociados al cultivo de café (Coffea arabica L.) en el distrito de Quispes, Bongara, Amazonas.



Después de la Sustentación respectiva el Jurado acuerda la **APROBACIÓN** (X), **DESAPROBACIÓN** () por mayoría () por unanimidad (X), en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNTRM-A.

Siendo las 7:41 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del informe de Tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

Form 6-T

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR.....	vii
JURADO DE TESIS.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes de la investigación.....	4
1.2. Bases teóricas.....	6
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
2.1. Ubicación.....	32
2.2. Fase de campo.....	32
2.2.1. Recolección de muestras	32
2.3. Fase de Laboratorio	34
2.3.2. Método de Baermann Modificado en Bandeja	35
2.3.2.1. Extracción de nematodos en el suelo.....	35
2.3.2.2. Extracción de nematodos en las raíces	36
2.4. El análisis de textura, materia orgánica y acidez del suelo (pH).....	38
2.5. El análisis estadístico	38

2.6. Elaboración de mapas de zonificación de la distribución.....	38
III. RESULTADOS.....	39
IV. DISCUSIÓN.....	46
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	58
ANEXO A: GALERÍA FOTOGRÁFICA.....	59
ANEXO B. RESULTADOS.....	67
ANEXO C. ANALISIS ESTADISTICOS.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la planta de Café	7
Tabla 2. Resultados generales de las zonas muestreadas en el distrito de Cuispes, donde se describe a cada uno de los géneros de nematodos fitoparásitos con respecto a la presencia encontrada, al promedio de individuos y población máxima y mínima tanto en muestras de suelo y raíces.	40
Tabla 3. Correlación de Pearson, de los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, con algunos parámetros edáficos y de altitud. ..	42
Tabla 4. Correlación de Pearson, de los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café con algunos parámetros edáficos y de altitud. ...	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, especificando el país de Perú, departamento de Amazonas, provincia de Bongará y distrito de Cuispes.....	32
Figura 2. Diseño esquemático que muestra la zona de muestreo, el punto, profundidad y diámetro para la muestra de suelo y el área de extracción de raíces, realizado por planta de café.....	33
Figura 3. Procedimiento de recolección de muestras en campo, procesamiento en laboratorio (homogenización de suelo, corte y homogenización de raíces, toma de 50 cc de suelo y 5 g de raíces, sedimentación, tamizado e identificación de géneros de nematodos fitoparásitos).	37
Figura 4. Porcentaje del total de la población encontrada, para cada género de nematodo fitoparásito asociados al cultivo de café en el distrito de Cuispes.....	39
Figura 5. Porcentaje de fincas de café con presencia de géneros de nematodos fitoparásitos, en el distrito de Cuispes.	41
Figura 6. Mapa de zonificación de la distribución de los principales géneros, textura de suelo y altitud (msnm) en muestras de suelos.	44
Figura 7. Mapa de zonificación de la distribución de los principales géneros, textura de suelo y altitud (msnm) en muestras de raíces.	45

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 01. Muestra de suelo y raíces, con su respectivo código de identificación.	34
Fotografía 02. Muestreo de suelo y raíces, bajo la copa del árbol de café.....	59
Fotografía 03. Muestra de suelo y raíces, colocados en una bolsa de polietileno y su respectivo código de identificación.	59
Fotografía 04. Muestras en el laboratorio para su respectivo procesamiento.	60
Fotografía 05. Separación de raíces de café y de suelo de cada muestra.	60
Fotografía 06. Homogenización del suelo, división en cuadrantes y medición de los 50 cc extrayendo porciones de cada cuadrante.	61
Fotografía 07. Picado, homogenización y pesado de 5 gramos de muestra de raíces.....	61
Fotografía 08. Muestras de suelo y raíz dentro de papel toalla y esto dentro de un colador; puestos en una bandeja con agua; según el Método de Baermann Modificado en Bandeja (MBMB)	62
Fotografía 09. Muestras de suelo y raíces en reposo por 48 horas; según (MBMB).....	62
Fotografía 10. Tamizado de las muestras después de las 48 horas de reposo.....	63
Fotografía 11. Placas Petri y muestras obtenidas del tamizado (sedimentos).....	63
Fotografía 12. Observación, identificación y conteo de nematodos.	64
Fotografía 13. Nematodo del Género <i>Meloidogyne</i> , en la parte izquierda es un juvenil, en la parte superior derecha se muestra el estilete, y en la parte inferior derecha muestra el órgano reproductor masculina (espícula).	64
Fotografía 14. Nematodo del género <i>Helicotylenchus</i>	65
Fotografía 15. Nematodo del género <i>Pratylenchus</i>	65
Fotografía 16. Nematodo del género <i>Tylenchus</i>	66
Fotografía 17. Nematodo del género <i>Trichodorus</i>	66

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue identificar los géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café *Coffea arabica* L. en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas. Se colectaron al azar muestras de suelo del cultivo y de raíces de plantas de café en 58 parcelas. Las muestras de suelo y raíces se procesaron mediante el método de Baermann modificado en bandeja, utilizando 50 cc de suelo y 5 g de raíces. Se comparó la relación de los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos, con la altitud (msnm), textura del suelo, porcentaje de arena, arcilla, materia orgánica y pH del suelo, mediante la correlación de Pearson con el programa IBM SPSS STATISTICS 21. La textura se determinó con el método de Bouyoucus, el porcentaje de materia orgánica con método de Walkley & Black y el pH de suelo mediante un potenciómetro relación 1:1 soluto solvente. 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*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Tylenchus* se consideró como los principales géneros, *Meloidogyne* presentó las más altas densidades poblacionales y los más frecuentes fueron *Helicotylenchus* en muestras de suelo y *Pratylenchus* en muestras de raíces. El ANOVA, determinó que la textura del suelo tiene diferencia significativa con la población, para *Meloidogyne* (0.004252) y para *Tylenchus* (0.01619). Según Tukey, las poblaciones encontradas de *Meloidogyne*, muestran diferencia estadística en los suelos de textura franco arenoso con franco arcillo arenoso, con una significancia de (0.0094159), lo mismo sucedió con las poblaciones de *Tylenchus*, con una significancia de (0.0146076). Con Pearson resultó una correlación positiva y negativa no perfecta. El presente estudio constituye la primera información de los 10 géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café en el distrito de Cuispes, provincia de Bongará, departamento de Amazonas.

Palabras clave: Fitoparásitos, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, Cuispes, Bongará, Amazonas.

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the genera of plant parasitic nematodes associated with the cultivation of coffee *Coffea arabica* L. in the district of Cuispes, Bongará, Amazonas. We collected random soil samples from the culture and roots of coffee plants in 58 plots. Soil samples and roots were processed using the method modified Baermann tray, using 50 cc of 5 g of soil and roots. The relationship of the four main genera of plant parasitic nematodes, with altitude (m), soil texture, percentage of sand, clay, organic matter and soil pH, using Pearson's correlation with the IBM SPSS 21 program was compared. The texture was determined by the method Bouyoucus, the percentage of organic matter Walkley & Black method and soil pH by a potentiometer 1: 1 solvent solute. Ten genera of plant parasitic nematodes were found, which were: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Trichodorus*, *Criconemoides*, *Paratylenchus*, *Xiphynema*, *Hoplolaimus* and *Aphelenchus*; *Xiphynema* them alone, and *Aphelenchus*, *Hoplolaimus* they not found in roots. *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* and *Tylenchus* was considered as the main genres, *Meloidogyne* presented the highest population densities and were more common in soil samples *Helicotylenchus* and *Pratylenchus* in root samples. The ANOVA determined that soil texture has significant difference with the population, *Meloidogyne* (0.004252) and *Tylenchus* (0.01619). According to Tukey, *Meloidogyne* populations found, showing statistical difference in the soils of sandy loam to sandy clay loam, with a significance of (0 .0094159), so did *Tylenchus* populations, with a significance of (0.0146076) . Pearson turned a non-perfect positive and negative correlation. This study is the first report of the 10 genera of plant parasitic nematodes associated with coffee growing district Cuispes, Bongará province, Amazonas department.

Keywords: plant parasitic, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, Cuispes, Bongará, Amazonas.

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.) es una especie originaria de las tierras altas de más de 1000 m.s.n.m. en Etiopía y Sudán (África), según IICA, PROMECAFE (1997), citado por (Blanco, Hagggar, Moraga, Madriz y Pavón, 2003).

Como grupo botánico está constituido por más de 100 especies de una gran “familia”, conocida como el género *Coffea*. De acuerdo a la región y clima de origen se desarrollaron diferentes tipos de cafetos, con constituciones genéticas diversas (tamaño y forma de plantas y frutos, resistencia a enfermedades y plagas, etc.). De este centenar, dos se cultivan comercialmente: *Coffea arabica* integrada por diferentes variedades de Arábica, y *Coffea canephora* formada por diferentes grupos de Robusta (ANACAFE, 2013).

Se cultivan extensamente por sus semillas, que se emplean para la elaboración del café, una bebida estimulante; la popularidad de éste, hace que la importancia económica del café sea extraordinaria, siendo uno de los productos vegetales más importantes del mercado global. Hoy en día la cafeína es componente de numerosas preparaciones farmacológicas y medicamentos que incluyen analgésicos y aditivos dietéticos (Echeverri *et al.*, 2005).

El café es el segundo producto más comercializado en el mundo después del petróleo. Esto explica, en sí, su trascendencia, tanto para los países productores como para los países consumidores, según Wagner (2001, citado por Oliva, 2009).

El café es el principal producto agrícola de exportación en el país, en el año 2011 el Perú exportó 5'600,000 qq, generando un ingreso de 1,400 millones de dólares a la economía nacional. Nuestro país es uno de los líderes en la producción de cafés especiales (producto que se distingue de los demás cafés por tener mejores cualidades físicas y organolépticas), con una creciente demanda del mercado internacional. El cultivo, dispone de un área de ciento treinta y cinco mil hectáreas de cultivos certificados bajo estándares ambientales y sociales, contando con sellos

de calidad como Café Orgánico de Comercio Justo, Rainforest Alliance, entre otros (Programa Selva Central – DESCO, 2012).

En el Perú, 210 distritos rurales ubicados en 47 provincias y 13 regiones, son los responsables de la producción total de café. De las 13 regiones, son 5 las que concentran el 84% del área cultivada: Junín (25%), Cajamarca (18%), Cusco (17%), San Martín (13%) y Amazonas (11%) (Central Café & Cacao del Perú, 2011). En Amazonas el café es el cultivo permanente más importante, teniendo un área de 42,744.2399 hectáreas de superficie de café, en los cuales la provincia de Bongará tiene 2,214.4499 hectáreas INEI (2012).

Entre los factores que restringen el desarrollo normal de una plantación de café, sobresalen los problemas ocasionados por plagas y enfermedades, los que pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de agente causal, el tejido infectado, las características epidemiológicas, la reacción de resistencia, etc.; categorías que reflejan las perspectivas de la plaga o enfermedad. En el caso de los nematodos parásitos de plantas, las enfermedades han sido categorizadas principalmente de acuerdo con el hábitat parasítico y la sintomatología en el sistema radical y en el tejido aéreo (Guzmán y Castaño, 2012).

Se reporta como los principales problemas encontrados en el cultivo de café a los ocasionados por: Minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella*), Broca del café (*Hypothenemus hampei*), Roya (*Hemileia vastatrix*), Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), nematodos como *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, *Rotylenchulus* spp, *Helicotylenchus* spp, entre otros. Pudiendo constituir, los nematodos fitoparásitos, una plaga de mucha importancia para el cultivo del café, ya que afectan principalmente el sistema radicular (Castillo y Hernández, 2005; Escobar, 2008).

Debido al ataque de los nematodos fitoparásitos en el sistema radicular de la planta de café, lo cual podrían estar causando daños directa e indirectamente en la producción y por lo que se hace necesario obtener información que nos permita identificar los géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café en el

distrito de Cuispes, provincia de Bongará, Amazonas. Es por ello, se planteó los siguientes objetivos:

General:

- Identificar los géneros de nematodos fitoparásitos que se encuentran asociados al cultivo de café *Coffea arabica* L. en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas.

Específicos:

- Determinar qué géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café tienen un mayor porcentaje poblacional en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas.
- Determinar qué géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café son más frecuentes en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas
- Comparar los géneros de nematodos fitoparásitos de mayor porcentaje poblacional y de mayor frecuencia, con la altitud, textura de suelo, porcentaje de materia orgánica y acidez del suelo (pH), de las fincas muestreadas del distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas.
- Elaborar un mapa de zonificación de la distribución de los principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, que obtuvieron mayor frecuencia y mayor porcentaje poblacional en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas, utilizando el programa ArcGIS v. 10.2

1.1. Antecedentes de la investigación

Ramírez, Cabezas, Melgarejo y Arévalo (2000), realizaron estudios sobre la identificación y cuantificación de nematodos asociados al cafeto en las principales zonas productoras de la cuenca del Alto Huallaga, encontraron a *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Tylenchus*, *Aphelencoide*, *Tylenchurynchus*, *Pratylenchus*, *Criconemoides*, *Rotylenchus* y *Dolichodorus* en muestras de suelo y *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* y *Pratylenchus* en muestra de raíces.

García (2004), realizó estudios sobre distribución horizontal de los nematodos fitoparásitos en áreas cultivadas con café de la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla, Guatemala; donde concluyó que, los géneros de nematodos fitoparásitos presentes en el área fueron: *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchulus* y *Criconemella*.

Castillo y Hernández (2005), realizaron estudios en cinco fincas de café en Managua, Nicaragua, con el objetivo de evaluar el efecto de alternativas de manejo no sintéticas sobre la población de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, donde tomaron mensualmente muestras de suelo y raíces, y sus resultados indicaron que tanto en muestras de suelo y de raíces, los géneros predominantes en las cinco fincas fueron *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp.

Escobar (2008), realizó estudios sobre poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Mayasa, Nicaragua (Ciclo 2006-2007); los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en suelo y raíces fueron: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Xiphinema*, *Criconemoides* y nematodos de vida libre. El género más abundante en raíces y suelo fue *Meloidogyne*, los géneros con menor abundancia fueron *Xiphinema* y *Criconemoides*.

Urbina y Matus (2009), realizaron estudios sobre; evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua (Ciclo

2007-2008); donde, los resultados indicaron que el tratamiento Alto Convencional Leguminoso registró las poblaciones más altas de *Meloidogyne* y el Orgánico Extensivo Maderable las más bajas. Las poblaciones de *Pratylenchus* se registraron incrementadas en el tratamiento pleno sol y bajas en Orgánico Extensivo Maderable.

García (2012), en un estudio denominado Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sobra de leguminosas en Jinoteca, Nicaragua, encontró en las raíces de café a los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*; adicionalmente en este estudio se encontró la presencia de *Helicotylenchus* y *Radopholus*. García y Pantoja (1990) mencionado por García (2012), reportaron en plantaciones de café en la zona de Matagalpa y Jinotega, Nicaragua la presencia de *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., en raíces de café.

Chamlaty, Viveros, Fabre y Valero (2014), realizaron estudios de identificación de fitonematodos *Meloidogyne* spp. en cafetos de la finca “La mata” en Coatepec, ver. encontrando lo siguiente: en el primer muestreo se encontraron 7 fitonematodos, en el segundo se encontraron 22, en el tercero se encontraron 17; en total fueron 47 fitonematodos, de estos 57% fueron hembras y el 43% machos. Se identificó que los fitoparásitos de esta finca pertenecieron al género *Meloidogyne* spp. Las plantas de café mostraron síntomas de clorosis que confirmaron que era causada por *Meloidogyne* spp.

Esquivel (1996), realizó estudios, acerca de la influencia del suelo sobre las poblaciones de nematodos; menciona que la textura y la estructura del suelo tienen un efecto importante sobre los nematodos fitoparásitos y aparentemente el tamaño de poro afecta la facilidad con la que los nematodos pueden desplazarse a través del suelo. Según Wallace (1958) citado por Acebedo (2015), hay un tamaño óptimo de partículas para el movimiento de cada especie de nematodo. Stirling (1991) mencionado por Esquivel (1996), indica que a diferencia de las raíces de las plantas, los nematodos no pueden ejercer suficiente presión para forzar y pasar entre las partículas y agregados del suelo. En este sentido el movimiento de los

nematodos en el suelo está relacionado con el diámetro de los poros, el diámetro del nematodo y la cantidad de agua en el espacio poroso. Un nematodo no puede moverse entre las partículas de suelo cuando el diámetro de los poros es menor que en el ancho del cuerpo de nematodo (Academia Nacional de Ciencias, 1980 citado por Balaña, 2003).

Martínez, Díaz, Partida, Allende, Benigno y Carrilo (2014), realizaron estudios sobre nematodos fitoparásitos y su relación con factores edáficos de papaya en Colima, Mexico, donde concluyen que el pH y la conductividad eléctrica no ocasionaron efecto sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos, pero la materia orgánica y la textura de los suelos si influyeron, de tal manera que conforme aumentó la materia orgánica las poblaciones de nematodos disminuyeron, mientras que debido a los tipos de suelo los géneros *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. prosperaron más en los suelos con textura arenoso franca, en tanto que los géneros *Rotylenchulus* spp. y *Helicotylenchus* spp. prosperaron en forma similar en los cuatro tipos de suelos.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. El Café (*Coffea arabica* L.)

1.2.1.1. Morfología de la planta de café.

La planta de café es un arbusto que puede alcanzar entre 2 a 6 m de altura, es de hojas perennes y comienza a producir flores a partir del primer o segundo año, según las condiciones ambientales (Programa Selva Central – DESCO, 2012).

1.2.1.2. Taxonomía del café

El café pertenece al género *Coffea* con aproximadamente 100 especies no obstante, únicamente tres de éstas se mencionan como cultivadas comercialmente, destacándose las dos primeras según el orden siguiente: *Coffea arabica* L., *C. Canephora* y *C. liberica* (Alvarado, 2007). (Tabla 1)

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la planta de Café

Taxonomía	Nombre
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Tipo	<i>Espermatofitas</i>
Sub-tipo	<i>Angiospermas</i>
Clase	<i>Dicotiledóneas</i>
Sub-clase	<i>Gamopétalas inferiorvariadas</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Rubiáceas</i>
Género	<i>Coffea</i>
Sub-género	<i>Eucoffea</i>
Especies	<i>arabica, canephora, liberica, deweri</i>

Fuente: Elaboración propia, modificado de Alvarado (2007).

1.2.1.3. Raíces.

La raíz central es pivotante, su longitud en una planta adulta es de 50 a 60 cm aproximadamente, las raíces secundarias (de sostén y laterales) se originan a partir de la pivotante; de las secundarias, generalmente se desarrollan los pelos absorbentes que, en un alto porcentaje (80-90%) se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Los pelos absorbentes son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrientes del suelo. En las zonas altas mayores a 1800 m.s.n.m. los pelos absorbentes se encuentran todo el año (Programa Selva Central – DESCO, 2012).

1.2.1.4. Tallo.

Es leñoso, erecto y de longitud diversa de acuerdo a la variedad, presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, las ramas y las hojas.

El eje central o rama ortotrópica crece verticalmente, sólo produce yemas vegetativas. Las ramas laterales o plagiotrópicas, llamadas “bandolas” son las ramas primarias y dan origen a ramas secundarias o de segundo orden, de las que a su vez pueden salir ramillas terciarias. Las ramas secundarias y terciarias, constituyen lo que se conoce como palmilla de café; según ANACAFE (2006, citado en Oliva 2009).

1.2.1.5. Hojas.

La lámina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada (Alvarado, 1994).

1.2.1.6. Flores.

En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales de 1 a 3 ejes, los que se dividen en 2 o 6 ramificaciones cortas de 2 a 4 mm coronando cada una en una flor la cual está formada por el cáliz, corola, estambres y pistilo. Las flores presentan un ovario superior con dos óvulos formando así el gineceo. El número de floraciones varía según la precipitación de la zona. Cuando se abre la flor, las anteras ya han liberado gran cantidad de polen; por esta razón, la autofecundación se da en un alto porcentaje. Una vez que el polen alcanza los óvulos, la fertilización se completa durante cuatro o seis días (Alvarado, 1994).

1.2.1.7. Frutos.

Después de la fecundación, el ovario se transformara en fruto y sus dos óvulos en semilla, el fruto maduro es una drupa elipsoidal. El fruto es de superficie lisa y brillante y de pulpa delgada, está constituida de tres partes diferentes: el epicarpio o epidermis; el mesocarpio o pulpa y el endospermo o semilla. Cuando madura puede ser de color rojo o amarillo, dependiendo del cultivar (Alvarado, 1994).

1.2.1.8. Semillas.

Su principal componente es el endospermo, debido a que el embrión, que se encuentra en la parte basal es de tamaño muy reducido. El endospermo es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco de la cara plana. Está protegido por una cubierta muy conocida como película placeada y esta a su vez está protegida por el pergamino. En el fruto se distinguen tanto una capa extrema más oscura y densa denominada endospermo duro como una más clara, el endospermo suave (Alvarado, 1994).

1.2.2. Nematodos fitoparásitos.

1.2.2.1. Clasificación de acuerdo a la relación parasítica

Generalmente los nematodos fitoparásitos se clasifican en dos grandes grupos, de acuerdo al tipo de relación parasítica que exista en la planta. Los nematodos que atacan en la superficie o parte exterior de los tejidos de las plantas se denominan ectoparásitos y los que atacan los tejidos internos se conocen como endoparásitos; a veces se incluyen otras categorías adicionales de manera que si el nematodo deja parte de su cuerpo fuera se le denomina semi-endoparasito, si atacan un solo lugar se le conoce como sedentario y si migra de un lugar a otro se le llama migratorio (Agrios, 2007).

1.2.2.2. Clasificación taxonómica

Según Agrios (2005), citado en Ferraté y Yaque (2015), todos los nematodos fitoparásitos pertenecen al filo Nematoda; la mayoría de los géneros parasitarios importantes pertenecen al orden *Tylenchida*, pero algunos pertenecen al orden *Dorylaimida*. A continuación se muestra la clasificación taxonómica de los principales nematodos fitoparásitos:

Phylum: Nematoda

Orden: *Tylenchida*

Suborden: *Tylenchina*

Superfamilia: *Tylenchoidea*

Familia: *Anguinidae*

Géneros: *Anguina*, nematodo del trigo o formador de la agalla de la semilla.

Ditylenchus, nematodo del tallo o bulbo de la alfalfa, cebolla, narciso, etc.

Familia: *Belonolaimidae*

Géneros: *Belonolaimus*, nematodo picador de cereales, leguminosas, cucurbitáceas.

Tylenchorhynchus, nematodo causante del achaparramiento del tabaco, maíz, algodón, etc.

Familia: *Pratylenchidae*

Géneros: *Pratylenchus*, nematodo lesionador casi de todas las plantas de cultivo.

Radopholus, nematodo barrenador del banano.

Familia: *Hoplolaimidae*

Géneros: *Hoplolaimus*, nematodo lanza del maíz, caña de azúcar, alfalfa.

Rotylenchus, nematodo espiral de varias plantas.

Helicotylenchus, nematodo espiral de varias plantas.

Rotylenchulus, nematodo reniforme del algodón, papaya, té, tomate, etc.

Scutellonema, nematodo de la pudrición seca del ñame, yuca.

Familia: *Heteroderidae*

Géneros: *Globodera*, nematodo formador de quistes de la papa

Heterodera, nematodo formador de quistes del tabaco, soya, remolacha, cereales, etc.

Meloidogyne, nematodo formador de nódulos de la raíz de casi todas las plantas de cultivo.

Familia: *Nacobbidae*

Géneros: *Nacobbus*, nematodo del nódulo falso de la raíz
Rotylenchulus, nematodo reniforme.

Superfamilia: *Criconematoidea*

Familia: *Criconematidae*

Géneros: *Criconemella*, anteriormente *Criconema* y
Criconemoides, nematodos anular de las plantas leñosas, acorta la
vida en árboles de melocotón.

Hemicycliophora, nematodo de la vaina de varias plantas.

Familia: *Paratylenchidae*

Géneros: *Paratylenchus*, nematodo alfiler de varias plantas.

Familia: *Tylenchulidae*,

Géneros: *Tylenchulus*, nematodo de los cítricos, vid, olivo, lila,
etc.

Suborden: *Aphelenchina*

Superfamilia: *Aphelenchoidea*

Familia: *Aphelenchoididae*

Géneros: *Aphelenchoides*, nematodo foliar del crisantemo, fresa,
begonia, arroz, coco, etc.

Bursaphelenchus, nematodo del marchitamiento de pino.

Rhadinaphelenchus, nematodo del anillo rojo del cocotero.

Orden: *Dorylaimida*

Familia: *Longidoridae*

Géneros: *Longidorus*, nematodo aguja de algunas plantas.

Xiphinema, nematodo daga de árboles, enredaderas
leñosas y de muchas plantas anuales.

Familia: *Trichodoridae*

Géneros: *Paratrichodorus*, nematodo formador de la raíz
achatada de los cereales, hortalizas, arándano, manzano.

Trichodorus, nematodo formador de la raíz achatada
de la remolacha azucarera, papa, cereales, manzano, etc.

1.2.2.3. Morfología.

Los nematodos son organismos generalmente microscópicos con el cuerpo cilíndrico, alargado y de dimensiones muy variables. Las especies fitoparásitas tienen un tamaño que oscila entre 0.2 a 2 mm (Le Pelley, 1973 citado en García, 2004).

Su diámetro pequeño hace que no sean observables a simple vista, pero se puede ver con facilidad en el estereoscopio o microscopio. Estos organismos tienen, en general, forma de anguila y en corte transversal se ven redondos, “presentan cuerpos lisos” no segmentados y carecen de patas u otros apéndices. Sin embargo las hembras de algunas especies se hinchan en la madurez y adquieren la forma de una pera o de cuerpos esferoides (Agrios, 2007).

1.2.2.4. 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 muda cuando los nematodos pasan a través de sus estados juveniles sucesivos, la cutícula es producida por la hipodermis, la cual consta de células vivas y se extiende en la cavidad del cuerpo que presenta 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 (Agrios, 2007).

La cavidad del cuerpo contiene un líquido a través del cual se efectúa la circulación y respiración del nematodo. El sistema digestivo es un tubo hueco que se extiende desde la boca, pasando por el esófago hasta el intestino, el recto y el ano. A menudo, seis labios rodean a la boca. Todos los nematodos fitoparásitos poseen un estilete hueco o lanza en la parte anterior del cuerpo, que utilizan para perforar las células vegetales. Los sistemas reproductores están bien desarrollados. Los nematodos hembra tienen uno o dos ovarios seguidos por un oviducto y un útero que termina

en una vulva. La estructura reproductora del macho es similar al de la hembra pero hay un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino. En el macho hay también un par de espículas copuladoras sobresalientes. La reproducción se efectúa por medio de huevecillos y puede ser sexual, hermafrodita o partenogénica. En muchas especies faltan los individuos machos (Agrios, 2007).

La mayoría de los nematodos fitoparásitos son miembros del orden taxonómico *Tylenchida*, un grupo caracterizado por un esófago formado de tres partes. En la mayoría de las especies de dicho orden, la región esofágica situada detrás del estilete (el procorpus) es delgada, y la región media (metacarpus o región bulbar media) es más gruesa y contienen un aparato valvular cuticularizado, el cual parece funcionar como una bomba. Detrás del metacarpus, el esófago se estrecha hasta un istmo más angosto, terminando en una región glandular. En general tiene tres glándulas esofágicas, una dorsal y dos subventrales, aunque pueden existir hasta seis en algunos nematodos, como los del género *Hoplolaimus*. En dos grupos del orden *Tylenchida* (superfamilias *Tylenchidea* y *Criconematoidea*), las glándulas subventrales se abren hacia el lumen mucho más adelante, casi posteriormente del estilete. En la tercera superfamilia (*Aphelenchoidea*), las tres glándulas se abren en el lumen, cerca de la válvula esofágica. Algunos nematodos parásitos de plantas que son transmisores de virus pertenecen a otro orden, el *Dorylaimida*. Los nematodos de este orden tienen un esófago formado de dos partes, consisten de una región anterior delgada conectada con otra región glandular más corta e hinchada. Algunos nematodos de este grupo son los que tienen forma de daga (*Xiphinema* spp. y *Longidorus* spp.), y forma de diente (onquiostilo) (Academia Nacional de Ciencias, 1980 citado en Balaña, 2003).

1.2.2.5. Ciclo de vida.

El ciclo de vida de la mayoría de los nematodos fitoparásitos es bastante semejante. Los huevecillos se incuban y se desarrollan en estados juveniles, cuya apariencia y estructura es similar a la de los nematodos adultos. Los estados juveniles aumentan de tamaño y cada etapa juvenil concluye mediante una muda. Todos los nematodos tienen cuatro etapas juveniles y la primera muda a menudo se produce en el huevecillo. Después de la última muda, los nematodos se diferencian en hembra y macho adulto. Las hembra entonces pueden producir huevecillos fértiles una vez que se ha apareado con un macho o, en ausencia de macho, partenogénicamente, o bien produce esperma por sí misma (Agrios, 2007).

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de tres o cuatro semanas bajo condiciones ambientales óptimas, en especial la temperatura, pero tardara más tiempo en concluir en temperaturas frías (García, 2004; Agrios, 2007).

1.2.2.6. Ecología y distribución.

La mayor parte de nematodos fitoparásitos viven parte de su vida en el suelo. La mayoría de ellos se alimentan superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas, y aún en el caso de nematodos sedentarios especializados la mayor parte de sus estados juveniles y los machos se encuentran en el suelo durante la mayor parte de su vida. La temperatura, humedad y aireación del suelo afectan a la supervivencia y movimientos de los nematodos en el suelo. Los nematodos se encuentran con mayor abundancia entre los primeros 15 cm de profundidad del suelo, pero esto es irregular y depende del tipo de cultivo y de la especie del nematodo. La mayor concentración de los nematodos en la zona radicular se debe a muchos factores, principalmente a que en esta zona hay mayor alimento disponible y su reproducción va a ser más rápida, además existe el llamado efecto del factor incubador de las sustancias

que se originan en la raíz y se difunden en los alrededores del suelo estimulando la incubación de los huevos de ciertas especies. Sin embargo la mayoría de los huevecillos de los nematodos se incuban libremente en el agua en ausencia de cualquier estímulo especial. Los nematodos en el suelo se distribuyen muy lentamente bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nematodo probablemente no excede de un metro por estación. Se mueve con mayor rapidez en el suelo cuando los poros de éste están llenos de una película delgada (de unos cuantos micrómetros) de agua cuando el 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 puede llevar partículas del suelo como maquinaria agrícola, la irrigación, patas de animales, herramientas, productos agrícolas y plantas de vivero (Agrios 2007).

El movimiento de los nematodos a través del suelo es una respuesta a la humedad y temperatura de suelo. Si no existe suficiente humedad en el suelo, el nematodo no se moverá. Un nivel de humedad que cause el marchitamiento de la planta también inhibirá el movimiento del nematodo. Cuando la temperatura no está dentro del rango de tolerancia del nematodo, este se mueve en dirección de donde esté la temperatura más tolerable. El rango óptimo de temperatura del suelo está entre 10°C y 30°C. El límite inferior de tolerancia es de 0°C (Auyob, 1977, citado en García, 2004).

1.2.2.7. Características parasíticas de los nematodos

Según Álvarez *et al.*, (2009), citado por Ferraté y Yaque (2015) un nematodo para que pueda ser considerado parásito debe de cumplir con ciertas características:

- Que esté morfológicamente adaptado al parasitismo de las plantas (presencia de estomatoestilete, odontoestilete u onquioestilete) y el tipo de esófago por su actividad enzimática.

- Que el nematodo se alimente de las plantas con una acción continua de su estilete, ya que puede alimentarse ocasionalmente y no ser parásito de plantas.
- Que el nematodo se reproduzca en la planta o en su rizosfera, ésta es la condición más importante.

1.2.2.8. Hábitos alimenticios.

Los nematodos fitoparásitos pueden alimentarse del tallo y del follaje y más comúnmente de las raíces de las plantas. En el suelo, los nematodos pueden alimentarse externamente como ectoparásitos e internamente como endoparásitos, pueden migrar dentro del tejido de la planta o permanecer como sedentarios, de igual forma los hábitos de alimentación externa pueden ser migratorios o sedentarios algunas veces durante su ciclo de vida (Chitambar, 1991, citado por en García, 2004).

Los nematodos ectoparásitos comprenden a los nematodos anillados (sedentarios) y a los nematodos daga, picador y de la raíz escobilla (todos migratorios). Los nematodos endoparásitos incluyen a los nematodos formadores de quistes, de los cítricos y del nudo de la raíz (todos sedentarios) y a los nematodos espiral, lanza inductor de lesiones, del bulbo y del tallo, perforador, foliar y del achaparramiento de las plantas (todos casi migratorios). De estos últimos, los nematodos espiral, lanza y enquistados son ectoparásitos hasta cierto punto, al menos durante parte de su vida (Agrios, 2007).

1.2.2.9. Síntomas causados por los nematodos fitoparásitos.

Según Dropkin (1980, citado por Urbina y Matus, 2009) el ataque de los nematodos no produce síntomas violentos sino una pérdida gradual del vigor y de la productividad de la planta. Esta reducción se debe a que los nematodos se alimentan de las raíces y afectan la absorción de agua y nutrientes, asimismo facilitan la penetración en las raíces de organismos causantes de enfermedades. Las plantas adultas no muestran síntomas típicos y repentinos en el follaje, que ayuden a reconocer la causa del

daño, porque estos se manifiestan de una manera lenta y confundida con signos de desnutrición.

El proceso de alimentación hace que las células vegetales afectadas reaccionen causando la muerte o el debilitamiento de las yemas y puntas de la raíz, la formación de lesiones y la degradación de los tejidos, hinchamientos y agallas de varias clases, tallos y follajes retorcidos y deformados. Algunos de estos síntomas se deben a la disolución de los tejidos afectados por las enzimas del nematodo, las cuales con o sin ayuda de metabolitos tóxicos producen la muerte de las células y la desintegración de los tejidos. Los síntomas de las enfermedades de las plantas producidas por los nematodos son complejos. Las especies que se alimentan de la raíz posiblemente disminuyen la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes del suelo y de esta manera producen síntomas de estrés hídrico y deficiencia de nutrientes en los órganos aéreos de ellas (Agrios, 2007).

Los daños en las plantas por los nematodos inicia con la introducción del estilete en el tejido vegetal, después secretan enzimas que ayudan a descomponer el contenido celular, es decir, durante el proceso de alimentación se perfora la pared celular, introducen un complejo de enzimas y se extrae el contenido del citoplasma, el cual va a servir de alimento a los nematodos. La respuesta de la planta a la infección por los nematodos se manifiesta en la parte aérea de la planta como marchitez, clorosis, achaparramiento y menor producción y a consecuencia de las lesiones, agallamientos y necrosis que impiden la formación de raíces normales, esto a su vez limita la absorción de agua y los elementos que requieren los vegetales para su desarrollo (Agrios, 2007).

1.2.3. Géneros de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café

A los nematodos fitoparásitos se les responsabiliza de pérdidas considerables en los rendimientos, además de las pérdidas indirectas que ocasionan, pues no permiten que el café se desarrolle normalmente y exprese plenamente su potencial productivo, ya que obstruyen el pase de nutrientes disponibles en el suelo lo que influye directamente en la producción (Castillo y Hernández, 2005).

Balaña, (2003); Castillo y Hernández (2005), mencionan que los principales géneros de nematodos fitoparásitos del café, son *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp y *Helicotylenchus* spp.

Molina (1996, citado en García, 2004), reveló en Guatemala la existencia de nematodos parásitos en café, encontrándose a dos géneros como responsable del daño, *Meloidogyne exigua*, como responsable de las agallas en raíces y a *Pratylenchus coffeae* como responsable de las lesiones en raíces.

Ramírez *et al.*, (2000), quien reportó que el género *Meloidogyne* fue el nematodo identificado con un porcentaje de infestación de 100 % en muestras de suelos y raíces, también hace mención de altas poblaciones de los géneros *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Xiphinema* y *Pratylenchus* entre otros géneros de nematodos fitoparásitos de interés.

Según Escobar (2008); Herrera (2002), citado por Urbina y Matus (2009), el café es afectado por problemas de fertilidad del suelo, edad de la plantación y plagas; sin embargo el desarrollo normal es restringido por nematodos fitoparásitos como: *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. que constituyen plagas de mucha importancia para el cultivo de café.

1.2.3.1. *Meloidogyne spp.* (Nematodo nodulador)

Según Cepeda, (1996)

➤ **Características generales**

- a) Presenta estilete y nódulos medianos visibles al microscopio.
- b) El bulbo medio es redondo.
- c) El istmo es muy corto.
- d) La hembra adulta es globosa, con el ano y la vulva separados.
- e) La cutícula de la hembra es finamente estriada, cuyo modelo en la región perineal es característico y permite diferenciar a las especies.
- f) El tamaño aproximado es: estado juvenil hembra 500 micras y en estado adulto globosa 700 micras de largo por 400 micras de ancho y el macho en estado adulto mide 1400 micras de largo y 30 micras de ancho.
- g) El macho es filiforme aunque en los estados iniciales de su desarrollo es ligeramente engrosado
- h) El macho presenta la espícula muy cerca de la parte terminal de la cola.

➤ **Parasitismo**

Los nematodos noduladores de raíces son endoparásitos sedentarios obligados de las plantas hospedantes. La infección solo ocurre cuando el juvenil de segundo estado, penetra en las raíces u otras partes subterráneas de una planta, el nematodo se considera en esta etapa como ecto o endoparásito migratorio. El género incita el desarrollo de células gigantes de las que se pueda alimentarse y desarrollarse, hasta convertirse en hembras adultas que producen huevos. En las raíces su desarrollo y reproducción son determinados por su capacidad para interactuar compatiblemente con el hospedante (Cepeda, 1996).

La gravedad de los daños causados por *Meloidogyne spp.* varían con la especie de nematodo, la planta hospedante, las labores culturales,

la época de siembra y el tipo de suelo. Del mismo modo, los umbrales económicos varían, dependiendo principalmente de estos mismos factores. Son mayormente prevalentes en regiones con temperaturas templadas y tropicales, las cuales favorecen también al cultivo hospedante (Vera, 2014).

En el vivero las plantas atacadas presentan una clorosis general y enanismo; en plantaciones establecidas los cafetos presentan un amarillamiento en las hojas y posteriormente sufren una defoliación (Urbina y Matus, 2008).

➤ **Ciclo biológico**

El ciclo de vida de todas las especies de *Meloidogyne* es esencialmente el mismo, sin embargo, algunos autores indican que el tipo de hospedante y condiciones ambientales como luminosidad, temperatura, altitud, pH, textura de suelo, etc., hacen que varíe el ciclo de vida de estos nematodos. El ciclo comienza a partir del huevo, ya sea libres en el suelo o embebidos en una matriz gelatinosa, que puede estar adherida a los tejidos de la raíz de la planta hospedante o a la hembra, la que produce de 500 a 1000 huevos (Cepeda, 1996).

➤ **Sintomatología**

Este género, además de causar la formación de células gigantes y nódulos, provoca en raíces y tubérculos altamente infestados, necrosis, acortamiento y disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales; al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes. Fisiológicamente los ataques aumentan la producción de proteínas en las agallas y provocan un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento entre las raíces y el tallo. Estos cambios contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Cepeda, 1996).

➤ **Hospedantes**

A nivel mundial, la gama de hospedantes comprende más de 2000 especies de plantas (Cepeda, 1996).

➤ **Distribución geográfica**

Es el género más ampliamente distribuido, se encuentra en zonas tropicales, subtropicales, climas mediterráneos, etc., ésta característica, se debe a varios factores: capacidad de soportar condiciones adversas, rápida reproducción, efecto de transportarse en material vegetativo, implementos o maquinaria agrícola infestados (Cepeda, 1996).

1.2.3.2. *Pratylenchus spp.* (Nematodo lesionador)

Según Cepeda, (1996)

➤ **Características generales**

- a. Nódulos basales claramente visibles al microscopio
- b. Cuerpo menor a 0.5 mm de largo, cilíndrico
- c. Adopta forma arqueada cuando está muerto
- d. Cutícula con finos anillos y pliegues laterales
- e. Usualmente con cuatro incisuras
- f. Cabeza cónica redondeada o truncada
- g. Istmo delgado
- h. Bulbo espatulado o redondeado
- i. Vulva normalmente con membranas cuticulares laterales.
- j. Ovario monodélfico-prodélfico no reflejado
- k. Cola redonda
- l. Vulva entre el 70 y 80 % de la parte anterior de la cabeza
- m. Sobreposición del esófago moderada ventralmente

➤ **Ciclo biológico**

Los nematodos lesionadores son parásitos que se encuentran distribuidos a nivel mundial, tanto los adultos como las larvas de varias edades se encuentran dentro y fuera de las raíces, penetran justo detrás de la zona de alargamiento, el ciclo de vida varía según la especie (de 45 a 65 días). Los nematodos de este género hibernan en las raíces infestadas o en el suelo en forma de huevecillos, larvas o adultos; las hembras productoras de huevecillos, son incapaces de sobrevivir al invierno; las hembras hayan sido o no fecundadas ponen sus huevecillos individualmente o en pequeño grupos dentro de las raíces infectadas. Los huevecillos permanecen en las raíces y se incuban ahí, y cuando los tejidos de las raíces se degradan son liberados en el suelo (Cepeda, 1996).

➤ **Sintomatología**

Las plantas atacadas por el nematodo lesionador muestran achaparramiento y clorosis, como si tuvieran deficiencias minerales o falta de agua. A medida que la infección progresa, el achaparramiento se hace más evidente, el follaje se marchita en días cálidos de verano y adquiere un color café amarillento. La producción de las plantas afectadas disminuye y si la infección es severa la planta muere (Cepeda, 1996).

Es un género que resulta problemático si se toma en cuenta que el parásito destruye la corteza de la raíz; se ha demostrado que *Pratylenchus* spp. puede causar grandes daños a las raíces de café, lo que resulta en la reducción de absorción de agua y de nutrientes. El daño ocasionado por la alimentación y migración intracelular se manifiesta como oscurecimiento de raíces y reducción o ausencia de raicillas finas, las raíces afectadas de café por *Pratylenchus* spp. tienden a tornarse de color pardo claro a negro, como consecuencia de la destrucción del tejido cortical de las raíces laterales (Urbina y Matus, 2008).

➤ **Hospedantes.**

Los hospedantes principales son: algodón, alfalfa, avena, café, etc., y también hay especies de este género que atacan a frutas, nueces y ornamentales (Cepeda, 1996).

1.2.3.3. *Helicotylenchus* spp. (Nematodo espiral)

Según Cepeda, (1996)

➤ **Características generales**

- a. Presenta estilete y nódulos de tamaño mediano visible al microscopio
- b. La abertura de la glándula dorsal esofágica está a una distancia mayor que la cuarta parte de la longitud del total del estilete con nódulos
- c. El bulbo basal y el intestino presentan traslape
- d. Forma de reposo en espiral o en C.
- e. La vulva se encuentra al 60 % de la parte anterior de la cabeza.
- f. El ovario es didélfico- afidélfico no reflejado
- g. La cola termina redondeada, pero siempre con un mucro en su parte apical. También se curva ventralmente, de longitud igual al ancho del cuerpo en el ano.

➤ **Parasitismo**

Son nematodos ectoparásitos (Cepeda, 1996).

➤ **Sintomatología**

Estos se alimentan sobre un amplio grupo de plantas, usualmente como ectoparásitos de los tejidos fuera de la raíz. Pero ocasionalmente *Helicotylenchus* entra y corta completamente los tejidos. El efecto del nematodo es generalmente un retardamiento del crecimiento aéreo y subterráneo, las raíces infectadas por el nematodo espiral demuestran desorganización y desintegración de los tejidos corticales. Estos se producen porque el nematodo forma

galerías a medidad que penetra la raíz y a las células atacadas se tornan necróticas y se rompen (Castillo y Hernández, 2005).

➤ **Hospedantes.**

Los principales son: aguacate, alfalfa, arroz, cacao, cafeto, fresa, lechuga, maíz, maguey, manzano, papa, plátano, sandia, sorgo, tomate, trébol y vid (Cepeda, 1996).

➤ **Distribución geográfica**

La distribución del género es cosmopolita (Cepeda, 1996).

1.2.3.4. *Tylenchus* spp.

➤ **Características generales**

Este género tiene un estilete y nódulos pequeños poco visibles al microscopio; la distancia de la parte anterior de la cabeza al centro del bulbo medio es menor que de éste a la parte terminal del bulbo basal, el bulbo medio es pequeño, la vulva se encuentra entre el 60 y 70 % de la parte anterior de la cabeza; la cola es filiforme (cola de ratón); el ovario es didelfico- anfidelfico, la longitu aproximada de hembras y machos esta entre 1.0 y 1.2 mm (Cepeda, 1996).

➤ **Parasitismo:** Son nematodos ectoparásitos de muchas plantas (Cepeda, 1996).

➤ **Ciclo biológico**

El ciclo de vida de éstos nematodos fitoparásitos es bastante semejante a los demás nematodos fitoparásitos (Cepeda, 1996).

➤ **Sintomatología**

Es un nematodo que se encuentra frecuentemente en suelos agrícolas y asociado a las raíces de muchos tipos de plantas. También es frecuente encontrarlo en muestras de suelo de zonas boscosas. Prácticamente la mayoría de libros de fitonematología describen al

nematodo, sin embargo, no es considerado de importancia económica. Estos nematodos se alimentan principalmente de algas, líquenes, hongos y musgos (Esquivel, 2010).

➤ **Hospedantes**

Alfalfa, algodón, aguacate, caña de azúcar, fresa, frijol, lechuga, manzano, nogal, papaya, piña, sorgo, tomate, plátano, papa, vid, etc. (Cepeda, 1996).

1.2.4. Toma de muestras

1.2.4.1. Tipos de muestreo

El tipo de muestra específica a tomar en un estudio nematológico viene determinada fundamentalmente por el modelo de distribución de la población, debiéndose considerar los factores que influyen en esta distribución. Los principales muestreos posibles para los nematodos son el muestreo al azar, el regular y el estratificado (Nombela y Andrés, 1991).

El muestreo al azar consiste, como su propio nombre lo indica, en la determinación de los puntos de muestreo de un modo aleatorio, sin tener en cuenta previamente ningún factor. Cuando el área a muestrear es muy grande se utiliza mapas sobre los cuales, por distintos métodos se elige al azar los puntos de muestreo (Nombela y Andrés, 1991).

En el muestreo regular, los puntos de muestreo se distribuyen uniformemente en el área a muestrear, siguiendo unas pautas regulares definidas por las distancias fijadas entre ellos. En general, los muestreos regulares dan resultados más fiables en los estudios nematológicos, que los muestreos al azar (Goodell, 1979, citado en Nombela, 1991). Por tanto, se aplica con mayor frecuencia, especialmente en estudios experimentales en parcelas de campo.

El muestreo estratificado, se realiza cuando el área de estudio es grande y presenta algunas variaciones bióticas (vegetación, cultivos), o abióticas

(edáficas y climáticas) que, como es razonable suponer, influirán en la biología y distribución de los nematodos; para ello se divide el área en función de uno o varios factores ambientales en una serie de estratos uniformes y en cada uno de ellos se recogen las muestras (al azar o regularmente), para obtener una estimación de la población o poblaciones en cada estrato y también una indicación de las diferencias entre ellos. El objetivo de la estratificación es reducir al mínimo la varianza entre muestras repetidas recogidas en un mismo estrato y aumentar el máximo la variación entre los estratos (Cochran 1997 citado en Nombela, 1991). Una ventaja adicional de este tipo de muestreo es la obtención de mapas de distribución de la comunidad de nematodos (Nombela y Andrés, 1991).

1.2.4.2. Equipo de muestreo

Las herramientas utilizadas pueden ser tan variadas como las posibilidades de valoración de los nematodos en cada caso. Es conveniente que la herramienta elegida sea la misma durante todo el muestreo para evitar grandes sesgos. Un equipo completo para la toma de muestras de suelo y raíces incluye, cámara fotográfica, palas pequeñas, tubo metálico para el suelo, papel boom, lápiz, borrador, bolsas de polietileno, nevera portátil. En general, lo más indicado para la toma de muestras a una profundidad determinada es un tubo metálico del tipo de los diseñados para estudios edáficos. En ocasiones podemos encontrarnos con ciertos problemas para insertar el tubo metálico, debido a la falta de humedad del suelo, especialmente en verano, o también se encuentren con rocas o raíces de árboles. En estos casos la toma de muestras puede realizarse mediante el empleo de una azadilla o una pala pequeña (Nombela y Andrés, 1991).

1.2.4.3. Determinación del tamaño o número de muestras.

Según Cochran (1997, citado en Nombela, 1991). Si la población es finita, es decir se conoce el total de la población y se desea saber cuánto parcelas hay que muestrear, lo cual sería:

$$N = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

N : es el total de la población.

Z_{α}^2 : es 1,96 si la seguridad deseada es del 95%.

p : es la proporción esperada (en este caso 5% o 0,05)

q : $1-p$ (en este caso $1-0,05=0,95$)

d : es la precisión (que puede ser 1%; 3%; 5% a más)

1.2.4.4. Toma de la muestra

El procedimiento más habitual consiste en que, una vez determinado el punto exacto a muestrear, se eliminan los primeros 3 cm. De suelo y se clava la azadilla y/o barreno hasta la profundidad establecida antes del muestreo, si nos interesa las raíces de la planta, también se extrae junto con la muestra de suelo (si se trata de herbáceas). Cuando se trata de arbustos o árboles, las muestras se recogen en la zona de goteo, procurando en extraer el suelo más próximo a las raíces e incluso algunas raicillas secundarias, con cuidado de no dañar las principales; lo más aconsejable es de 3 o 4 tomas equidistantes por árbol (Nombela y Andrés, 1991).

1.2.4.5. Manipulación, almacenamiento y transportes de las muestras

Los nematodos fitoparásitos son organismos acuáticos, con una cutícula muy delgada y una protección muy limitada. Los individuos de muchas especies tienen una vida muy corta incluso en condiciones ideales, y la exposición al sol o altas temperaturas generalmente la mata (Nombela y Andrés, 1991).

Todas estas circunstancias deben tenerse en cuenta al manejar las muestras para análisis nematológicos, debiendo manipularse

apropiadamente para mantener los nematodos en el mismo estado en que fueron recogidos (Nombela y Andrés, 1991).

Las muestras de suelo tomadas por cualquiera de los métodos descritos anteriormente se depositan en bolsas de plástico etiquetadas y perfectamente cerradas para evitar la pérdida de humedad. Las raíces u otro material vegetal, si lo hubiera, deben ir en otra bolsa, dentro de la de suelo, para evitar que los nematodos de la raíz pasen al suelo. De este modo se procede a su traslado al laboratorio (Nombela y Andrés, 1991).

Los efectos del transporte y almacenamiento de las muestras de suelo hasta el momento de su procesado no ha recibido demasiada atención, si bien algunos autores han constatado que tras el envío por correo de muestras de suelo, el número de nematodos se reduce notablemente, especialmente en lo que se refiere a determinadas especies más sensibles (por ejemplo, *Trichodorus*). El transporte debe hacerse lo más rápido posible, pero en el caso de un muestreo prolongado durante mucho tiempo puede ser de utilidad mantener las muestras que se vayan recogiendo a baja temperatura, por ejemplo con la ayuda de una nevera portátil. Si se han de enviar por correo inevitablemente, su embalaje de contenedores de "poliexpan" puede reducir las pérdidas de nematodos (Nombela y Andrés, 1991).

Una vez en el laboratorio, si las muestras no van a ser analizadas inmediatamente, debe tenerse en cuenta que la temperatura y la humedad son dos factores a considerar en relación con el almacenaje. Aunque los requerimientos de los nematodos serán diferentes de una especie a otras y de su procedencia de zonas más o menos cálidas, la experiencia indica que el almacenaje de las muestras en cámara frigorífica a 5°C mantienen las poblaciones de nematodos, incluso varios meses, sin muchas alteraciones con respecto al momento en que fueron recogidas. Además, las bolsas deben mantenerse perfectamente cerradas para evitar la pérdida de humedad durante el tiempo almacenado (Nombela y Andrés, 1991).

1.2.5. Aislamiento de los nematodos

En general, los nematodos fitoparásitos se aíslan a partir de las raíces de las plantas que infectan o del suelo en torno a las raíces de las que se alimentan. Sin embargo, unas cuantas clases de nematodos fitoparásitos atacan a los órganos aéreos de las plantas, como en el caso del nematodo foliar del crisantemo, el nematodo de agallas y gramíneas, el nematodo del tallo, hoja y bulbo y estos pueden aislarse principalmente de los órganos de las plantas que infectan (Agrios 2007).

1.2.5.1. Aislamiento de nematodos a partir de suelo

Utilizando una muestra fresca del suelo aproximadamente de 100 a 200 cc, los nematodos pueden aislarse mediante el método de Baermann o mediante tamizado (Agrios, 2007).

1.2.5.2. Aislamiento de nematodos a partir de plantas

Sin tomar en cuenta al órgano de la planta que contenga a los nematodos, se corta en piezas muy pequeñas ya sea con la mano o utilizando una mezcladora durante unos cuantos segundos y se vierte entonces en el embudo de Baermann según el método anteriormente descrito. Los nematodos salen de los tejidos y nadan en el agua del tubo, a partir del cual se colocan en una caja de Petri. (Agrios, 2007).

1.2.5.3. Métodos de Extracción

Existen varios métodos de extracción de nematodos usados en forma rutinaria en los laboratorios de nematología. La selección del método de extracción depende de varios factores como: objetivo del estudio, eficiencia deseada, equipo disponible y condición de la muestra entre otros. Se debe tener presente que ningún método de extracción disponible hoy día, es capaz de remover el 100 % de los nematodos presentes en la muestra, por lo que se debe elegir aquel con las menores deficiencias; con la finalidad de determinar las poblaciones de nematodos en un cultivo dado, es de suma importancia contar con un laboratorio de

referencia, donde se utilice una técnica estándar de extracción. Cuando se envían muestras cruzadas a distintos laboratorios, se debe tener presente, que los métodos de extracción pueden variar y como consecuencia el resultado final (Esquivel y Peraza, 2010).

Algunas técnicas de extracción utilizadas en algunos laboratorios son las siguientes: embudo de Baermann, técnica de cribado y centrifugación en solución azucarada, método de cribado y decantación de Cobb, elutriador de Oostenbrink, aparato de Fenwick para extracción de quistes, entre otros (Esquivel y Peraza, 2010).

- **Método del embudo de Baermann**

Consiste en un embudo de vidrio bastante largo (de 12 a 15 cm de diámetro), al cual se encuentra unido un tubo de goma, con una abrazadera colocada sobre el tubo. El embudo se coloca sobre un soporte y se le llena con agua. La muestra de suelo es colocada en el embudo sobre un papel poroso y resistente a la humedad, en ocasiones sostenido por una pieza circular de película de 5 a 6 cm o en un vaso de precipitados sobre el cual se ata un trozo de tela con una liga. El vaso de precipitados se invierte entonces en el embudo con el trozo de tela, de tal modo que todo el suelo que este bajo el agua y se deja así durante todo el transcurso de la noche o por varias horas. Los nematodos vivos se mueven activamente y migran a través de la tela o el papel poroso en el agua y se sumergen hasta el fondo del tubo de goma inmediatamente por arriba del nivel donde se encuentra la abrazadera. Más del 90% de los nematodos vivos se colecta en el primer volumen de 5 a 8 mm de agua acarreada desde el tubo de goma y esta muestra se coloca en una caja de Petri para examinarla y/o aislar individualmente (Agrios, 2007).

- **El método por tamizado**

Se basa en el hecho de que cuando una pequeña muestra de suelo, por ejemplo 300 cc, se mezcla con un volumen mucho mayor de agua, como por ejemplo 2 litros, los nematodos flotan en el agua y pueden ser

colectados en tamices con poros de ciertos tamaños. Así, la mezcla de agua-suelo se agita y se permite que repose durante 30 segundos. El sobrenadante se cuela en un tamiz de 20 mallas (20 orificios por pulgada cuadrada), el cual retiene a los residuos de gran tamaño pero permite que los nematodos se cuelen hasta el recipiente. El líquido que contiene a los nematodos se vierte después a través de un tamiz de 60 mallas, el cual retiene a los nematodos de gran tamaño y algunos residuos pero deja que los más pequeños pasen a través de él y se recolecten en otro recipiente. Este último se pasa a través de un tamiz de 200 mallas, el cual retiene a los nematodos pequeños y algunos residuos. Ambos tamices de 60 y 200 mallas se lavan de 2 a 3 veces para remover lo mejor posible la mayor parte de los residuos y los nematodos se colocan entonces en cajas de Petri con agua para su análisis directo y posterior aislamiento (Agrios, 2007).

- **Método de Baermann modificado en bandeja**

Este método utiliza principalmente una bandeja, malla y papel toalla o tisú. La muestra de suelo son colocados en el papel toalla o tisú y estos dentro del colador, luego el colador más la muestras se coloca dentro de la bandeja conteniendo agua, y se deja reposar por 48 horas, luego se retira lentamente el colador junto con la muestra, en seguida el agua más los sedimentos de la bandeja, se pasa por un tamiz de 500 mesh, en donde los nematodos quedan en el tamiz; seguidamente con la ayuda de una pizeta se pasa hacia un placa de Petri, quedando listo para ser visto en un estereoscopio o microscopio compuesto (Agrios, 2007).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación

El muestreo se realizó en las zonas cafetaleras del distrito de Cuispes, provincia Bongará, región Amazonas; ubicado entre los paralelos $5^{\circ} 53' 57.52''$ y $5^{\circ} 56' 16.42''$ de latitud sur, y $77^{\circ} 55' 21.08''$ y $77^{\circ} 58' 7.57''$ longitud oeste, entre las altitudes 1370 y 2040 m.s.n.m. (Figura 1).

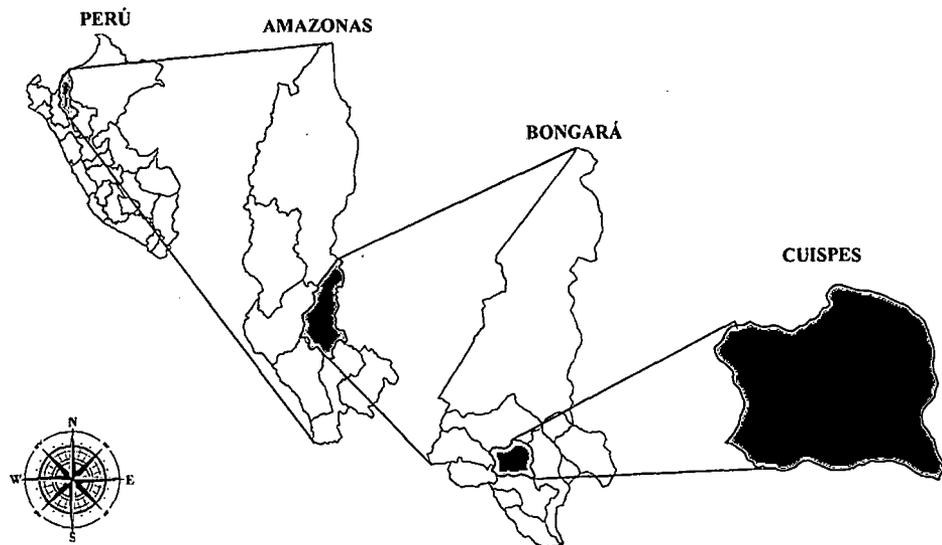


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, especificando el país de Perú, departamento de Amazonas, provincia de Bongará y distrito de Cuispes.

2.2. Fase de campo

2.2.1. Recolección de muestras

El número total de fincas cafetaleras muestreadas fue de 58 parcelas, cada una con un aproximado de 5000 a 10000 m², en las cuales se tomó una muestra de raíces de café y una de suelo por parcela. Las muestras de raíces y de suelo, estuvieron constituidas de la mezcla de 20 submuestras por hectárea, extraídas bajo la copa de la planta de café, las cuales, se distribuyeron dentro de la finca en forma de zig-zag. (Coyne, 2007).

La extracción de las muestras de suelo se realizó utilizando un barreno de suelo y/o palín a una profundidad entre 10 y 15 cm, con un diámetro entre 2 y 6 cm. La muestra de raíces se tomó en un solo punto junto con la muestra de suelo, preferentemente se colectaron raíces jóvenes (Figura 2). Las submuestras se homogenizaron conformando una muestra de aproximadamente de 1 kg de suelo y 100 g de raíces por cada campo, cada muestra se colectó en una bolsa de polietileno debidamente codificada y protegida de la radiación solar y en cada campo de muestreo se georreferenció las coordenadas, mediante una unidad portátil GPS.

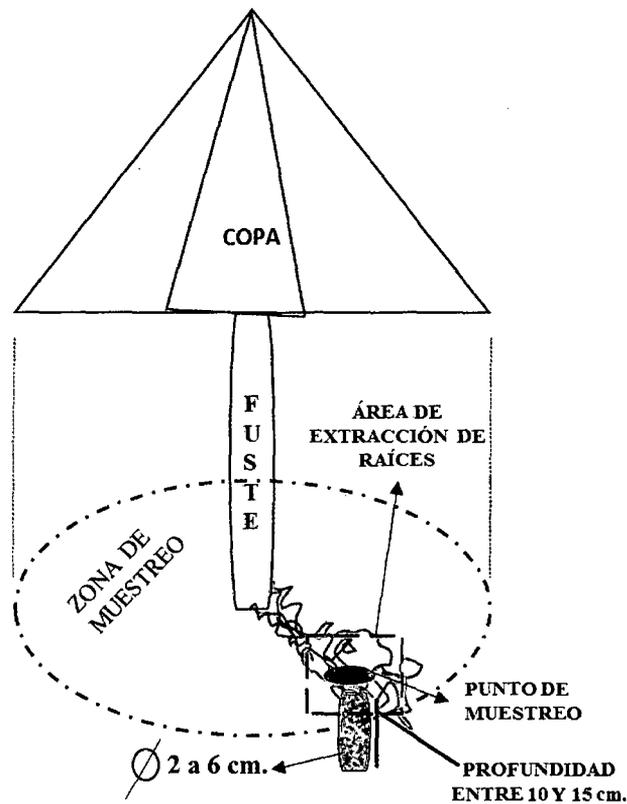
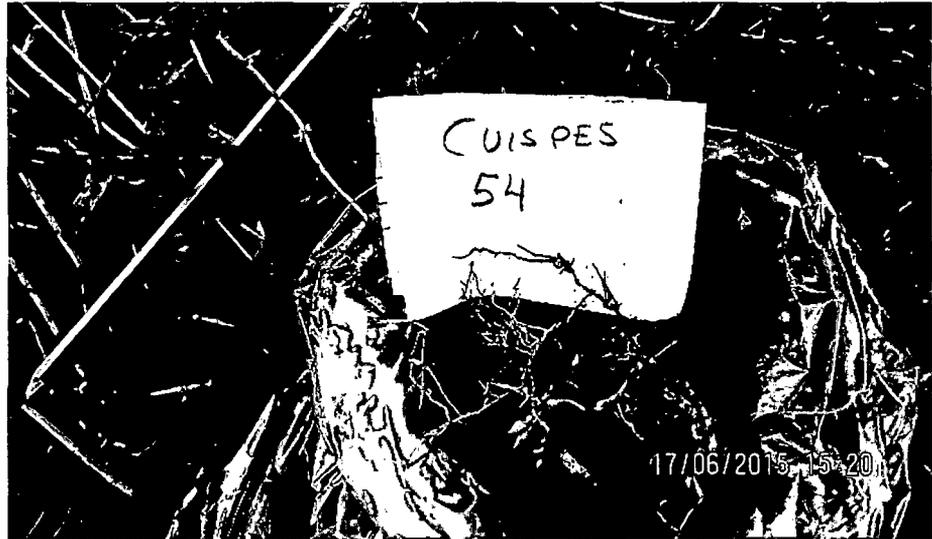


Figura 2. Diseño esquemático que muestra la zona de muestreo, el punto, profundidad y diámetro para la muestra de suelo y el área de extracción de raíces, realizado por planta de café.



Fotografía 1. Muestra de suelo y raíces, con su respectivo código de identificación.

2.3. Fase de Laboratorio

2.3.1. Extracción de los nematodos

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Entomología y Fitopatología (PROFITEN), del Instituto de Investigación Para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM) de Amazonas. Se realizó la extracción de nematodos de las muestras de suelo y de raíces, mediante el método de Baermann Modificado en Bandeja (Canto, 1985). Se midió 50 cc de suelo y 5 g de raíces; cada muestra fue procesada por duplicado y después de las 48 horas de reposo fueron extraídos los sedimentos, para luego ser pasados por un tamiz de 500 *mesh*, colocados en placas de Petri y examinados con un microscopio estereoscópico. Para la identificación de géneros se observaron características morfológicas comparándolas con las descripciones señaladas en la literatura y claves taxonómicas (Cepeda, 1996; Chica, *et al.*, 2013; Ferraté y Yaque, 2015).

2.3.2. Método de Baermann Modificado en Bandeja

2.3.2.1. Extracción de nematodos en el suelo

Los pasos para la extracción de nematodos de las muestras de suelo son los siguientes:

A. Homogenización:

Se realizó la mezcla del suelo y separación de las raíces, luego la muestra se dividió en cuatro cuadrantes, tomando una proporción de tierra de cada cuadrante hasta completar 50 cc., se tomaron muestras por duplicado. Luego, por separado, se colocó los 50 cc sobre papel toalla, contenido dentro de un colador y una bandeja; en seguida se agregó agua a la bandeja.

B. Sedimentación:

Consistió en hacer reposar muestras contenidas en las bandejas por un tiempo de 48 horas

C. Tamizado:

Completado las 48 horas, se retiró lentamente el colador con la malla junto con la muestra, quedando dentro de la bandeja el agua con los sedimentos, los cuales fueron pasados por un tamiz de 500 *mesh*. y con la ayuda de una piceta, se pasó el contenido que quedó en el tamiz a una placa Petri.

D. Identificación y conteo:

El contenido de la placa Petri se llevó a un microscopio estereoscópico, para poder determinar cada uno de los géneros y realizar el conteo respectivo.

2.3.2.2. Extracción de nematodos en las raíces

Para la extracción de nematodos en las raíces se realizó lo siguiente:

A. Picado y Homogenización:

Con la ayuda de una tijera se picó de manera transversal las raíces de café hasta 0.5 cm de longitud, luego se realizó su respectiva mezcla y homogenización. En seguida por separado, se pesó 5 g de raíces picadas de cada muestra por duplicado y se colocó dentro del papel toalla, dentro de un colador y una bandeja; en seguida se agregó agua a la bandeja.

B. Sedimentación:

Consistió en hacer reposar las muestras contenidas en las bandejas por un tiempo de 48 horas.

C. Tamizado:

Completadas las 48 horas, se retiró lentamente el colador con la malla junto con la muestra, luego el agua y los sedimentos que quedaron dentro de la bandeja, los cuales fueron pasados por un tamiz de 500 mesh. Luego con la ayuda de una pizeta, el contenido que quedó en el tamiz se recogió hacia una placa de Petri.

D. Identificación y conteo:

El contenido de la placa Petri se llevó a un microscopio estereoscópico, para poder determinar cada uno de los géneros y realizar el conteo respectivo.

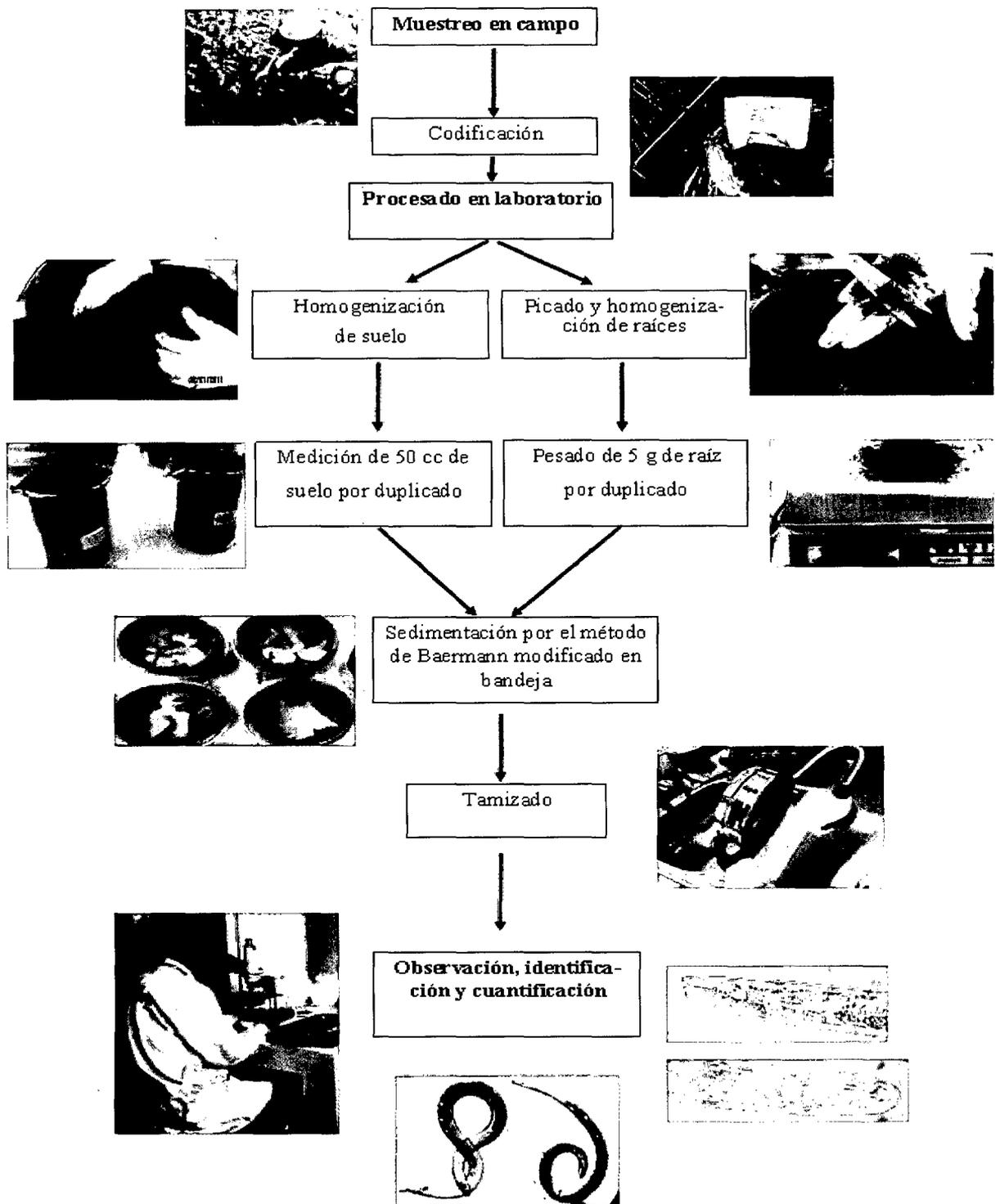


Figura 3. Procedimiento de recolección de muestras en campo, procesamiento en laboratorio (homogenización de suelo, corte y homogenización de raíces, toma de 50 cc de suelo y 5 g de raíces, sedimentación, tamizado e identificación de géneros de nematodos fitoparásitos).

2.4. El análisis de textura, materia orgánica y acidez del suelo (pH)

Las muestras de suelo fueron analizadas por el Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG), del INDES-CES de la UNTRM de Amazonas (Anexo B.3)

Los servicios brindados fueron:

- Textura de suelo de forma cualitativa (Franco arenoso, Franco arcillo, arenoso, Franco y Arenoso Franco) y los porcentajes de arena, arcilla y limo.
- Porcentaje de materia orgánica.
- Acidez del suelo (pH).

2.5. El análisis estadístico

- Se realizó el comparativo de las texturas de suelo de resultados cualitativos (Franco arenoso, Franco arcillo arenoso, Franco y Arenoso Franco) con los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al café; se utilizó el ANOVA y Tukey.
- Se realizó el comparativo de los principales géneros de nematodos fitoparásitos, con la altitud (msnm), porcentaje de arena, de arcilla, de materia orgánica y acidez del suelo (pH); mediante la correlación de Pearson a través del programa IBM SPSS STATISTICS 21.

2.6. Elaboración de mapas de zonificación de la distribución.

El servicio brindado se realizó en el área de Geomática del INDES-CES con el programa ArcGIS v. 10.2.

III. RESULTADOS

Con respecto al porcentaje poblacional se encontraron los siguientes géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, en muestras de suelo: *Meloidogyne* spp. 51.2 %, *Helicotylenchus* spp. 21.2 %, *Tylenchus* spp. 15.3 %, *Pratylenchus* spp. 6.5 %, *Trichodorus* spp. 2.8 %, *Xiphynema* spp. 1.2 %, *Hoplolaimus* spp. 0.6 %, *Criconemoides* spp. 0.5 %, *Paratylenchus* spp. 0.4 % y *Aphelenchus* spp. 0.3 % y en muestras de raíces fueron: *Meloidogyne* spp. 75.3 %, *Pratylenchus* spp. 12.1 %, *Helicotylenchus* spp. 9.2 %, *Tylenchus* spp. 1.9 %, *Trichodorus* spp. 0.6 %, *Criconemoides* spp. 0.5 %, *Paratylenchus* spp. 0.7 %, *Xiphynema* spp. 1.2 %, *Hoplolaimus* spp. 0.6 % y *Aphelenchus* spp. 0.3 %.

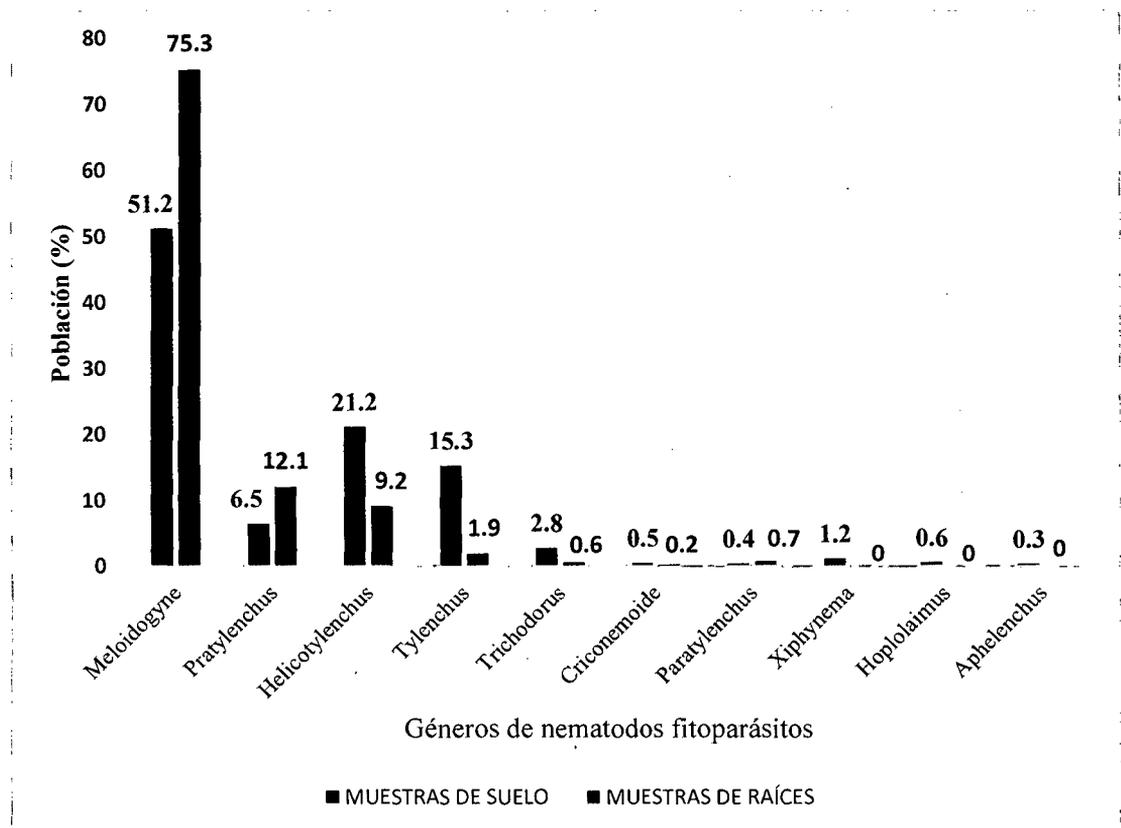


Figura 4. Porcentaje del total de la población encontrada, para cada género de nematodo fitoparásito asociados al cultivo de café en el distrito de Cuispes.

Las barras verdes muestran el porcentaje de la población de los géneros en muestras de suelo y las barras azules el porcentaje de la población de los géneros en muestras de raíces.

Se encontró que, en las muestras de suelo, en un 87.9 % de fincas existe la presencia de *Helicotylenchus* spp.; así como también, en un 65.5% el género *Pratylenchus* spp. en muestras de raíces, estos serían los valores máximos encontrados, y los valores mínimos corresponden a *Criconemoides* spp. y *Paratylenchus* spp. con un 6.9% en muestras de suelo y *Criconemoides* spp. con un 3.4 % en muestras de raíces. Puede observarse además que en 100 cc de suelo y 5 g de raíces *Meloidogyne* spp. alcanzó los promedios más altos.

Asimismo se observa la población mínima y máxima de cada uno de los géneros encontrados en las fincas de café, del distrito de Cuispes. Según los resultados del porcentaje de fincas con presencia de nematodos fitoparásitos (Tabla 2), se consideró a *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Tylenchus* spp. como los principales géneros asociados al cultivo de café, en el distrito de Cuispes.

Tabla 2. Resultados generales de las zonas muestreadas en el distrito de Cuispes, donde se describe a cada uno de los géneros de nematodos fitoparásitos con respecto a la presencia encontrada, al promedio de individuos y población máxima y mínima tanto en muestras de suelo y raíces.

Géneros encontrados	Porcentaje de fincas con presencia de nematodos fitoparásitos		Promedio de individuos encontrados en las muestras positivas evaluadas		Población Mínima y Máxima			
	Muestras de suelo	Muestras de raíces	100 cc de suelo	10 g de raíces	Suelo	Raíces		
<i>Meloidogyne</i>	72.4	63.8	19.41	13.6	0	95	0	107
<i>Pratylenchus</i>	58.6	65.5	2.47	2.19	0	13	0	12
<i>Helicotylenchus</i>	87.9	56.9	8.05	1.67	0	37	0	22
<i>Tylenchus</i>	75.9	24.1	5.81	0.34	0	51	0	5
<i>Trichodorus</i>	34.5	5.2	1.05	0.1	0	8	0	3
<i>Criconemoides</i>	6.9	3.4	0.19	0.03	0	4	0	1
<i>Paratylenchus</i>	6.9	6.9	0.14	0.12	0	2	0	3
<i>Xiphynema</i>	20.7	0	0.45	0	0	6	0	0
<i>Hoplolaimus</i>	8.6	0	0.24	0	0	5	0	0
<i>Aphelenchus</i>	8.6	0	0.1	0	0	2	0	0

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de frecuencia de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en las fincas café en el distrito de Cuispes, fueron: en muestras de suelo: *Helicotylenchus* spp. 87.9 %, *Tylenchus* spp. 75.9 %, *Meloidogyne* spp. 72.4 %, *Pratylenchus* spp. 58.6 %, *Trichodorus* spp. 34.5 %, *Xiphynema* spp. 20.7 %, *Hoplolaimus* spp. 8.6 %, *Aphelenchus* spp. 8.6 %, *Criconemoides* spp. 6.9 % y *Paratylenchus* spp. 6.9% y en muestras de raíces: *Pratylenchus* spp. 65.5 %, *Meloidogyne* spp. 63.8 %, *Helicotylenchus* spp. 56.9 %, *Tylenchus* spp. 24.1%, *Paratylenchus* spp. 6.9 %, *Trichodorus* spp. 5.2% y *Criconemoides* spp. 3.4 % (Figura 5).

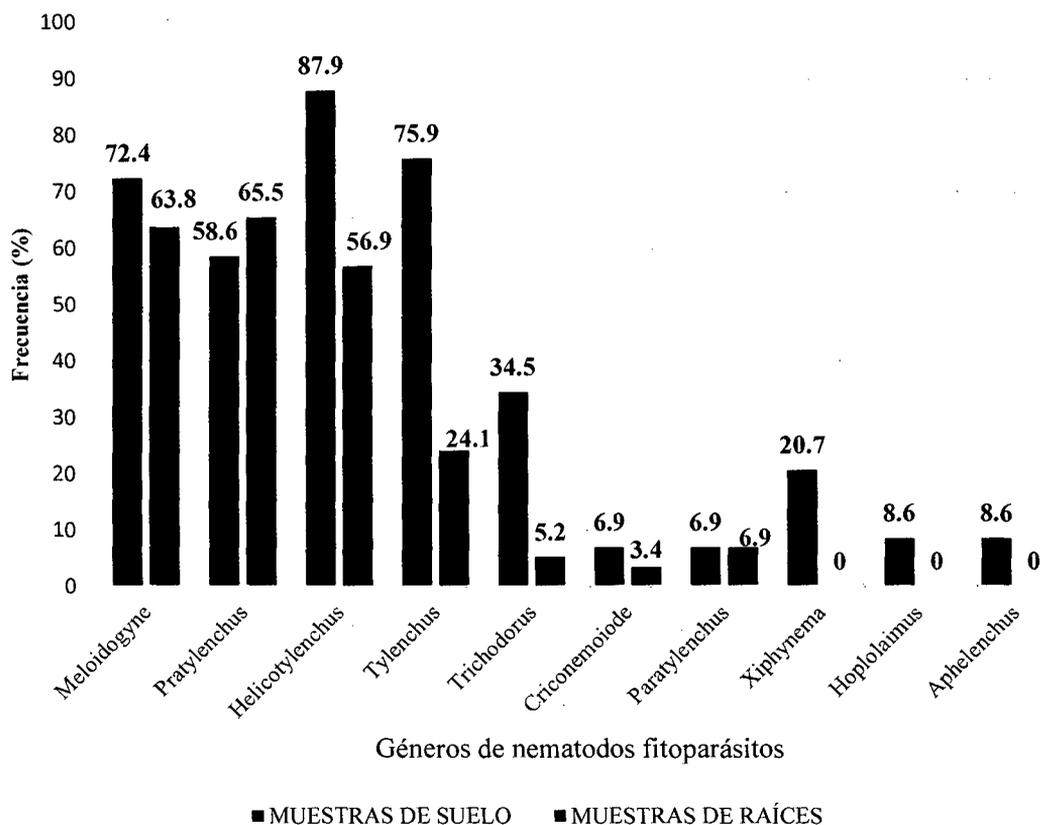


Figura 5. Porcentaje de fincas de café con presencia de géneros de nematodos fitoparásitos, en el distrito de Cuispes.

Las barras verdes muestran el porcentaje de frecuencia de los géneros presentes en muestras de suelo y las barras azules el porcentaje de frecuencia de los géneros presentes en muestras de raíces.

El comparativo de la textura del suelo (cualitativamente) con los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en el cultivo, mediante ANOVA, determinó que, con respecto a las densidades poblacionales y al tipo de textura de suelo, el género *Meloidogyne* spp. y *Tylenchus* spp. tienen una diferencia significativa de 0.004252 ** y 0.01619 * (Anexo C.1 y C.3) respectivamente; lo cual podría indicarnos que el tipo de textura de suelo influye en la densidad poblacional de estos géneros de nematodos. Según Tukey, el género *Meloidogyne* spp. muestra que existe diferencia estadística entre las poblaciones encontradas en los suelos de textura franco arenoso con los suelos de textura franco arcillo arenoso, con una significancia de (0.0094159); lo mismo estaría sucediendo en las poblaciones encontradas del género *Tylenchus* spp. con una significancia de (0.0146076).

Se muestra la correlación (Pearson), comparando entre los principales géneros de nematodos fitoparásitos y parámetros edáficos y de altitud; para las muestras de suelo (Tabla 3) y muestras de raíces (Tabla 4).

Tabla 3. Correlación de Pearson, de los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, con algunos parámetros edáficos y de altitud.

		Correlación de Pearson en muestras de suelo			
		<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Hlicotylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>
Altitud (m.s.n.m)	Correlación de Pearson	-0,429**	-0.208	0.057	0.211
% de arena	Correlación de Pearson	0,259*	-0.025	-0.069	-0,290*
% de arcilla	Correlación de Pearson	-0,343**	0.104	-0.025	0,425**
% de limo	Correlación de Pearson	-0.092	-0.051	0.123	0.068
% de M.O	Correlación de Pearson	0.140	0.186	0.012	-0.012
pH del suelo	Correlación de Pearson	0.230	0,309*	-0.125	-0.006

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).
 * . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Correlación de Pearson, de los cuatro principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café con algunos parámetros edáficos y de altitud.

		Correlación de Pearson en muestras de suelo			
		<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Hlicotylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>
Altitud (m.s.n.m)	Correlación de Pearson	-0,384**	-0.186	0.151	0,318*
% de arena	Correlación de Pearson	0.045	-0,261*	-0.016	-0,301*
% de arcilla	Correlación de Pearson	-0.145	-0.140	0.020	-0,272*
% de limo	Correlación de Pearson	-0.182	-0.209	0.077	-0.174
% de M.O	Correlación de Pearson	-0.012	0,269*	0.041	0.251
pH del suelo	Correlación de Pearson	-0.048	-0.022	-0.244	-0.100

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).
 * . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Los mapas de zonificación de la distribución de los principales géneros de nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de café en el distrito de Cuispes, se muestran en las figuras (6 y 7).

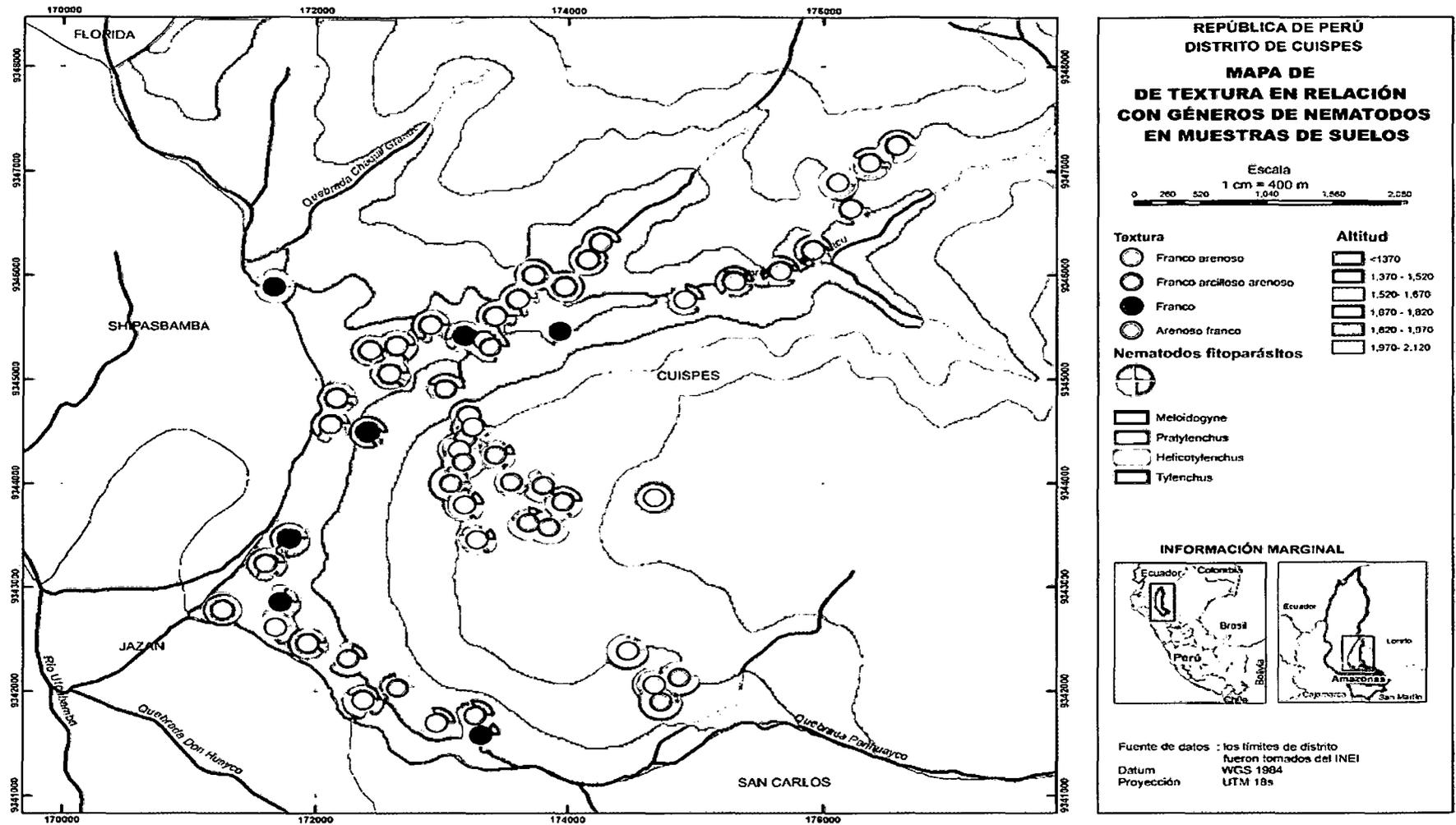


Figura 6. Mapa de zonificación de la distribución de los principales géneros, textura de suelo y altitud (msnm) en muestras de suelos.

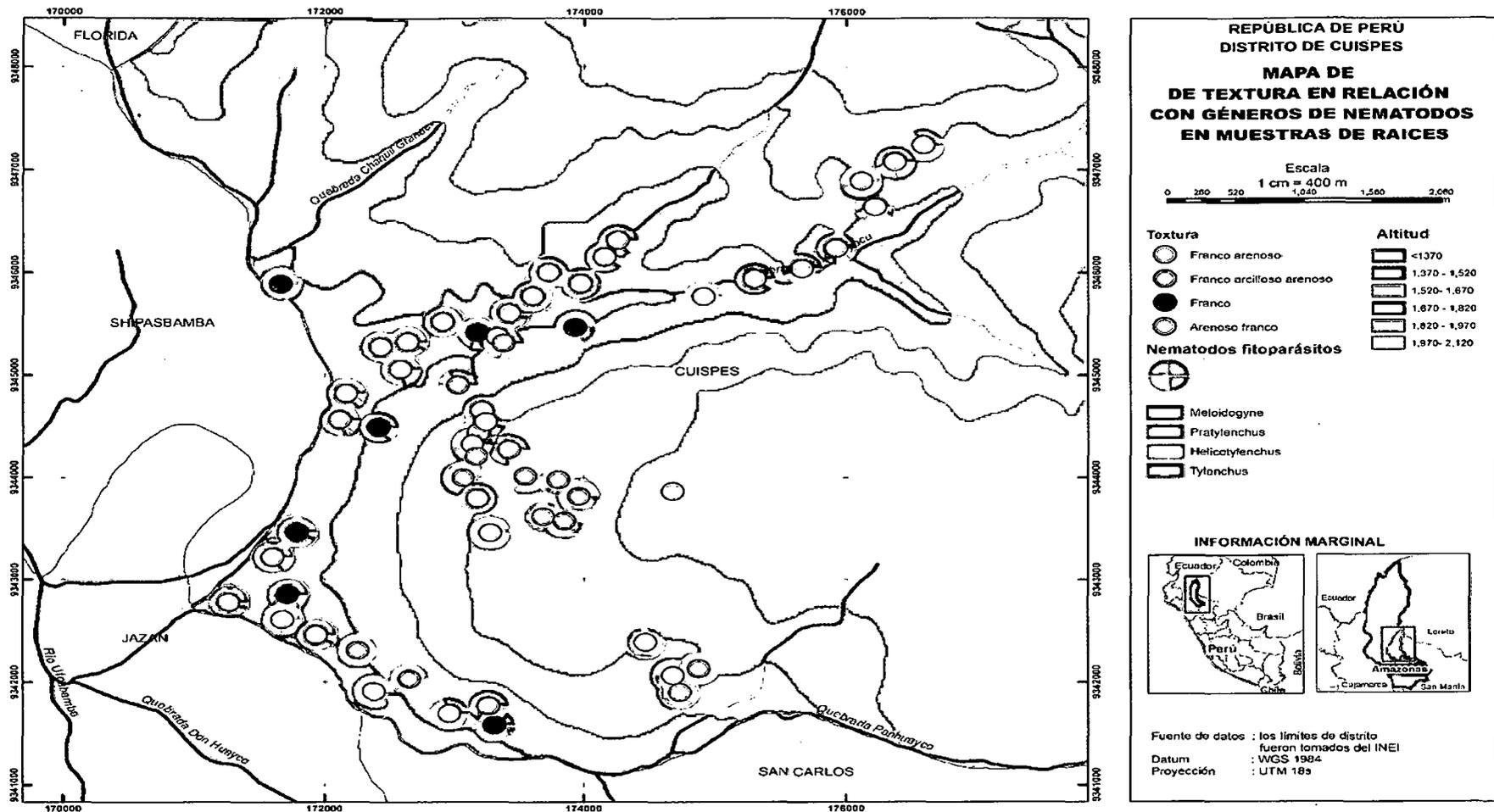


Figura 7. Mapa de zonificación de la distribución de los principales géneros, textura de suelo y altitud (msnm) en muestras de raíces.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se encontró diez géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, los cuales fueron: *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Trichodorus* spp., *Criconemoides* spp., *Paratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Hoplolaimus* spp. y *Aphelenchus* spp.; seis de estos géneros encontrados coinciden con lo hallado por Ramírez *et al.*, (2000), quien en un estudio realizado en la cuenca del Alto Huallaga en San Martín, Perú; reportó a *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Tylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Criconemoides* spp. como nematodos asociados al cultivo de café; con la diferencia que encontró también a *Tylenchurynchus* spp., *Rotylenchus* spp., *Dolichodorus* spp. y *Aphelencooides* spp.. George (2006), menciona en un estudio realizado en Turrialba, Costa Rica, que los fitonemátodos encontrados tanto en café orgánico y convencional pertenecían a los géneros *Helicotylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Trichodorus* spp.; lo cual concuerda también con lo hallado en el presente trabajo.

De igual manera, en Guatemala, García (2004), encontró a cinco géneros de nematodos fitoparásitos presentes en el cultivo de café, los cuales fueron: *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp. y *Criconemella* spp., los tres primeros géneros coinciden con lo encontrado en la presente investigación.

Escobar (2008), en Nicaragua, reportó a *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Criconemoides* spp. y *Rotylenchulus* spp. como géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café, asimismo en este trabajo de investigación se encontraron a los cuatro primeros géneros mencionados.

En el presente estudio realizado *Meloidogyne* spp. tuvo las más altas densidades poblacionales en muestras de suelo y raíces; lo cual también concuerda con Ramírez *et al.*, (2000). Esto puede ser debido posiblemente a que este nematodo se encuentra ampliamente distribuido a nivel mundial y posee una gran adaptabilidad a diversos

cultivos susceptibles; siendo considerado el más importante en el cultivo de café (Vera 2014).

De igual manera estudios realizados por García (2012) en Costa Rica, concluyen que el fitonematodo de mayor densidad poblacional tanto en raíces de café como en banano, en muestras de suelo, fue el género *Meloidogyne* spp.; lo cual concuerda con este trabajo de investigación.

El género *Helicotylenchus* spp. tuvo la mayor frecuencia en muestras de suelo en las fincas evaluadas, Castillo y Hernández (2005), mencionan que el género *Helicotylenchus* spp. es un nematodo cosmopolita que se alimenta de un amplio grupo de plantas, lo cual explicaría su alta frecuencia en las parcelas evaluadas.

El género *Pratylenchus* spp. tuvo la mayor frecuencia en muestras de raíces, lo cual se explicaría debido a que este patógeno es un nematodo endoparásito migratorio afectando el sistema radicular de los cultivos; esta concuerda con estudios realizados en Guatemala por García (2004), quien mencionó que el género de nematodo fitoparásito que presentó una mayor distribución en el área fue el género *Pratylenchus* spp.

Al realizar la prueba de ANOVA, resultó que solo el género *Meloidogyne* spp. y *Tylenchus* spp. tienen una diferencia significativa con la textura del suelo; con la prueba de Tukey se determinó que los suelos franco arenoso y franco arcillo arenoso; influyeron en las poblaciones de estos dos géneros. Guzmán, Hernández, Franco y Cadena, (2008) reportaron que el género *Meloidogyne* spp. tuvo mayor severidad en suelos con textura migajón arcillo arenoso y migajón arenoso; Martínez, Díaz, Partida, Allende, Valdez y Carrillo, (2015) concluyeron que existió correlación entre los géneros de fitonemátodos y los tipos de textura del suelo, encontrándose a la textura arenosa franca como la más apta para el ciclo de vida de los nematodos fitoparásitos.

El suelo de textura arenosa podría tener mayor población de nematodos del género *Meloidogyne* spp., posiblemente a que en este tipo de suelo, los nematodos

encuentran un hábitat favorable (Balaña, 2003). Estudios realizados sobre fluctuación estacional y distribución espacial de *Meloidogyne spp.* mostraron que las máximas densidades fueron detectadas en fincas con suelos de franco arenoso en comparación con aquellas que presentaban textura franco limosa Esquivel (1996).

Es así que, Taylor y Sasser (1983), mencionan que *Meloidogyne spp.* es más severo en suelos arenosos que en los arcillosos, así mismo, estudios realizados por Gallardo, Díaz, Partida, Allende, Benigno y Carrillo (2015); sobre nematodos fitoparásitos y su relación con factores edáficos, concluyen que los nematodos se adaptan mejor a suelos con textura porosa, como es el caso de las texturas arenosa, arenoso franca y franco arenosa; lo contrario ocurre en suelos con textura limosa, donde su ciclo de vida se ve limitado, como en el suelo con textura franco arcillo arenoso.

Según los resultados con el análisis de Pearson, existió correlación positiva y negativa no perfecta entre los géneros *Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus spp.*, *Helicotylenchus spp.* y *Tylenchus spp.*, con la altitud, porcentaje de arena, de arcilla, de materia orgánica y (pH) del suelo; lo que posiblemente es debido a que estos nematodos fitoparásitos han sido severamente diseminados por los agricultores de la zona, por falta de información y/o desconocimiento en el manejo de viveros.

Según (Tabla 3) en muestras de suelo, *Meloidogyne spp.* obtuvo una correlación negativa no perfecta (-0.429) con la altitud (msnm), lo cual podría indicarnos que a mayor altitud menor población; también obtuvo una correlación positiva no perfecta (0.259) con el porcentaje de arena, lo cual se podría decir que este género es favorecido en suelos con mayor porcentaje de arena; también obtuvo una correlación negativa no perfecta (-0,343) con el porcentaje de arcilla, lo cual podría indicarnos que este género puede ser afectado con los suelos de mayor porcentaje de arcilla. *Pratylenchus spp.* obtuvo una correlación positiva no perfecta (0.309) con el pH; podría decirse que suelos con tendencia a alcalinos puede ser favorecido para este género. *Tylenchus spp.* obtuvo una correlación negativa no perfecta (-0.290) con el porcentaje de arena, se podría decir que este género tendría menor población o estaría afectado en suelos con altos porcentajes de arena. Así mismos obtuvo una

correlación positiva no perfecta (0.425) con el porcentaje de arcilla, lo que podría decirse que es favorecido en suelos con mayor porcentaje de arcilla.

Según (Tabla 4) en muestras de raíces, *Meloidogyne* spp. obtuvo una correlación negativa no perfecta (-0.384) con altitud (msnm), lo cual podría indicarnos que a mayor altitud menor población. *Pratylenchus* spp. obtuvo una correlación negativa no perfecta (-0.261) con porcentaje de arena, lo que podría decirse que a mayor porcentaje de arena menos población de este género, también obtuvo una correlación positiva no perfecta (0.269) con el porcentaje de materia orgánica; lo cual podría decirse que este género es favorecido en suelos con mayor porcentaje de materia orgánica. *Tylenchus* spp. obtuvo una correlación positiva no perfecta (0.318) con la altitud, lo que podría decirse que este género es favorecido en zonas altas. También obtuvo una correlación negativa no perfecta (-0.301) con el porcentaje de arena y (-0,272) con el porcentaje de arcilla; lo cual se podría decir que, en las muestras de raíces las poblaciones de este género resultó que puede ser afectado.

Éstos resultados nos podrían sugerir también que los principales géneros de nematodos encontrados se adaptan ampliamente a cualquiera de éstas condiciones reportadas en la presente investigación. Además de ello, de acuerdo con Palm y Walter (1991), mencionado por Gallardo *et l.*, (2015), la amplia variación de los medios bióticos, físicos y químicos, dentro de las categorías de texturas, hace difícil generalizar la repercusión sobre la vida y el movimiento de nematodos en el suelo.

Sin embargo estudios realizados por Bautista (2015), mencionan que la materia orgánica disminuye la población de fitonematodos debido a que se incrementa las poblaciones de nematodos saprófitos. Guzmán *et al.*, (2008), reportan que en suelos con buen contenido de materia orgánica, el ciclo de vida de los nematodos fitoparásitos es afectado debido al desarrollo de organismos antagónicos, como bacterias y hongos nematófagos y quitiniformes, así como a la competencia por espacio y alimento de los nematodos de vida libre. El contenido de materia orgánica de los suelos en la presente investigación osciló entre 0.3% y 6.4%.

Con respecto al pH del suelo, Balaña (2003) menciona que, la variación del pH entre 5.0 hasta 7.0, tiene poco efecto sobre los nematodos, a su vez Guzmán *et al.*, (2008) indican que la variación del pH, de 5 hasta 7.6, no tiene efecto sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y las medidas de pH, en el presente estudio las medidas de pH fueron entre 4.4 y 8.01.

En la zonificación de la distribución de los cuatro géneros de nematodos fitoparásitos más representativos asociados al cultivo de café; en altitudes entre 150 metros (Figura 6 y 7), la población del género *Meloidogyne* con respecto a la altitud y suelos de textura arenosa, es representada gráficamente en los mapas; se observa una tendencia que a menor altitud y en suelos arenosos existiría una mayor población del género *Meloidogyne*.

V. CONCLUSIONES

- Los resultados determinaron la presencia de diez géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, en el distrito de Cuispes. En las muestras de suelo se encontraron: *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Trichodorus* spp., *Xiphynema* spp., *Hoplolaimus* spp., *Criconemoides* spp., *Paratylenchus* spp. y *Aphelenchus* spp.; así como en muestras de raíces fueron encontrados los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Trichodorus* spp., *Paratylenchus* spp. y *Criconemoides* spp.
- Se evidenció que *Meloidogyne* spp., es el género con mayor porcentaje poblacional tanto en las muestras de suelo (75.3 %), así como también en muestras de raíces (51.2 %).
- Se determinó que los géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café con mayor frecuencia fueron: *Helicotylenchus* spp. en muestras de suelo (87.9 %) y *Pratylenchus* spp. en muestras de raíces (65.5 %).
- Se determinó que los géneros de nematodos con mayor población y frecuencia son cuatro: *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y *Tylenchus* spp., por lo tanto son los principales nematodos encontrados en el cultivo de café, en el distrito de Cuispes.
- Para los géneros *Meloidogyne* spp. y *Tylenchus* spp. indicó que el tipo de textura de suelo (Franco arenoso y Franco arcillo arenoso) influye en la densidad poblacional de estos géneros de nematodos.
- El porcentaje de materia orgánica y la acidez del suelo no influyó en la presencia de los cuatro géneros de nematodos fitoparásitos.

VI. RECOMENDACIONES

- Para investigaciones futuras sobre nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café, se debe realizar el muestreo de nematodos de manera homogénea y meticulosa pudiendo ser en una sola época o mes, con la finalidad de evitar errores en la frecuencia y niveles poblacionales de géneros.
- Realizar estudios sobre la influencia del tipo de materia orgánica (estructural y metabólica) ante la población de nematodos fitoparásitos en el cultivo de café.
- Realizar estudios sobre fluctuaciones poblacionales de géneros de nematodos fitoparásitos, con la finalidad de proponer estrategias de control adecuado.
- Realizar estudios, de la distribución horizontal y vertical de los nematodos fitoparásitos en el cultivo de café, teniendo en cuenta edad del café, etapa fisiológica, sombra del café, entre otros factores que el investigador crea conveniente; para que de esta manera tener un mayor conocimiento de la ecología y condiciones favorables de los nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, v. (2015). Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum* sobre nemátodos parásitos de melón; Huité, Zacapa. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Hortícolas. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar. 94 p.
- Agrios, G. (2007). *Fitopatología: Plant pathology*/George N. Agrios. 2ª Ed. Limusa. Mexico. 856 p.
- Alvarado, M. (2007). *El Cultivo y Beneficiado del Café*. 1ra ed. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. 203 p.
- Araya, M. (1994). Distribucion y niveles poblacionales de *Meloidogynes* pp. Y *Pratylenchuss* pp. en ocho cantones productores de café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 18(2): 183-187.
- Asociación nacional del café. (2013). Variedades de café resistentes a la roya. *elcafetal*. Guatemala, Ed. N° 35. 24 p.
- Balaña, P. (2003). *Determinación del efecto económico de los nematodos fitoparasíticos en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en la finca Unión Tacana, Nuevo Progreso, San Marcos. Guatemala*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala. 60 p.
- Blanco, M., Hagggar J., Moraga, P., Madriz, J. y Pavón, G. (2003). Morfología Del Café (*Coffea arabica* L.), En Lotes Comerciales. Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 97-103.
- Canto, M. (2003). *Manual de Nematología*. UNALM 75 p.

- Castillo, C. y Hernández, M. (2005). *Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café (Coffea arabica) en fincas de Masaya, Granada y Carazo. Managua, Nicaragua*. Trabajo de Diplomado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. 71 p.
- Central Café y Cacao del Perú. (2011). *Compendio de artículos de investigación en post cosecha del café*. 253 p.
- Cepeda, M. (1996). *Nematología Agrícola*. 1º Ed. Trillas. México. 305 p.
- Chamlaty, Y., Viveros, S., Fabre, P., y Valero, E. (2014). Identificación de Fitonematodos Meloidogyne sp. en cafetos de la finca “La mata” en Coatepec, ver. *Biológico Agropecuaria Tuxpan*. 2(3), 364-369.
- Chica, P., Guzmán, O., y Cruz, G. (2013). Nematofauna Asociada a Ecosistemas de Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y Bosque secundario en Santágueda, Palestina, Caldas. *bol.cient.mus.hist.nat.* 17 (1), 226 – 250.
- Christie, J. (1991). *Nematodos de los Vegetales: Su Ecología y Control*. 7º Ed. LIMUSA. México. 275 p.
- Coyne, D., Nicol, J. y Cole, B. (2007). *Nematología Práctica: Una guía de campo y laboratorio*. Secretaría SP-IPM. Instituto internacional de Agricultura Tropical (IITA). Cotonou, Benín.
- Cruz, L. (2013). “*Identificación Del Nematodo Agallador De La Raíz Del Cafeto En La Región Centro De Veracruz*”. México. 49 p.
- Dropkin, V. (1980). *Introduction to plant nematology. Department of plant pathology*. University of Missouri, Columbia. A Wiley Inter Science Publication. USA. 293 p.

- Echeverri, D., Buitrago, Montes, F., Mejía, I. y Gonzales, P. (2005). Café para Cardiólogos. *Cardiología*. Colombia.11 (8) 357-365.
- Escobar M., (2008). *Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007)*. UNA- Nicaragua, 68.p.
- Esquivel, A. y Peraza, W. (2010). “*Nematodos Fitoparásitos Asociados a Cultivos Agrícolas de Costa Rica*”. Informe de proyecto N° 23756. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional Costa Rica. 104 p.
- Esquivel, A. (1996). *Influencia del suelo sobre las poblaciones de nematodos*. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_X/a50-2388-III_057.pdf. Acceso el 14/08/2015.
- Ferraté, J., Yaque, J. (2015). *Resultados Globales del Monitoreo de Nematodos Realizado en los Principales Valles Productores de Tomate y Chile de Guatemala*. Informe Final presentado en el marco del proyeco “Reactivación y Fortalecimiento de la Productividad del sector Chiles y Tomates en Conjunto con la Cadena Productiva” Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA). Guatemala. 71 p.
- Gallardo, J.; Díaz, T.; Partida, L.; Allende, R.; Benigno, J. y Carrillo, J. (2015). Nematodos Fitoparásitos y su relación con factores edáficos de papaya en Colima. México*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.6 Núm.1. 7 p.
- García, M. (2004). *Estudio de la Distribución Horizontal de los Nemátodos Fitoparásitos en Áreas Cultivadas con Café de la Cabecera Municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. 77 p.
- García, J. (2012), *Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua*. Tesis

para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. CATIE. Escuela de Posgrado. 94 p.

- George, A. (2006). *Estudio comparativo de indicadores de calidad de suelo en fincas de café orgánico y convencional en Turrialba, Costa Rica*. Tesis para el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 118 p.
- Guzmán, P.; Hernández, F.; Franco, N. y Cadena, H. (2008). Nematodos agalladores en la Vega de Mezitlán, Hidalgo, México: identificación, distribución espacial y relación con factores edáficos. *Nematropica*. 38:47-61.
- Herrera, I., Monzón, A. y Mendoza R. (2002). *Hoja técnica de nematodos, folleto sin publicar*. UNA, Managua, Nicaragua.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012). *IV Censo Agropecuario Nacional. Lima. Perú*. Aplicación de R+SPxPlan (CELADE-CEPAL).
- Martínez, J., Díaz, T., Partida, L., Allende, R., Benigno J. y Carrilo, J. (2014). Nematodos fitoparásitos y su relación con factores edáficos de papaya en Colima, México. *Ciencias Agrícolas*. 6(1). 251-257.
- Nombela, G. y Andres, Y. (1991). *Técnicas de extracción y montaje de nematodos*. En: *Manual de Laboratorio: Diagnostico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos*. Ed.: Ministerio Agricultura Pesca y Alimentación: 453-472., Madrid.
- Oliva, C. (2009). *Caracterización Morfológica, Patogénica y Bioquímica de Aislamientos de Colletotrichum spp. Asociados al Cultivo de café (Coffea arabica) en Guatemala*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 56 p.
- Programa Selva Central – desco. (2012). *Producción de cafés especiales*. Manual técnico. 1ra. Ed. Lima-Perú. 50 p.

- Ramírez, F.; Cabezas H.; Melgarejo G.; Arévalo G. (2000). *Nematodos Asociados Al Cafeto (Coffea arabica L.) En Las Principales Zonas Productoras De La Cuenca Del Alto Huallaga*. Trabajo Presentado en el XVI Congreso Peruano de Fitopatología, Piura, 1 – 6 octubre, 2000. (UNAS-ICT/CICAD-OEA) 1 p.

- Urbina, J. y Matus G. (2009). *Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2007-2008)*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 74 p.

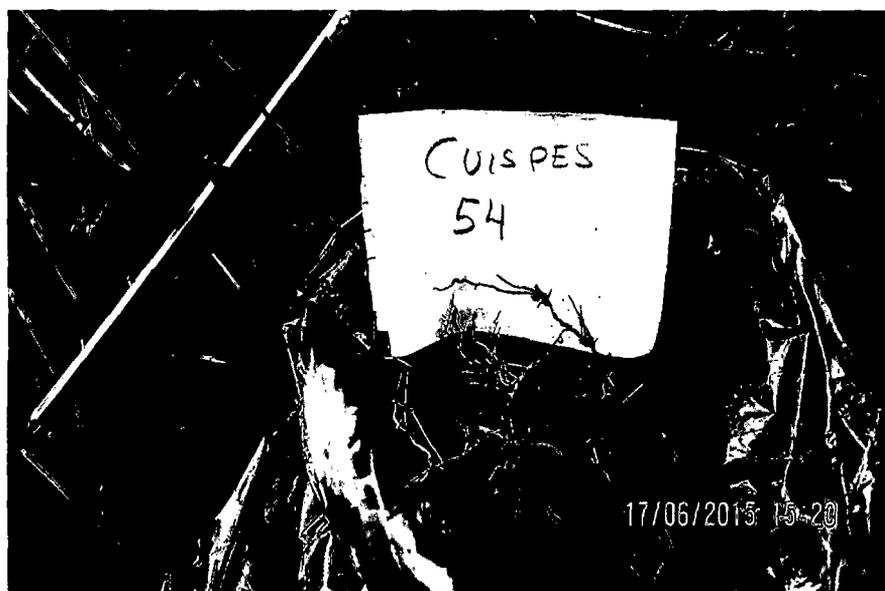
- Vera, N. (2014). *Técnica Molecular de PCR Para Identificar las Principales Especies de Meloidogyne spp. en Poblaciones Provenientes de Perú*. Tesis Para Optar El Grado De Magister Scientiae En Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Postgrado. Lima. Perú. 109 p.

ANEXOS

ANEXO A: GALERÍA FOTOGRÁFICA



Fotografía 2. Muestreo de suelo y raíces, bajo la copa del árbol de café.



Fotografía 3. Muestra de suelo y raíces, colocados en una bolsa de polietileno y su respectivo código de identificación.



Fotografía 4. Muestras en el laboratorio para su respectivo procesamiento.



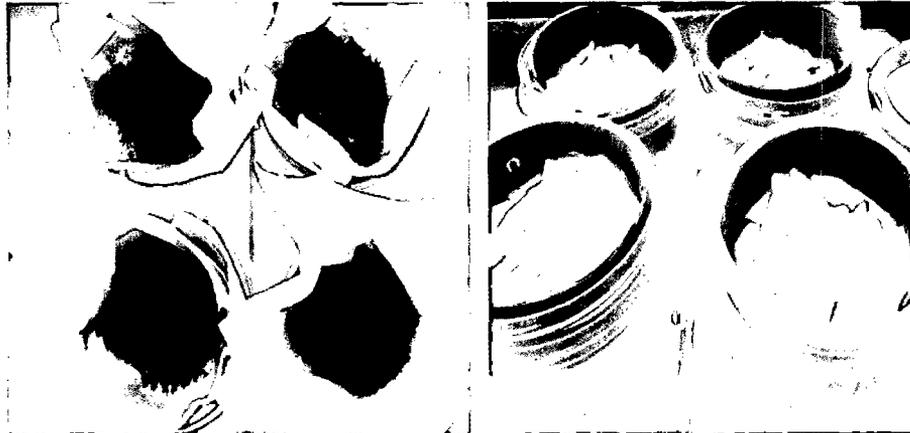
Fotografía 5. Separación de raíces de café y de suelo de cada muestra.



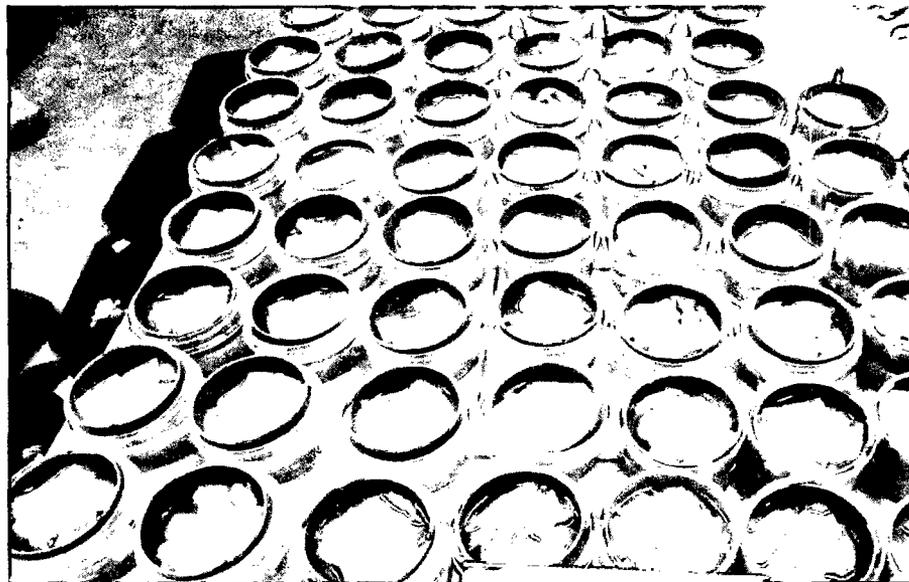
Fotografía 6. Homogenización del suelo, división en cuadrantes y medición de los 50 cc extrayendo porciones de cada cuadrante.



Fotografía 7. Picado, homogenización y pesado de 5 gramos de muestra de raíces.



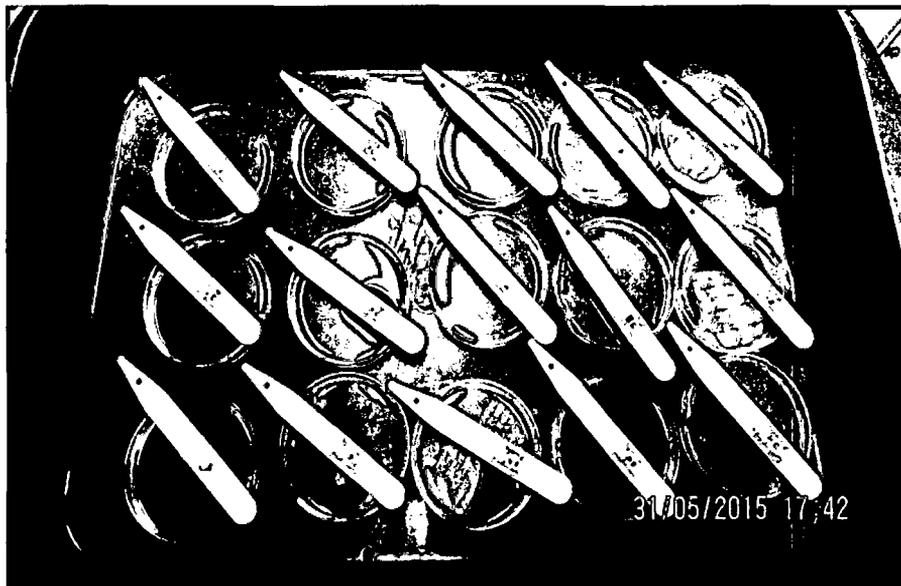
Fotografía 8. Muestras de suelo y raíz dentro de papel toalla y esto dentro de un colador; puestos en una bandeja con agua; según el Método de Baermann Modificado en Bandeja (MBMB)



Fotografía 9. Muestras de suelo y raíces en reposo por 48 horas; según (MBMB)



Fotografía 10. Tamizado de las muestras después de las 48 horas de reposo.



Fotografía 11. Placas Petri y muestras obtenidas del tamizado (sedimentos)



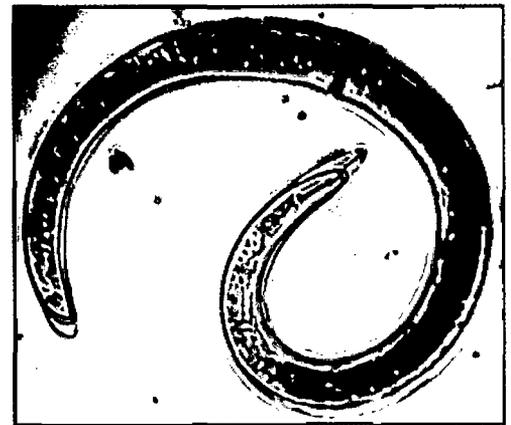
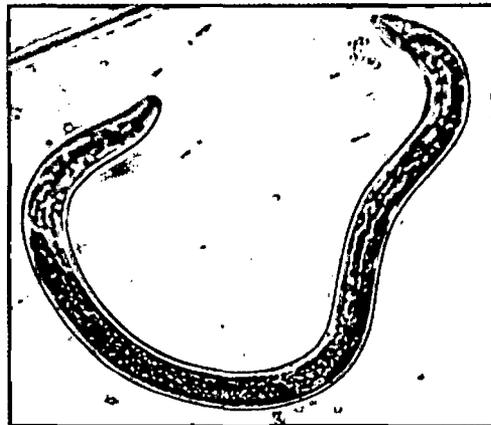
Fotografía 12. Observación, identificación y conteo de nematodos.



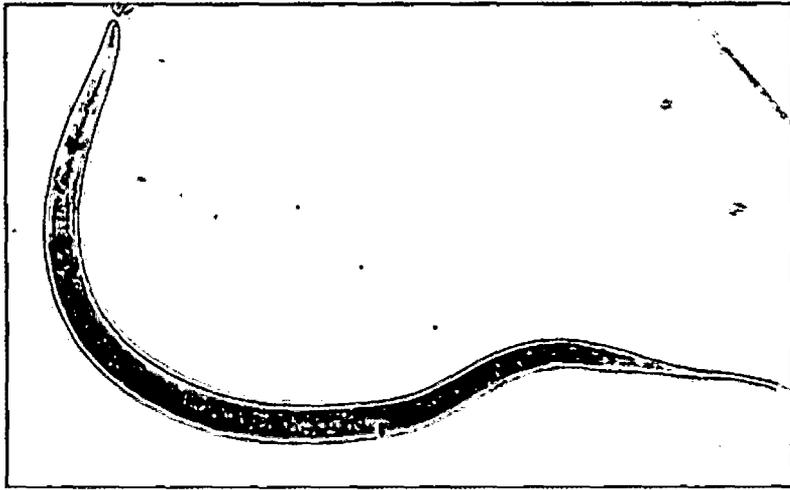
Fotografía 13. Nematodo del Género *Meloidogyne*, en la parte izquierda es un juvenil, en la parte superior derecha se muestra el estilete, y en la parte inferior derecha muestra el órgano reproductor masculina (espícula).



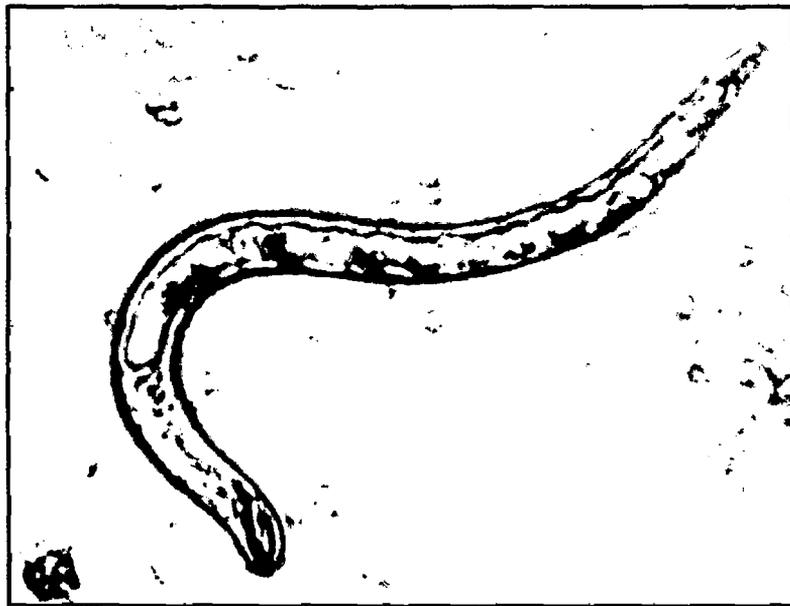
Fotografía 14. Nematodo del género *Helicotylenchus*



Fotografía 15. Nematodo del género *Pratylenchus*



Fotografía 16. Nematodo del género *Tylenchus*



Fotografía 17. Nematodo del género *Trichodorus*

ANEXO B. RESULTADOS

Anexo B.1. Resultados de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en muestras de suelo, de las 58 fincas café, en el distrito de Cuispes, provincia Bongará, Amazonas.

Muestra	M	P1	H1	T2	T1	C	P2	X	H2	A	m.s.n.m.	UTM		Fecha de muestreo
												ESTE	NORTE	
1	37	3	8	0	2	0	2	0	0	0	1429	172434	9345277	24/04/2015
2	68	0	2	10	0	0	0	0	0	0	1434	172642	9345325	24/04/2015
3	56	3	13	9	0	0	0	0	0	1	1450	172915	9345521	24/04/2015
4	21	3	8	7	4	4	2	2	0	0	1478	173182	9345414	24/04/2015
5	16	4	6	5	0	0	0	1	0	0	1520	173337	9345374	24/04/2015
6	7	8	12	6	0	0	0	2	0	0	1539	173384	9345313	24/04/2015
7	0	0	12	5	2	0	0	2	0	0	1558	173935	9345468	24/04/2015
8	5	2	12	2	4	0	0	0	0	0	1577	174912	9345768	24/04/2015
9	77	5	36	2	6	2	0	0	0	1	1563	175303	9345940	24/04/2015
10	23	0	12	4	2	0	0	0	0	0	1578	175663	9346040	24/04/2015
11	55	3	12	3	6	0	0	0	0	0	1615	175924	9346240	24/04/2015
12	21	3	3	0	5	2	0	0	0	0	1714	176220	9346643	24/04/2015
13	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	1768	176117	9346894	24/04/2015
14	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1833	176588	9347241	24/04/2015
15	23	4	26	2	0	0	0	0	0	0	1817	176369	9347077	24/04/2015
16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1370	171266	9342779	07/05/2015
17	13	7	31	16	0	0	0	0	0	0	1424	171716	9342853	07/05/2015
18	0	8	10	5	2	0	0	3	0	0	1398	171680	9342611	07/05/2015
19	65	2	3	0	0	0	2	6	0	0	1407	171936	9342460	07/05/2015
20	6	3	8	12	0	0	0	2	3	0	1477	172257	9342309	07/05/2015
21	8	6	2	3	0	0	0	0	0	0	1457	172380	9341910	07/05/2015
22	0	7	11	10	0	0	0	0	3	0	1543	172655	9342032	07/05/2015
23	7	8	0	10	0	0	0	0	0	0	1554	172963	9341695	07/05/2015
24	9	5	22	11	0	0	0	0	0	0	1570	173313	9341581	07/05/2015
25	8	0	7	17	0	0	0	2	0	2	1891	173689	9343619	07/05/2015
26	0	4	13	51	0	0	0	0	0	0	1890	173851	9343575	07/05/2015
27	0	7	10	37	0	0	0	0	2	0	1910	173806	9343979	07/05/2015
28	0	4	8	0	0	0	2	0	0	0	1882	173553	9344013	07/05/2015
29	16	0	18	7	3	3	0	0	0	0	1904	173962	9343817	07/05/2015
30	6	0	12	3	0	0	0	0	0	0	1616	173268	9341765	07/05/2015
31	85	13	12	16	2	0	0	1	5	0	1387	171605	9343225	21/05/2015
32	16	2	7	0	3	0	0	0	0	0	1430	172117	9344564	21/05/2015
33	65	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1419	172167	9344820	21/05/2015
34	0	2	1	3	0	0	0	0	0	1	1463	171664	9345891	21/05/2015
35	10	0	1	3	2	0	0	0	0	0	1582	174259	9346317	21/05/2015
36	95	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1574	174157	9346152	21/05/2015
37	50	0	1	1	8	0	0	0	0	0	1537	173729	9346003	21/05/2015

38	53	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1546	173973	9345894	21/05/2015
39	12	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1511	173605	9345771	21/05/2015
40	20	0	3	2	3	0	0	0	0	0	1484	173426	9345606	21/05/2015
41	7	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1396	171790	9343466	21/05/2015
42	37	0	2	3	0	0	0	1	0	0	1495	172586	9345056	21/05/2015
43	0	1	1	6	0	0	0	3	0	0	1824	174470	9342384	13/06/2015
44	0	1	7	5	0	0	0	0	0	0	1806	174681	9342064	13/06/2015
45	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	1781	174733	9341899	13/06/2015
46	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1803	174879	9342131	13/06/2015
47	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2043	174680	9343865	13/06/2015
48	1	0	6	1	1	0	0	0	0	0	1819	173427	9344273	13/06/2015
49	10	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1773	172418	9344491	13/06/2015
50	46	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1735	173190	9344437	13/06/2015
51	8	0	3	7	1	0	0	0	0	0	1655	173031	9344903	17/06/2015
52	28	0	3	7	0	0	0	1	0	0	1716	173218	9344655	17/06/2015
53	9	4	12	2	0	0	0	0	0	0	1725	173249	9344546	17/06/2015
54	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	1746	173141	9344325	17/06/2015
55	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1767	173173	9344208	17/06/2015
56	0	0	5	11	0	0	0	0	0	0	1749	173074	9343999	17/06/2015
57	9	0	37	8	0	0	0	0	0	0	1760	173185	9343795	17/06/2015
58	4	2	22	4	0	0	0	0	0	0	1780	173281	9343459	17/06/2015

Fuente: Elaboración propia.

Descripción:

M: *Meloidogyne*

P₁: *Pratylenchus*

H₁: *Helicotylenchus*

T₁: *Tylenchus*

C: *Criconemoides*

T₂: *Trichodorus*

P₂: *Paratylenchus*

X: *Xiphynema*

H₂: *Hoplolaimus*

A: *Aphelenchus*

m.s.n.m: Metros sobre nivel del mar

% Ao: Porcentaje de arena

% Ar: Porcentaje de arcilla

% Lo: porcentaje de limo

MO: Porcentaje de materia orgánica

(pH): pH del suelo

Franco arenoso (FAr), Franco

arcillo arenoso (FAA), Franco (F),

Arenoso franco Afr.

Anexo B.2. Resultados de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en muestras de raíces, de las 58 fincas café, en el distrito de Cuispes, provincia Bongará, Amazonas.

Muestra	M	P1	H1	T1	T2	C	P2	m.s.n.m.	UTM		Fecha de muestreo
									ESTE	NORTE	
1	29	0	1	0	0	0	0	1429	172434	9345277	24/04/2015
2	30	2	0	0	0	0	0	1434	172642	9345325	24/04/2015
3	21	0	0	0	0	0	0	1450	172915	9345521	24/04/2015
4	24	10	0	0	0	0	0	1478	173182	9345414	24/04/2015
5	15	5	0	0	0	0	0	1520	173337	9345374	24/04/2015
6	3	5	3	0	0	0	0	1539	173384	9345313	24/04/2015
7	0	0	4	1	0	0	0	1558	173935	9345468	24/04/2015
8	0	2	2	0	0	0	0	1577	174912	9345768	24/04/2015
9	35	0	4	0	3	0	0	1563	175303	9345940	24/04/2015
10	8	0	5	1	0	0	0	1578	175663	9346040	24/04/2015
11	21	4	2	1	1	0	0	1615	175924	9346240	24/04/2015
12	5	1	2	1	0	1	0	1714	176220	9346643	24/04/2015
13	0	4	3	0	0	0	0	1768	176117	9346894	24/04/2015
14	2	4	0	0	0	0	0	1833	176588	9347241	24/04/2015
15	5	2	2	0	0	0	0	1817	176369	9347077	24/04/2015
16	105	3	2	0	0	0	0	1370	171266	9342779	07/05/2015
17	10	4	2	0	0	0	0	1424	171716	9342853	07/05/2015
18	0	3	1	0	0	0	0	1398	171680	9342611	07/05/2015
19	62	4	1	0	0	0	2	1407	171936	9342460	07/05/2015
20	0	5	0	0	0	0	0	1477	172257	9342309	07/05/2015
21	0	6	0	1	0	0	0	1457	172380	9341910	07/05/2015
22	0	7	4	0	0	0	0	1543	172655	9342032	07/05/2015
23	3	7	0	0	0	0	0	1554	172963	9341695	07/05/2015
24	3	12	0	2	0	0	0	1570	173313	9341581	07/05/2015
25	0	0	0	2	0	0	0	1891	173689	9343619	07/05/2015
26	0	3	2	1	0	0	3	1890	173851	9343575	07/05/2015
27	0	5	3	5	0	0	0	1910	173806	9343979	07/05/2015
28	0	4	2	0	0	0	0	1882	173553	9344013	07/05/2015
29	0	0	2	1	0	1	0	1904	173962	9343817	07/05/2015
30	4	0	2	0	0	0	0	1616	173268	9341765	07/05/2015
31	17	3	0	0	0	0	0	1387	171605	9343225	21/05/2015
32	13	1	2	0	0	0	0	1430	172117	9344564	21/05/2015
33	12	1	1	0	2	0	1	1419	172167	9344820	21/05/2015
34	0	2	1	0	0	0	0	1463	171664	9345891	21/05/2015
35	6	0	1	0	0	0	0	1582	174259	9346317	21/05/2015
36	9	1	0	0	0	0	0	1574	174157	9346152	21/05/2015
37	26	0	0	0	0	0	0	1537	173729	9346003	21/05/2015
38	39	1	0	0	0	0	0	1546	173973	9345894	21/05/2015

39	54	0	0	0	0	0	0	1511	173605	9345771	21/05/2015
40	65	1	0	1	0	0	0	1484	173426	9345606	21/05/2015
41	18	0	1	0	0	0	0	1396	171790	9343466	21/05/2015
42	4	0	1	0	0	0	0	1495	172586	9345056	21/05/2015
43	0	0	0	1	0	0	0	1824	174470	9342384	13/06/2015
44	0	0	1	1	0	0	0	1806	174681	9342064	13/06/2015
45	0	0	0	1	0	0	1	1781	174733	9341899	13/06/2015
46	0	1	0	0	0	0	0	1803	174879	9342131	13/06/2015
47	0	0	1	0	0	0	0	2043	174680	9343865	13/06/2015
48	3	1	0	0	0	0	0	1819	173427	9344273	13/06/2015
49	6	1	0	0	0	0	0	1773	172418	9344491	13/06/2015
50	11	2	0	0	0	0	0	1735	173190	9344437	13/06/2015
51	2	1	3	0	0	0	0	1655	173031	9344903	17/06/2015
52	10	1	0	0	0	0	0	1716	173218	9344655	17/06/2015
53	107	0	5	0	0	0	0	1725	173249	9344546	17/06/2015
54	1	3	3	0	0	0	0	1746	173141	9344325	17/06/2015
55	0	0	0	0	0	0	0	1767	173173	9344208	17/06/2015
56	0	4	6	0	0	0	0	1749	173074	9343999	17/06/2015
57	1	0	0	0	0	0	0	1760	173185	9343795	17/06/2015
58	0	1	22	0	0	0	0	1780	173281	9343459	17/06/2015

Fuente: Elaboración propia.

Descripción:

M: *Meloidogyne*

P₁: *Pratylenchus*

H₁: *Helicotylenchus*

T₁: *Tylenchus*

C: *Criconemoides*

T₂: *Trichodorus*

P₂: *Paratylenchus*

X: *Xiphynema*

H₂: *Hoplolaimus*

A: *Aphelenchus*

m.s.n.m: Metros sobre nivel del mar

% Ao: Porcentaje de arena

% Ar: Porcentaje de arcilla

% Lo: porcentaje de limo

MO: Porcentaje de materia orgánica

(pH): pH del suelo

Franco arenoso (FAr), Franco

arcillo arenoso (FAA), Franco (F),

Arenoso franco Afr.

Anexo B.3. Análisis de suelos



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS



Solicitante : Bach. Eugenio Guevara Heredia
 Departamento : Amazonas
 Distrito : Cuispes
 Referencia : H.R. 032

Fecha : 06/08/2015
 Provincia : Bongará

N° de Lab.	MUESTRAS	Análisis Mecánico			Clase Textural	pH (1:1)	M.O	C	N
		% Arena	% Limo	% Arcilla			%	%	%
1	Cuispes	72.0	16.0	12.0	Franco arenoso	7.88	3.46	2.01	0.17
2	Cuispes	62.2	19.3	18.6	Franco arenoso	7.91	2.02	1.17	0.10
3	Cuispes	76.2	13.3	10.6	Franco arenoso	8.01	2.35	1.37	0.12
4	Cuispes	46.0	28.0	26.0	Franco	7.97	5.39	3.12	0.27
5	Cuispes	58.2	26.0	15.8	Franco arenoso	7.96	5.36	3.11	0.27
6	Cuispes	54.0	22.0	24.0	Franco Arcilloso Arenoso	7.92	4.70	2.72	0.23
7	Cuispes	50.2	30.0	19.8	Franco	7.84	5.98	3.47	0.30
8	Cuispes	80.0	10.0	10.0	Franco arenoso	7.55	4.97	2.88	0.25
9	Cuispes	72.2	20.0	7.8	Franco arenoso	5.74	5.55	3.22	0.28
10	Cuispes	68.0	16.0	16.0	Franco arenoso	7.26	4.88	2.83	0.24
11	Cuispes	66.0	17.0	17.0	Franco arenoso	7.43	4.47	2.59	0.22
12	Cuispes	78.0	10.0	12.0	Franco arenoso	5.68	5.62	3.26	0.28
13	Cuispes	66.0	18.0	16.0	Franco arenoso	5.49	4.01	2.32	0.20
14	Cuispes	71.0	15.0	14.0	Franco arenoso	6.1	4.47	2.59	0.22
15	Cuispes	70.0	18.0	12.0	Franco arenoso	5.14	4.70	2.73	0.24
16	Cuispes	67.0	13.0	20.0	Franco arenoso	7.3	4.70	2.73	0.24
17	Cuispes	48.2	28.0	23.8	Franco	7.96	5.85	3.39	0.29
18	Cuispes	68.2	19.3	12.6	Franco arenoso	7.89	3.36	1.95	0.17
19	Cuispes	71.0	11.0	18.0	Franco arenoso	7.36	5.57	3.23	0.28
20	Cuispes	66.2	13.3	20.6	Franco Arcilloso Arenoso	7.92	0.67	0.39	0.03
21	Cuispes	74.0	10.0	16.0	Franco arenoso	7.68	5.16	2.99	0.26



22	Cuispes	56.2	17.3	26.6	Franco Arcilloso Arenoso	7.84	3.03	1.76	0.15
23	Cuispes	60.2	26.0	13.8	Franco arenoso	7.65	5.17	3.00	0.26
24	Cuispes	48.2	42.0	9.8	Franco	7.9	4.50	2.61	0.22
25	Cuispes	54.0	22.0	24.0	Franco Arcilloso Arenoso	4.4	4.93	2.86	0.25
26	Cuispes	48.0	26.0	26.0	Franco Arcilloso Arenoso	4.9	4.01	2.32	0.20
27	Cuispes	52.0	16.0	32.0	Franco Arcilloso Arenoso	7.87	4.93	2.86	0.25
28	Cuispes	58.0	19.0	23.0	Franco Arcilloso Arenoso	5.81	5.16	2.99	0.26
29	Cuispes	64.0	12.0	24.0	Franco Arcilloso Arenoso	4.84	5.85	3.39	0.29
30	Cuispes	52.0	26.0	22.0	Franco Arcilloso Arenoso	7.03	5.39	3.13	0.27
31	Cuispes	60.2	18.0	21.8	Franco Arcilloso Arenoso	7.8	5.70	3.30	0.28
32	Cuispes	84.2	10.0	5.8	Arenoso franco	6.5	3.90	2.26	0.19
33	Cuispes	76.2	16.0	7.8	Franco arenoso	6.15	4.20	2.43	0.21
34	Cuispes	52.2	28.0	19.8	Franco	7.75	3.90	2.26	0.19
35	Cuispes	78.2	16.0	5.8	Arenoso franco	7.06	3.30	1.19	0.16
36	Cuispes	76.2	18.0	5.8	Arenoso franco	6.86	4.20	2.43	0.21
37	Cuispes	78.2	16.0	5.8	Arenoso franco	7.24	5.70	3.30	0.28
38	Cuispes	54.2	30.0	15.8	Franco arenoso	6.89	4.80	2.78	0.24
39	Cuispes	60.2	30.0	9.8	Franco arenoso	6.42	0.30	0.17	0.01
40	Cuispes	72.2	20.0	7.8	Franco arenoso	6.49	3.00	1.74	0.15
41	Cuispes	52.2	30.0	17.8	Franco	7.11	2.10	1.22	0.10
42	Cuispes	58.2	24.0	17.8	Franco arenoso	7.76	5.40	3.13	0.27
43	Cuispes	64.2	19.3	16.6	Franco arenoso	5.59	1.35	0.78	0.07
44	Cuispes	62.2	19.3	18.6	Franco arenoso	6.21	6.06	3.51	0.30
45	Cuispes	56.2	23.3	20.6	Franco Arcilloso Arenoso	7.03	5.72	3.32	0.29
46	Cuispes	54.2	21.3	24.6	Franco Arcilloso Arenoso	5.74	6.39	3.71	0.32
47	Cuispes	56.2	25.3	18.6	Franco arenoso	5.34	5.05	2.93	0.25
48	Cuispes	52.2	25.3	22.6	Franco Arcilloso Arenoso	5.02	3.03	1.76	0.15
49	Cuispes	44.2	29.3	26.6	Franco	6.65	4.37	2.54	0.22
50	Cuispes	22.2	47.3	30.6	Franco Arcilloso	7.89	4.71	2.73	0.24
51	Cuispes	62.2	17.3	20.6	Franco Arcilloso Arenoso	5.85	2.35	1.37	0.12
52	Cuispes	72.2	13.3	14.6	Franco arenoso	6.07	5.05	2.93	0.25



53	Cuispes	70.2	13.3	16.6	Franco arenoso	5.94	1.68	0.98	0.08
54	Cuispes	66.2	19.3	14.6	Franco arenoso	6.45	2.69	1.56	0.13
55	Cuispes	54.2	19.3	26.6	Franco Arcilloso Arenoso	6.03	4.37	2.54	0.22
56	Cuispes	68.2	11.3	20.6	Franco Arcilloso Arenoso	6.08	1.68	0.98	0.08
57	Cuispes	56.2	29.3	14.6	Franco arenoso	5.35	1.01	0.59	0.05
58	Cuispes	58.2	23.3	18.6	Franco arenoso	4.8	3.36	1.95	0.17



 Ing. Segundo Aguero Cruz

Anexo B.4. Porcentaje de población de los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en las 58 parcelas de café, en el distrito de Cuispes, provincia Bongará.

Géneros	Muestras de suelo	Muestras de Raíces
<i>Meloidogyne</i>	51.21	75.28
<i>Pratylenchus</i>	6.5	12.12
<i>Helicotilenchus</i>	21.24	9.26
<i>Tylenchus</i>	15.32	1.91
<i>Trichodorus</i>	2.77	0.57
<i>Criconemoides</i>	0.5	0.19
<i>Paratylenchus</i>	0.36	0.67
<i>Xiphynema</i>	1.18	0
<i>Hoplolaimus</i>	0.64	0
<i>Aphelenchus</i>	0.27	0

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO C. ANALISIS ESTADISTICOS

Anexo C.1. Resultados del análisis ANOVA para el género *Tylenchus*

<i>Tylenchus</i>					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P-value
TEXTURA	3	448.3	149.44	3.5794	0.01619 *
Residuals	112	4676.0	41.75		
Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 '' 1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C.2. Resultados del análisis Tukey, para el género *Tylenchus*

TEXTURA	diff	lwr	upr	p adj
F-Afr	3.000000	-4.468636	10.468636	0.7218539
FAA-Afr	5.441176	-1.180671	12.063024	0.1459947
FAr-Afr	1.200000	-5.142680	7.542680	0.9604094
FAA-F	2.441176	-2.910084	7.792437	0.6345791
FAr-F	-1.800000	-6.801672	3.201672	0.7841650
FAr-FAA	-4.241176	-7.858504	-0.623849	0.0146076

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C.3. Resultados de ANOVA, para el género de *Meloidogyne*

<i>Meloidogyne</i>					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P-VALUE
Textura	3	7418	2472.6	4.6427	0.004252
Residuales	112	59649	532.58		
Signif. Codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ' ' 1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C.4. Resultados del análisis Tukey, para el género *Meloidogyne*.

TUKEY	diff	lwr	upr	p adj
F-Afr	-19.482143	-46.157314	7.193028	0.2319305
FAA-Afr	-21.566176	-45.216935	2.084582	0.0872325
FAr-Afr	-5.691667	-28.345345	16.962011	0.9134978
FAA-F	-2.084034	-21.196733	17.02866 6	0.9919387
FAr-F	13.790476	-4.073622	31.654575	0.1892577
FAr-FAA	15.874510	2.954771	28.794248	0.0094159

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C.5. Descripción de las abreviaturas utilizadas en las tablas de Tukey.

TEXTURA	
F-Afr	(franco – arenoso franco)
FAA-Afr	(Franco arcillo arenoso - arenoso franco)
FAr-Afr	(Franco arenoso - arenoso franco)
FAA-F	(Franco arcillo arenoso - franco)
FAr-F	(Franco arenoso - franco)
FAr-FAA	(Franco arenoso - Franco arcillo arenoso)

Fuente: Elaboración propia.