

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DEL NEMATODO DEL
NÓDULO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne Spp*) DE LAS ZONAS
PRODUCTORAS DE CAFÉ (*Coffea arabica L.*) DE PUNO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. STEWAR IRWIN GARAMBEL ACURIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLÓGIA

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DEL NEMATODO DEL NÓDULO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne* Spp) DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE PUNO.

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. STHEWAR IRWIN GARAMBEL ACURIO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLÓGIA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:


Mg. MARTHA ELIZABETH APARICIO SAAVEDRA

PRIMER MIEMBRO:


Blgo. HERMINIO RENE ALFARO TAPIA

SEGUNDO MIEMBRO:


Ing. M. Sc. EDWIN FEDERICO ORNA RIVAS

DIRECTOR DE TESIS:


M. Sc. ALFREDO LUDWIG LOZA DEL CARPIO

ASESOR DE TESIS:

Ph. D. ISRAEL LIMA MEDINA

ASESOR DE TESIS:

Dra. ROSARIO ISABEL BRAVO PORTOCARRERO

Fecha de Sustentación: 23/11/2017.

AREA : Ciencias Biomédicas.
SUB LINEA : Conservación y aprovechamiento de Recursos Naturales.
TEMA : Recursos Naturales y Manejo Ecológico de Plagas.

DEDICATORIA

*Con todo mi amor y cariño a mi familia
que son mi inspiración para poder superarme cada día.*

*A mi madre Norma por darme la vida, por su
comprension, amor y mostrarme el camino a la
superacion.*

*A mi padre Pio por su perseverancia, constancia, apoyo
y estar siempre presente en mi vida.*

*A mis hermanos Gregory y Nahomi, que junto a ellos hemos pasado
momentos inolvidables, llevando alegría en nuestros corazones y siempre
siendo apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de
debilidad.*

A mis amigos por permitirme aprender mas de la vida a su lado.

AGRADECIMIENTOS

A:

INNOVATE – PERU (Ministerio de la Producción) por el apoyo financiero mediante el proyecto: “Diversidad biológica de poblaciones peruanas de *Meloidogyne* spp.: descripción y caracterización de especies a través del uso de isoenzimas y marcadores moleculares”.

Ph. D. Israel lima medina, por su asesoría y apoyo para la culminación de la presente investigación.

M. Sc. Alfredo Ludwig loza del carpio; quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y motivación me oriento durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los miembros del jurado M.Sc. Martha Elizabeth Aparicio Saavedra, Blgo. Herminio Rene Alfaro Tapia y Ing. Edwin Orna Rivas, quienes con su aporte y enseñanza dieron valiosos conocimientos en el trabajo de investigación.

A mis compañeros por su apoyo, cariño y amistad: Zheylya, Marilia, Shadam, Yeni, Noely, Kevin.

INDÍCE

RESUMEN	11
I. INTRODUCCIÓN	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. ANTECEDENTES.....	17
2.1.1. Género <i>Meloidogyne</i>	17
2.1.2. Diversidad y densidad de los géneros nemátodos	18
2.2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.2.1. Café.....	21
a. Origen y distribución del café.....	21
b. Ubicación taxonómica	21
c. Descripción del café.....	21
d. Morfología del café.....	22
e. Variedades del café	22
f. Variedades cultivadas en el Perú	23
g. Condiciones ecológicas para el cultivo del café	23
h. Propiedades químicas para el cultivo de café	24
2.2.2. Plagas y enfermedades	25
a. Plagas	25
b. Enfermedades.....	26
2.2.3. Nemátodos fitoparásitos	26
2.2.4. Alimentación de los nemátodos fitoparásitos.....	26
2.2.5. Fomas de parasitismo de los nemátodos fitoparásitos.....	26
2.2.6. Géneros de nemátodos fitoparásitos	27
a. Género <i>Mesocriconema</i>	27
b. Género <i>Dorylaimus</i>	27
c. Género <i>Xiphinema</i>	27
d. Género <i>Pratylenchus</i>	27
2.2.7. Nemátodo del nódulo de la raíz (<i>Meloidogyne</i> spp.).....	27
a. Ubicación taxonómica	27
b. Descripción del género <i>Meloidogyne</i>	28
c. Biología del género <i>Meloidogyne</i>	29
d. Ciclo biológico de <i>Meloidogyne</i>	29
e. Macho y hembra adultos	31
f. Anatomía	32

g. Formas de reproducción del género <i>Meloidogyne</i>	33
h. Síntomas causados por el género <i>Meloidogyne</i>	34
i. Especies del género <i>Meloidogyne</i> que afectan al cultivo de café	35
j. Ecología del género <i>Meloidogyne</i>	36
k. Hábitat del género <i>Meloidogyne</i>	36
l. Importancia económica.....	36
m. <i>Meloidogyne exigua</i>	37
n. <i>Meloidogyne javanica</i> y <i>M. incognita</i>	38
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	39
III. MATERIALES Y METODOS	42
3.1. Lugar de ejecución	42
3.1.1. Duración	42
3.1.2. Área de estudio	42
3.1.3. Metodología.....	42
3.1.4. Identificación y caracterización de géneros de nemátodos fitoparásitos.....	46
a. Colecta de muestras de suelo y raíz	46
b. Método de fluctuación centrífuga para la determinación de nemátodos en muestras de suelo con solución de sacarosa (Jenkins, 1964).....	47
c. Técnica de la licuadora con centrifuga para muestras de raíces (Coolen y D'herde, 1972)	48
3.1.5. Presencia de especies dentro del género <i>Meloidogyne</i>	49
a. Análisis electroforético de isoenzimas	49
b. Identificación por medio del patrón perineal	49
3.1.6. Densidad y fluctuación poblacional de nemátodos fitoparásitos	50
a. Identificación morfológica de los nemátodos fitoparásitos	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. Caracterización e identificación de géneros fitoparásitos.....	52
4.1.1. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Meloidogyne</i>	53
4.1.2. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Helicotylenchus</i>	54
4.1.3. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Mesocriconema</i>	55
4.1.4. Identificación morfológica y morfométrica Género <i>Dorylaimus</i>	56
4.1.5. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Xiphinema</i>	57
4.1.6. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Pratylenchus</i>	58
4.1.7. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Tylenchus</i>	59
4.1.8. Identificación morfológica y morfométrica del género <i>Hemicyclopora</i>	60
4.1.9. Identificación de los nemátodos de vida libre	61

4.1.10.	Identificación morfológica del género <i>Mononchus</i>	62
4.2.	Determinar la presencia de especies dentro del género <i>Meloidogyne</i>	63
a.	Identificación por corte perineal	63
b.	Identificación de <i>Meloidogyne</i> por electroforesis de isoenzima.....	64
4.3.	Densidad y fluctuación poblacional de los nemátodos en el cultivo de café de la Región Puno	66
a.	Fluctuación para San Gabán	67
b.	Fluctuación para San Juan de Oro	68
c.	Fluctuación para San Pedro de Putina Punko	70
4.3.1.	Efecto de las poblaciones por altitud.....	71
4.3.2.	Eficacia de las poblaciones por edad.....	73
4.3.3.	Densidad del género <i>Meloidogyne</i> en el cultivo de café	73
4.3.4.	Densidad del género <i>Helicotylenchus</i> en el cultivo de café	75
4.3.5.	Densidad del género <i>Mesocriconema</i> en el cultivo de café	77
4.3.6.	Densidad del género <i>Dorylaimus</i> en el cultivo de café	78
4.3.7.	Densidad del género <i>Xiphinema</i> en el cultivo de café.....	79
4.3.8.	Densidad del género <i>Pratylenchus</i> en el cultivo de café.....	80
4.3.9.	Densidad del género <i>Tylenchus</i> en el cultivo de café.....	82
4.3.10.	Densidad del Género <i>Hemicyclopora</i> en el cultivo de café.....	83
4.3.11.	Densidad de los nemátodos de vida libre en el cultivo de café	83
4.3.12.	Densidad del género <i>Monochus</i> (vida libre) en el cultivo de café.....	85
4.3.13.	Relación entre población de nemátodos de vida libre y nemátodos fitoparásitos.....	86
V.	CONCLUSIONES	87
VI.	RECOMENDACIONES	88
VII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	89
ANEXOS	103
	Anexo 1: Datos generales de las zonas evaluadas en la Región de Puno	104
	Anexo 2: Frecuencia de nemátodos encontrados en muestras.....	105
	Anexo 3: Porcentaje que representa cada género en San Juan de Oro	106
	Anexo 4: Porcentaje que representa cada género en San Pedro de Putina Punko	107
	Anexo 5: Porcentaje que representa cada género en San Gabán	108
	Anexo 6: Densidad de los distritos de la Región Puno.....	108
	Anexo 7: Densidad de las localidades de la Región Puno.....	109
	Anexo 8: Nódulos en 10g de raíz del cultivo de café para el conteo de individuos juveniles y huevos.....	110

Anexo 9 : Analisis de varianza para el género <i>Meloidogyne</i>	111
Anexo 10: Analisis de varianza para el género <i>Helicotylenchus</i>	113
Anexo 11: Analisis de varianza para el género <i>Mesocriconema</i>	115
Anexo 12: Analisis de varianza para el género <i>Dorylaimus</i>	117
Anexo 13: Analisis de varianza para el género <i>Pratylenchus</i>	119
Anexo 14: Analisis de varianza para el género <i>Xifinema</i>	121
Anexo 15: Analisis de varianza para el género <i>Hemicyclophora</i>	123
Anexo 16: Analisis de varianza para el nemátodos de vida libre	125
Anexo 17: Analisis de varianza para el nemátodos fitoparásitos total	126
Anexo 18: Analisis de varianza para San Juan de Oro	127
Anexo 19: Analisis de varianza para San Gabán	130
Anexo 10: Datos colectados	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de vida del género <i>Meloidogyne</i>	31
Figura 2: Esquema de un nematodo hembra.....	32
Figura 3: Anatomia interna de un nemátodo.	33
Figura 4: Distribucion de las muestras colectadas en los distritos de la región Puno. ...	43
Figura 5: Distribucion de las muestras colectadas en el distrito de San Juan de oro. ...	44
Figura 6: Distribucion de las muestras coelctadas en el distrito de San Gabán.	44
Figura 7: Distribucion de las muestras colecctadas en el distrito de San Pedro de Putina Punco.	45
Figura 8: Colecta de muestras de suelo del cultivo de café.....	46
Figura 9: Proceso de lavado y centrifugación de las muestras de suelo de café	47
Figura 10: Proceso de lavado y centrifugación de las muestras de suelo del café	48
Figura 11: Descripcion del proceso de electroforesis.....	50
Figura 12: Conteo de nemátodos; A: Nemátodos colectados de las muestras de suelo de café, B: Cubre y porta objetos, C: Estereoscopio.	51
Figura 13: Género <i>Meloidogyne</i> ; A: Longitud total de cuerpo, B: Longitud de estilete y C: Hembra adulta de <i>Meloidogyne exigua</i> , detallando en cuello alargado.....	53
Figura 14: Género <i>Helicotylenchus</i> ; A: Longitud del cuerpo de la hembra y B: Longitud de estilete.	54
Figura 15: Género <i>Mesocriconema</i> ; A: Longitud de cuerpo y B: Longitud de estilete.55	
Figura 16: Género <i>Dorylaimus</i> ; a: Longitud de cuerpo y B: Vista del estilete (ondontoestilete).	56
Figura 17: Género <i>Xiphinema</i> ; A: Longitud de cuerpo; y B: Longitud del estilete (odontoestilete).	57
Figura 18: Género <i>Pratylenchus</i> ; A: Longitud total de cuerpo y B: Longitud de estilete y C: Vista de la vulva.....	58
Figura 19: Género <i>Tylenchus</i> ; vista de la cola y la cabeza.....	59
Figura 20: Género <i>Hemicyclophora</i> ; A: Longitud de cuerpo, B: Vista de la cutivula y C: Longitud del estilete.....	60
Figura 21: Nematodo de vida libre; A: Longitud total de cuerpo y B: Vista de la cavidad bucal.....	61
Figura 22: Género <i>Mononchus</i> ; A: Longitud de cuerpo y B: Cavidad bucal y faringe. 62	

Figura 23: Género *Meloidogyne*; A: Corte perineal de *Meloidogyne exigua*, B: Corte perineal de *M. exigua* Hunt y Handoo (2013) y C: Corte perineal de *M. exigua* patrón perineal de Lordello y Zamith, (1958) citados en Souza (2000). 63

Figura 24: Gel de poliacrilamida; J3 *Meloidogyne javanica* y E2: de *Meloidogyne exigua* (Esterasa). 64

Figura 25: Fenotipos de esterasa (Est) de especies del género *Meloidogyne* spp en relación con la banda más rápida de *M. javanica*. 65

Figura 26: Fluctuacion y densidad poblacional de los géneros, de nemátodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café; las localidades de: San Garani, Churumayo, Casahuiri: en el distrito de San Gabán, Región Puno. 68

Figura 27: Fluctuación y densidad poblacional de los géneros de nemátodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café; las localidades de: Challuma, Yanamayo, San Martin: en el distrito de San Juan de Oro, Región Puno..... 69

Figura 28: Fluctuacion y densidad poblacional de los géneros de nemátodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café; las localidades de: Chunchusmayo, Huaranka, Santa fé, Arco Punko, Tunki Pata: en el distrito de San Pedro de Putina Puncu, Región Puno... 71

Figura 29: Densidad del género *Meloidogyne* en el cultivo de café; en la Región Puno. 74

Figura 30: Densidad del género *Helicotylenchus* en el cultivo de café; en la Región Puno. 76

Figura 31: Densidad del género *Mesocriconema* en el cultivo de café; en la Región Puno. 78

Figura 32: Densidad del género *Dorylaimus* en el cultivo de café; en la Región Puno.79

Figura 33: Densidad del género *Xiphinema* en el cultivo de café; en la región Puno.... 80

Figura 34: Densidad del género *Pratylenchus* en el cultivo de café; en la Región Puno. 81

Figura 35: Densidad del género *Tylenchus* en el cultivo de café; en la región Puno... 82

Figura 36: Densidad del género *Hemicyclopora*, en el cultivo de café; en la Región Puno. 83

Figura 37: Densidad de nemátodos de vida libre en el cultivo de café; en la Región Puno. 84

Figura 38: Densidad del género *Mononchus* en el cultivo de café; en la Región Puno.85

Figura 39: Dispersión de los nemátodos de vida libre y fitoparásitos..... 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones adecuadas para la producción de café.....	23
Tabla 2. Especies del género <i>Meloidogyne</i>	36
Tabla 3: Frecuencia de los géneros encontrados en los distritos evaluados de la Región Puno.	52
Tabla 4: Densidades promedio de los géneros encontrados en los distritos evaluados	66
Tabla 5: Densidades promedio de los géneros evaluados en las localidades de San Gabán.	67
Tabla 6: Densidades promedio de los géneros encontrados en las localidades evaluadas	68
Tabla 7: Densidades promedio de los géneros en las localidades evaluadas	70
Tabla 8: Densidades promedio de los géneros encontrados en los distritos evaluados por altitud.	71
Tabla 9: Densidades promedio de los géneros encontrados en los distritos evaluados por edad.....	73

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

J2: Juvenil estadio dos.

J3: *Meloidogyne javanica* (fenotipo esterase tres).

E2: *Meloidogyne exigua* (Esterasa).

MeSH: Medical Subject Headings.

PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa.

UNAP: Universidad Nacional del Altiplano Puno.

µm: micrómetros.

mm: milímetros

RESUMEN

Los nemátodos proveen servicios claves al suelo como la supresión de patógenos y también mantienen la fertilidad del suelo, por otra parte, existen los nemátodos fitoparásitos causantes de grandes pérdidas al cultivo de café, al impedir el paso de nutrientes y el normal desarrollo de la planta; ocasionando pérdidas en la producción del cultivo y causando la proliferación de otras plagas y enfermedades. El objetivo del trabajo fue identificar los diferentes géneros de nemátodos fitoparásitos, e identificar las especies del género *Meloidogyne* asociados al cultivo de café en la Región Puno. Se evaluaron 129 muestras de 3 distritos, siendo estas colectadas a 800 y 1416 msnm, en enero y febrero del 2016. Estas fueron procesadas por el método de fluctuación centrífuga en solución de sacarosa y contadas en un estereoscopio. Se identificaron 8 géneros de nemátodos fitoparásitos como: *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Mesocriconema* spp., *Dorylaimus* spp., *Tylenchus* spp., *Hemicycliophora* spp., y nemátodos controladores de vida libre y el género *Mononchus* spp.,. Se observó mayor densidad promedio en el género *Meloidogyne* spp. y nemátodos de vida libre, seguido por *Helicotylenchus* spp., la menor densidad la presentaron los géneros *Tylenchus* y *Hemicicliophora*; los géneros *Helicotylenchus* y *Mesocriconema* presentaron mayor densidad en alturas de 800 a 1200 y 800 a 1000 msnm, finalmente se procedió a la identificación de las especies del género *Meloidogyne* spp. por medio de la prueba de electroforesis de isoenzima; donde se observó las bandas esterásticas, coincidiendo con *Meloidogyne exigua*.

PALABRAS CLAVE: Café, especies, electroforesis, fitoparásitos, géneros, nemátodos, *Meloidogyne*

ABSTRACT

The nematodes provide key services to the soil such as the suppression of pathogens and also maintain soil fertility, on the other hand, there are phytoparasite nematodes that cause large losses to the coffee crop, by preventing the passage of nutrients and the normal development of the plant ; causing losses in crop production and causing the proliferation of other pests and diseases. The objective of the work was to identify the different genera of phytoparasite nematodes, and to identify the *Meloidogyne* species associated with coffee cultivation in the Puno Region. 129 samples from 3 districts were evaluated, these being collected at 800 and 1416 meters above sea level, in January and February 2016. These were processed by the centrifugal fluctuation method in sucrose solution and counted in a stereoscope. We identified 8 genera of phytoparasitic nematodes such as: *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Mesocriconema* spp., *Dorylaimus* spp., *Tylenchus* spp., *Hemicycliophora* spp., And free-living control nematodes and the genus *Mononchus* spp.,. A higher average density was observed in the genus *Meloidogyne* spp. and free-living nematodes, followed by *Helicotylenchus* spp., the lowest density was found in the genus *Tylenchus* and *Hemicicliophora*; the genera *Helicotylenchus* and *Mesocriconema* presented higher density at altitudes of 800 to 1200 and 800 to 1000 meters above sea level, finally we proceeded to the identification of the species of the genus *Meloidogyne* spp. by means of the isoenzyme electrophoresis test; where the stereotactic bands were observed, coinciding with *Meloidogyne exigua*.

Key Words: Coffee, spices, electrophoresis, phytoparasites, genera, nematodes, *Meloidogyne*.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café es el segundo producto más comercializado después del petróleo (Pérez et al., 2011; Minagri, 2015). Cuenta con dos variedades, arábica y robusta, en el Perú la variedad cultivada predominante es arábica (Vergara, 2012), tiene importancia económica y social; debido a que las familias caficultoras dependen de su comercialización para su sustento (Julca et al., 2000). El Perú produce el 3% de café del mercado mundial (Agrobancó, 2007), siendo el 30 % del total de los principales productos agrarios exportados, (Minagri, 2015).

El promedio de producción nacional el año 2016 fue de 15 mil 812 toneladas de café; Puno, Apurímac, Ayacucho y Cusco (Zona sur) producen el 23 % de café, junto a productores de café orgánico (Minagri, 2016), la baja producción de café se debe: a la edad del cultivo de café (mayor a 15 años)(INIA, 2011), plagas y enfermedades como la roya amarilla y la broca del café (Minagri, 2016), Además no cuenta con un adecuado manejo agronómico (prácticas fitosanitarias, conservación de suelos y una inapropiada fertilización), y nemátodos fitoparásitos; por estas razones el rendimiento de los cafetales declina, y las plantas dejan de responder satisfactoriamente a la inversión realizada (Bustillo, 2002).

Existen más de 140 especies de nemátodos, distribuidas en 45 géneros; estos causan grandes pérdidas en el cultivo de café, además de propiciar diversas enfermedades (Pérez et al., 2011; Salazar & Rivera, 2013). Entre los géneros más perjudiciales se encuentran: *Meloidogyne* (nemátodo del nudo de la raíz) y *Pratylenchus* (nemátodo de la lesión), siendo el primero quien ocasiona grandes pérdidas en la caficultura de continentes como: América Central y América del Sur (Leguizamón, 2000), el género *Meloidogyne* ocasiona problemas en la raíz; atrofiándola y no permite el ingreso de los nutrientes a la planta causando su muerte (Barrera et al., 2000; Arbeláez 2000; Mora, 2001; Bravo, 2010; Pérez et al., 2011; Salazar y Rivera, 2013).

La propagación de *Meloidogyne*, se da por el movimiento del suelo infectado, por plantas contaminadas, por el material de trabajo contaminado (Leguizamón, 2000; Agrobancó, 2012). La reproducción y el rápido desarrollo de *Meloidogyne*, en las plantas hospederas permite el desarrollo de varias generaciones, durante una temporada de cultivo; causando grandes daños y pérdidas agrícolas. Estos daños incluyen falta de crecimiento, vigor y la

infección por otros patógenos (Moens et al., 2009), *Meloidogyne* es un nemátodo polífago capaz de parasitar 3000 especies de plantas, debido al exitoso parasitismo y alta especialización, así como su permanencia en el suelo, su erradicación es difícil (Vera, 2014). Dentro de las especies de *Meloidogyne* que atacan al cultivo de café las más perjudiciales son: *M. incognita*, *M. exigua*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. paranaensis*. (Carneiro y Cofcewicz, 2008).

Estos hechos propiciaron la necesidad de identificar a estos nemátodos fitoparásitos del cultivo de café en la Región Puno en tres distritos. Para lo cual se tuvieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Identificar los diferentes nemátodos fitoparásitos presentes en el cultivo del café.

Objetivos específicos

Identificar y caracterizar los géneros de poblaciones de nemátodos fitoparásitos en las zonas productoras de café de Puno.

Determinar la presencia de especies dentro del género *Meloidogyne* atacando al cultivo de café en zonas cafetaleras de la Región Puno.

Estimar la densidad y fluctuación poblacional de fitonemátodos en zonas productoras de café en Puno.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Género *Meloidogyne*

Los nemátodos del género *Meloidogyne* causan muchos problemas a los cultivos de café brasileño provocando grandes pérdidas, en el rendimiento y la calidad del café debido a la destrucción del sistema radicular (Gonçalves *et al.*, 2004), estos síntomas se manifiestan de diferente forma según cada especie; las raíces de café infectadas por *M. exigua*, presentan síntomas como; raíces hinchadas y anchas, con la masa de huevos visibles en la superficie radicular, con varias infecciones en las raíces, formación de células especializadas (células gigantes) e hiperplasia (Di Vito *et al.*, 2000).

Otras especies como *M. exigua* y *M. megadora*, en su segundo estadio juvenil penetran, a la raíz por la rizodermis, ocasionando el aumento de la actividad sintetizadora, para finalmente mostrar necrosis (Rodríguez *et al.*, 2000); *M. exigua*; *M. paranaensis* y *M. incognita* causan mayores daños, en San Pablo y Paraná en Brasil (Hiroshi *et al.*, 2009). *M. exigua*, es la especie más dañina para el café, causando una reducción en la altura, diámetro del tallo y peso aéreo (Rojas y Salazar, 2013). Los síntomas ocasionados por *M. exigua* se manifiestan en la reducción del tamaño de la planta, color amarillamiento, poca producción de granos, aborto de flores, reducción radicular, presencia de nódulos en las raíces (Ferreira y Crozzoli, 1995).

Así mismo, ANACAFÉ (2009) Encontró a los nemátodos *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. en la Finca El Chagiüte, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, en plantas adultas de la variedad Caturra. Determinando que la precipitación pluvial está relacionada con la fluctuación poblacional de los nemátodos estudiados.

Leguizamón, (2000) comparo los niveles de daño de *Meloidogyne exigua* con diferentes densidades, concluyendo que las diferentes densidades causan el mismo daño, mientras que Barbosa *et al.* (2004) compararon las pérdidas producidas por *M. exigua* en 125 cultivos al Noroeste de Rio de Janeiro, en tres tecnologías concluyendo que *M. exigua* tiene un papel secundario en la baja productividad de los cultivos con control, por otro lado, las pérdidas aumentan en poblaciones sin control llegando al 45%.

2.1.2. Diversidad y densidad de los géneros nemátodos

Guevara (2015), identificó 10 géneros de nemátodos fitoparásitos en la selva del Amazonas (Perú) en el distrito de Cuispes, asociados al cultivo de café *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Trichodorus*, *Criconenwides*, *Paratylenchus*, *Xiphynema*, *Hoplolaimus* y *Aphelenchus*; siendo el género *Meloidogyne* el que presentó mayor densidad.

En Centro América, determinaron la diversidad biológica de los nemátodos en el café, mediante enzima esterasa, de los once fenotipos observados, nueve especies fueron identificadas; *M. exigua* fue la más distribuida mientras que *M. arabicida*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. izalcoensis* y *M. paranaensis* fueron las más localizadas (Villain *et al.*, 2013).

En Veracruz (México) se identificó al nemátodo del nódulo de la raíz en el café. Realizando encuestas; donde se precisó que el 44% de los agricultores sabe de la existencia de *Meloidogyne*, el 54% tuvieron pérdidas económicas, 56% no reconocen los síntomas, el 73% respondieron que el síntoma más notorio es la defoliación y el 18% afirmó que los síntomas están presentes por más de 10 años.

En Florida se confirmó la presencia de las razas 1, 2 y 3 de *M. incognita* mediante la respuesta de plantas diferenciales y un estudio morfométrico de tres poblaciones de esta especie (López, 1986).

En Chimatenango (Guatemala) se estudió la distribución espacial y temporal de *Meloidogyne* spp. en tres localidades durante seis meses, determinando la presencia de *Meloidogyne* spp. con una densidad de 739.6 de ind/100g de suelo (Bonilla, 2014).

En Costa Rica se evaluó la densidad, diversidad de nemátodos en el suelo y fitoparásitos en raíces de café y banano con diferentes sistemas, concluyendo que no hay relación entre el tipo de sistema con respecto a la densidad y diversidad poblacional, la mayor densidad poblacional fue para *Helicotylenchus* sp. en cultivos asociados con banano, para *Meloidogyne* spp. la densidad se relacionó claramente con el menor porcentaje de sombra (PS) (0 a 59.7%) y *Pratylenchus* spp. con el alto índice de lluvias mayores a 1248 mm (Chávez, 2014), también se comparó la nematofauna asociada al cultivo de café en dos sistemas de producción, se identificaron 7 géneros y nemátodos de vida libre; concluyendo que existe mayor biodiversidad de nemátodos en el manejo orgánico (Peraza, 2010).

Leguizamón, (2000) Determinó la frecuencia de *Meloidogyne* en Colombia por medio de hospedantes diferenciales y patrones perineales, Determinando que los hospedantes diferenciales mostraron susceptibilidad con síntomas como: nudosidades en las raicillas y necrosis en el cuello de la raíz, describiendo dos especies de *M. arenaria* y *M. javanica*.

Vargas, (1990) Reportó la frecuencia y las densidades de *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp.; en 346 muestras de raíces de cafeto, entre 1986 y 1987. El género *Meloidogyne* spp. fue el que presentó más frecuencia con 68.5% y las más altas densidades superando los 240.000/100g de raíces, la frecuencia de *Pratylenchus* spp. fue menor llegando a un máximo de 65% y una densidad de 20.000 *Pratylenchus* spp. /100g.

Alban *et al.*, (2013) evaluó la disminución de *Meloidogyne exigua* en cinco tratamientos donde las micorrizas arbusculares en café ayudan a la absorción y transporte de nutrientes, mejorando su estado nutricional y estabilizando la planta; ante los ataques de los nematodos.

En el Perú, región de Puno se realizó la identificación del nemátodo del nódulo de la raíz en el cultivo del café en San Juan de Oro (1200-1800 msnm); a través de cortes perineales describiendo a *M. incognita* (Monzón, 2010), por otra parte, Vera, (2014) identificó las especies *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*; por el método de PCR en el Perú.

En Nicaragua se identificó la diversidad y dinámica poblacional de los nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de tomate en dos localidades. Con un total de 80 muestras, durante el ciclo agrícola 2010-2011. Los nemátodos encontrados fueron: *Meloidogyne* spp. con 739, *Pratylenchus* spp. con 555 *Tylenchorhynchus* con 386 y *Helicotylenchus* 252 individuos (Salazar *et al.*, 2013).

En Nicaragua determinaron la densidad poblacional y dinámica poblacional de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de piña; se identificaron 7 géneros a nivel de suelo *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus*, *Tylenchorhynchus*, y nemátodos de vida libre, la mayor población corresponde a *Pratylenchus* spp y *Helicotylenchus* spp. El género *Pratylenchus* spp. presentó mayor densidad poblacional con 1.009,83 y 1.075,22 ind/100 g de raíz (Tomas de Jesús *et al.*, 2014).

Vargas, (2008) estudió la dinámica poblacional de los nemátodos en el cultivo de arroz en Costa Rica, en los meses de junio-noviembre del 2007, identificando cinco géneros en el suelo, los nemátodos predominantes fueron los de vida libre seguido por *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* *Cicronomella*. López, (2006) registro los nemátodos asociados al cultivo de arroz de agosto a octubre del 2006 identificando 6 géneros de nemátodos: *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Tylenchus* sp. y *Criconomella* sp. las mayores densidades poblacionales en raíz y suelo fueron para *Pratylenchus* sp. con 40,748 nemátodos/100 g de raíz, con una frecuencia del 100% y 55 nemátodos/100 g de suelo, con una frecuencia de 91.67%. Por otra parte, *Meloidogyne* sp. presentó una densidad poblacional de 31,080 nemátodos/100 g de suelo y frecuencia de 95.83%. Araya, (2008) Identificó y estudio la dinámica poblacional de los nemátodos presentes en el cultivo de arroz, durante el ciclo de siembra de junio a noviembre concluyendo que el género con mayor densidad poblacional fue *Pratylenchus* spp., seguido por los nemátodos de vida libre, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp. en las muestras de raíz. Mientras que las muestras de suelo indicaron que la mayor cantidad de nemátodos fueron los de vida libre seguido por *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Café

a. Origen y distribución del café

El género *Coffea* tiene alrededor de 80 especies originarias de África y Asia (Eskes, 1989); pero las de mayor importancia comercial son: *C. arabica* L y *C. canephora* L, que ocupan el 65 y 33% del área cultiva mundial, respectivamente la primera es la más apreciada y representa las dos cuartas partes de la producción mundial de café (Selva central, 2012). La variedad Arábica crece en altitudes superiores a 900 metros: cuanto mayor es la altitud, mejor serán las cualidades organolépticas del grano del café. La especie que se cultiva en la selva central, la *C. arabica* (Pérez *et al.*, 2011; Selva central, 2012).

b. Ubicación taxonómica

El sistema de Adolhp Englere (1964) citado por el Manual para la educación Agropecuaria (1982) la ubicación taxonómica es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Phanerogamae (Antophyta)
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotyledoneae
Sub Clase	:	Methachlamydaea
Orden	:	Gentianales
Familia	:	Rubiacea
Género	:	<i>Coffea</i>
Especie	:	<i>C. arabica</i> L.

c. Descripción del café

El café es un cultivo permanente, producido por el arbusto del cafeto. Estos arbustos requieren una temperatura elevada (20 a 25 °C), la precipitación anual debes estar entre 1500 a 2500mm. Es una planta de semi-sombra la humedad debe estar entre 18 a 25% (Selva central, 2012), también hay que proteger la planta de los vientos y de las temperaturas bajas (Agrobancó, 2007). La primera cosecha de un arbusto de café se produce alrededor de los dos años y le toma unos años más alcanzar su máxima producción. Los arbustos pueden producir frutos de calidad hasta los 20 años, posteriormente la calidad del fruto decaerá. (Agrobanco, 2007).

d. Morfología del café

El café es un arbusto que puede alcanzar entre dos y seis metros de altura, es de hoja perenne y comienza a producir flores a partir del primer año (Pérez *et al.*, 2011).

- ✓ **Raíz:** 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 encuentra en los primeros 30 cm del suelo con un radio de 2 a 2.5 cm a partir de la base del tronco. Los pelos absorbentes son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción del agua y nutrientes del suelo (Selva Central, 2012). Una raíz típica de una angiosperma presenta la siguiente estructura funcional.
- ✓ **Tallo:** Es leñoso, erecto y de longitud diversa de acuerdo a la variedad. Presenta particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo las ramas y las hojas (Selva Central, 2012, Bustillo, 2002).
- ✓ **Hojas:** Valenzuela (1988) menciona que es el órgano digestivo y respiratorio de la planta, la vista en un microscopio muestra que está llena de pequeñas vejigas y tiene cuatro capas. La lámina de la hoja mide de 12 a 24cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada (Selva Central, 2012, Bustillo, 2002).
- ✓ **Flor:** La floración del café es marcadamente estacional, generalmente coincide con la presencia de las primeras lluvias. En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales, el número promedio de flores por nudo es de 40 flores, en cada axila. El número de floración varía de acuerdo a 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 el polen alcanza los óvulos la fecundación se completa durante cuatro a seis días (Selva Central, 2012, Bustillo, 2002).

e. Variedades del café

El café se desarrolla con relativa facilidad, desde los 600 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el 75% de los cafetales está sobre los 1000 msnm. Los cafés del Perú son de la especie Arábica, que se comercializa bajo la categoría “otros suaves” (Agrobanco, 2007). Las dos especies más populares y cultivadas son: *C. arabica* y *C.*

canephora pertenecientes a las variedades Típica y Robusta respectivamente. Sin embargo, las variedades de mayor calidad y aceptación en el mercado mundial son las de variedad Típica (Selva central, 2012) existiendo otras variedades. Existen diferencias importantes entre las dos principales especies comerciales y deben ser tomadas en cuenta (FAO, 2011; Pérez *et al*, 2011).

f. Variedades cultivadas en el Perú

El cafeto se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 1.800 msnm. en casi todas las regiones geográficas del país, pero el 75% de los cafetales están sobre los 1.000 msnm y en zonas de bosque muy húmedo subtropical y bosque húmedo subtropical. El café está presente en 64 provincias de 12 regiones del país. Las variedades más cultivadas son Típica, Caturra, Catimores y Bourbon. No obstante, también se cultivan otras variedades como: Caturra Amarilla, Caturra roja, Catuai, Catimor, Costa Rica y Gran Colombia (Selva central, 2012, Bustillo, 2002).

g. Condiciones ecológicas para el cultivo del café

- ✓ **Clima:** El crecimiento y desarrollo vegetativo del café, están relacionados con factores medioambientales y edáficos de las zonas cafetaleras tales como: ubicación del predio (altitud, latitud), clima (temperatura, luz, humedad, precipitación) y tipo de suelo (características físicas y químicas) (Selva central, 2012). Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones adecuadas para la producción de café	
Condiciones	Rangos
Altitud (msnm)	1000-1600
Precipitación pluvial (mm)	1000-2500
Temperatura (°C)	18-22
Humedad relativa (%)	70-95

Fuente: DESCO-Programa selva central (2012)

Este conjunto de factores conforma el escenario donde interviene el agricultor cafetalero, aplicando un paquete tecnológico determinado, obteniendo así un nivel de productividad adecuado y frutos de buena calidad (Selva central, 2012).

- ✓ **Suelo:** Para la producción de café se requiere un suelo donde la textura debe tener una buena capacidad para retener el agua, debe ser franco arenoso, la profundidad es de 15-20cm la estructura debe ser granular, con la porosidad al 50% (45% de sustancia mineral y 5% de materia orgánica), el pH de 6.0-6.5 porque tiene mejor equilibrio de disponibilidad de nutrientes tanto de macro, como de micronutrientes (Motta, 1980).

Requieren suelos bien drenados, profundos ligeramente ácidos, ricos en nutrientes orgánicos, especialmente K. con pH de 5.0 a 6.0, buena aireación y el 60% de espacio poroso, en especial los suelos vírgenes recién roturados son los más apropiados para el desarrollo del cultivo (Valenzuela, 1989). Se necesita un pH de 4.5-5.5 el tipo ideal de suelo son los francos o francos arcillosos la textura para el café debe ser 20-35% de arcilla. Los tipos de suelo adecuados para el cultivo de café son de textura franca, con buena fertilidad, drenaje y aeración; de pH ácido a ligeramente ácido, buena profundidad efectiva y adecuado contenido de materia orgánica. En la selva del Perú existen cinco ordenes de suelos, entre los que predominan dos: Inceptisol y Alfisol, estos suelos son ideales para producir un café de excelente calidad (Selva central, 2012, Bustillo, 2002).

h. Propiedades químicas para el cultivo de café

- ✓ **Relación suelo – pH:** Esta propiedad determina el grado de acidez, neutralidad y alcalinidad. El pH regula la actividad microbiana del suelo y la naturaleza de las reacciones bioquímicas, así como también el comportamiento de los elementos nutritivos del suelo. El pH es afectado por factores de lixiviación, intemperización, saturación de base, saturación de aluminio, contenido de materia orgánica, entre otros juega un papel importante en el comportamiento de los elementos químicos del suelo por que al aumento de pH (alcalinidad), inhibe la reacción de compuestos o altera la capacidad de intercambio catiónico. El pH ideal para el cultivo de café esta entre 4.5 y 6 (Castañeda, 2000).
- ✓ **Conductividad eléctrica:** Si la solución del suelo contiene mayor cantidad de sales tendrá mayor conductividad eléctrica. El limite a considerar para el suelo

salino es de 4 Mmhos/cm de la conductividad eléctrica (Mejía, 2001, Selva central, 2012).

- ✓ **Materia orgánica:** Es una de las características más importantes del suelo pues a través de ellas se origina una serie de procesos que le dan vida y garantizan que otros componentes del sustrato se mantengan. Además, determinan la capacidad del suelo para retener humedad y nutrientes (Mejía, 2001, Selva central, 2012).
- ✓ **Nitrógeno (N):** Es importante como componente de las proteínas y de los compuestos proteicos favorece al comportamiento de la planta, su deficiencia produce una coloración amarillenta de las hojas y luego la defoliación de las plantas. Posteriormente dicha deficiencia se traduce en menor inflorescencia, débil macollamiento, poca resistencia de plagas y enfermedades y finalmente bajos rendimientos (Mejía, 2001, Selva central, 2012).
- ✓ **Fosforo (P):** Es parte de los ácidos nucleicos, núcleo de proteínas y fosfolípidos, a su vez interviene directamente en el flujo de energía e intercambio energético a través del adenosin difosfato (ADP) y el adenosin trifosfato (ATP). Es requerido en pocas proporciones en el café en comparación con el N y el K. el fosforo es necesario para el enraizamiento y maduración de los frutos; su deficiencia produce una decoloración amarillenta moteada que luego avanza a rojo purpure, esta deficiencia produce desprendimiento de hojas en ramas y frutos (Mejía, 2001, Selva central, 2012).
- ✓ **Potasio (K):** Este elemento interviene en la síntesis de proteínas e hidratos de carbono. Influyen en la firmeza de tejidos y así como en la resistencia y la calidad del fruto (llenado de grano). Su deficiencia se manifiesta en bajos rendimientos, poca estabilidad de la planta y mala calidad del grano. Además, el producto cosecho perece, porque produce un bloqueo en la síntesis de proteínas (escaso efecto del nitrógeno) con poca resistencia a heladas, enfermedades y plagas. El potasio es consumido en gran porcentaje en el fructificación (llenado de grano y maduración de grano) (Mejía, 2001, Selva central, 2012).

2.2.2. Plagas y enfermedades

a. Plagas

Agrios (1995); indican que las plagas más importantes son la broca del café *Hypothenemus hampei*. Mejía (2001) indica que la plaga más perjudicial es la broca del café que puede reducir hasta el 50 % de la producción.

b. Enfermedades

Mejia (2001) refiere que la enfermedad de mayor importancia es la roya amarilla *Hemileia vastatrix*, que ataca directamente a las hojas y ramas del café y los nemátodos fitoparásitos que atacan la raíz formando modulaciones.

2.2.3. Nemátodos fitoparásitos

Los nemátodos fitoparásitos son un grupo diverso de organismos parásitos generalmente encontrados en el suelo. Los nemátodos fitoparásitos generalmente tienen una longitud de 300 a 1000 μm . las hembras de algunos de algunos géneros pierden la forma vermiforme al llegar a la etapa adulta, tomando una forma de pera, esférica o de riñón (Coyne *et al.*, 2007). Es muy difícil observar a los nematodos en campo (Agrios, 2004).

Los nemátodos fitoparásitos poseen una estructura especializada para alimentarse denominada estilete; este es usado para inyectar enzimas dentro de las células vegetales y los tejidos para luego extraer su contenido celular (Coyne *et al.*, 2007).

2.2.4. Alimentación de los nemátodos fitoparásitos

Los nemátodos fitoparásitos son dependientes de la estructura de las plantas, para cumplir su desarrollo (ciclo de vida); son considerados parásitos obligatorios (Lima y Casa, 2006). Estos nemátodos se mueven con periodos de dormancia hasta que su hospedero sea localizado, estos movimientos son realizados por un estímulo a través de un químico atrayente. Una vez localizado su hospedero, el nemátodo a través de su estilete realiza perforaciones en el tejido, hasta encontrar un punto de alimentación (Freitas, Neves y Oliveira, 2007).

2.2.5. Fomas de parasitismo de los nemátodos fitoparásitos

- ✓ **Endoparásitos:** Son aquellos que introducen todo el cuerpo para alimentarse de todo el cilindro vascular de la raíz.
- ✓ **Semi-endoparásitos:** Son aquellos que introducen de forma parcial el cuerpo para alimentarse.
- ✓ **Ectoparásitos:** Son aquellos que introducen solo el estilete para su alimentación.
- ✓ **Sedentarios:** Se denomina así; cuando estos nemátodos encuentran un sitio de alimentación y culminan su ciclo de vida en ese lugar.

- ✓ **Migratorios:** Se denomina así; a los nemátodos que migran dentro y fuera de la raíz para su alimentación.

2.2.6. Géneros de nemátodos fitoparásitos

a. Género *Mesocriconema*

Denominado nemátodo anillado, se caracteriza por su cuerpo corto, robusto e intensamente anillado. Los nemátodos anillados son muy comunes, especialmente en cultivos permanentes; pueden ser muy abundantes en los suelos (Ferris, 1999). Se alimentan ecto-parásiticamente en las puntas de las raíces o incluso en raíces maduras. Estos nemátodos son de tipo migratorio, a menos que los espacios porosos del suelo limiten sus movimientos. Las etapas adultas de los nemátodos anillados más grandes aparentan ser sedentarias (Ferris, 1999).

b. Género *Dorylaimus*

Es uno de los géneros mejor representados en los ecosistemas del mundo ya que pueden encontrarse en diversos hábitats de bastante humedad en el suelo y en lugares con bastante materia orgánica (Mulvey y Anderson, 1979).

c. Género *Xiphinema*

Son ectoparásitos que se alimentan de las puntas de las raíces, producen síntomas muy similares a los nemátodos que se alimentan por desintegración de corteza radicular incluyendo necrosis y se detiene el crecimiento en la planta infectada (Ferris 1999).

d. Género *Pratylenchus*

El género *Pratylenchus* es el segundo más importante en el mundo siendo superado solo por *Meloidogyne* (Perry *et al.*, 2009) es un endoparásito migrador en su estadio juvenil dos, de hembra y macho. Normalmente se encuentra en el interior de la raíz (Tihohod, 2000).

2.2.7. Nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.)

a. Ubicación taxonómica

El género *Meloidogyne* Goeldi, 1892 agrupa a los nemátodos formadores de nódulos radicales y comprende al menos 80 especies (Siddiqi, 2000). En unos 76 países del trópico, subtropical, y zonas templadas se han identificado 54 especies de nemátodos de las cuales: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. megadora*, *M. hapla*,

M. arenaria, *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. africana*, y *M. paranaensis*, han sido encontradas parasitando raíces del café (Leguizamón, 2000).

Se ubica dentro de la siguiente clasificación taxonómico (Perry y Moens, 2014).

Phylum	:	Nematoda, Potts, 1932.
Clase	:	Chromadorea, Inglis, 1983.
Sub clase	:	Chromadoria, Pearse, 1942
Orden	:	Rhabditida, Chitwood, 1933
Suborden	:	Tylenchina, Chitwood 1950.
Infraorden	:	Tylenchomorpha, De Ley y Blaxter, 2002.
Superfamil	:	Tylenchoidea, Örley, 1880.
Familia	:	Meloidogynidae, Skarbilovich, 1959.
Subfamilia	:	Meloidogyninae, Skarbilovich 1959.
Género	:	<i>Meloidogyne</i> , Göldi 1892.

b. Descripción del género *Meloidogyne*

Los nemátodos son los más numerosos y antiguos del reino animal; su nombre deriva de la palabra griega *nema* = hilo, hebra o filamento y *ode*= parecido, que alude a una forma largada, ocupa casi todos los nichos y son componentes esenciales de todos los ecosistemas (Scurrah, 2008). La gran mayoría son acuáticos y aun los que viven en tierra depende de una lámina de agua para movilizarse por los poros del suelo o dentro de las plantas. Los nemátodos constituyen una parte importante de la rizosfera del suelo, donde pueden ser beneficiosos según la especie y el hábito, por lo que frecuentemente juegan un papel importante en crecimiento y productividad de las plantas; pocas veces es posible encontrar un cultivo libre de fitonemátodos. La categoría de este Phylum se divide en dos clases Adenophorea y Secernentea; en ambas hay especies de nemátodos parásitos de importancia económica para los vegetales (Cabezas, 2004). Los nemátodos parásitos de planta constituyen aproximadamente el 10% del total de nemátodos registrados, siendo más de 2000 las especies que causa daño en la agricultura (Scurrah, 2008).

Los nemátodos endoparásitos sedentarios del género *Meloidogyne* son considerados fitoparásitos obligados altamente especializados. Ésta característica, junto con su amplia distribución en el mundo, su extenso rango de hospedantes y

su interacción con otros fitopatógenos en complejos de enfermedades, hacen que sea el fitonemátodo de mayor impacto económico, objeto de diversas investigaciones tales como estudios de taxonomía, biología, interacciones planta-nemátodo y enfoques para su control (Chitwood y Perry, 2009).

c. Biología del género *Meloidogyne*

Los machos son vermiformes y miden aproximadamente de 600 a 2 500 μm . Las hembras tienen forma de pera y un tamaño aproximado de 350 a 3000 μm de largo por un ancho de 300 a 700 μm (Perry y Moens, 2013); cada hembra deposita aproximadamente entre 300 a 500 huevecillos que pueden llegar hasta 1 000 huevecillos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce (Agrios, 2011).

d. Ciclo biológico de *Meloidogyne*

- ✓ **Formación del huevo, juvenil dos (J2) y juvenil tres (J3):** Los huevos de *Meloidogyne* spp., (Figura 1) se encuentran inmersos en una masa gelatinosa, la cual los mantiene juntos y los. Las masas gelatinosas están compuestas por glicoproteínas y también se les atribuye propiedades antimicrobianas. Generalmente, están depositadas en la superficie de los nódulos, pero algunas veces se encuentran directamente sobre la superficie o dentro del tejido de la raíz de la planta hospedante. La masa de huevos es inicialmente suave, pegajosa y hialina, pero se hace más firme y de color marrón oscuro con el tiempo (Moens *et al.*, 2009). Se pueden encontrar más de 1000 huevos en una masa (Taylor y Sasser, 1983).

El desarrollo de un huevo comienza después de la ovoposición, se ve el primer estado juvenil completamente formado, enrollado y con un estilete. Se puede mover dentro del huevo, pero no es muy activo. La primera muda tiene lugar en el huevo (Figura 1) y no es difícil distinguir la cutícula del primer estado juvenil, sobresaliendo más allá de la cabeza del segundo estado juvenil (J2). Poco después este emerge, por medio de pinchazos repetidos con el estilete. La eclosión de los huevos es influenciada por la temperatura y ocurre sin requerir ningún estímulo por parte de la raíz de la planta (Taylor y Sasser, 1983; Karssen y Moens, 2006)

El juvenil (J2) de segundo estado que ha emergido se mueve a través del suelo en busca de una raíz de la que pueda alimentarse (Figura 1). Su capacidad de sobrevivir se ve reforzada por varias adaptaciones fisiológicas y bioquímicas,

incluyendo la quiescencia, la diapausa y las reservas de lípidos que prolongan su viabilidad hasta que llega e invade la planta hospedante (Moens *et al.*, 2009). Son atraídos por exudados radiculares, acumulándose y penetrando la raíz. Se considera que el dióxido de carbono es el factor más importante para atraer a los juveniles de segundo estado (Taylor y Sasser, 1983; Hussey y Janssen, 2001; Karssen y Moens, 2006). El juvenil de segundo estado penetra la raíz a través de un punto de la zona sub (Wyss *et al.*, 1992).

- ✓ **Formación del juvenil tres (J3) macho y hembra:** El nemátodo avanza hasta el tejido cortical y una vez allí la migración continua hasta llegar al cilindro vascular. El avance a través del espacio intercelular se realiza recurriendo a la separación de la laminilla media por medio mecánico a través de golpes de estilete, sin haberse precisado hasta la fecha si también ocurren mecanismos enzimáticos en el proceso. Cada juvenil establece su sitio permanente de alimentación una vez que alcance el cilindro vascular (Hussey y Williamson, 1998). Este sitio consiste en un conjunto de grandes células modificadas llamadas células gigante, caracterizadas por la presencia de muchos núcleos de gran tamaño altamente lobulados, con nucléolos prominentes, un alto número de orgánulos citoplasma. Los nemátodos absorben los nutrientes del citoplasma directamente o a través de tubos de alimentación sintetizados con tal propósito mediante las secreciones procedentes de las glándulas sub-esofágicas dorsales (Hussey y Mins, 1991).

Los nemátodos del nódulo de la raíz secretan a través de su cutícula, enzimas antioxidantes que son producidas en la hipodermis y protegen al nemátodo de la respuesta oxidativa del hospedante frente a la infección. (Abad *et al.*, 2009).

- ✓ **Juvenil cuatro (J4) macho y hembra:** Mientras se están formando las células gigantes y los nódulos, aumenta el ancho del nemátodo y hay una dilatación considerable de las glándulas esofágicas. Las células del primordio genital se dividen y este se agranda haciéndose notoria dos ramificaciones en la hembra o formando un cuerpo alargado en el macho (Figura 1) (Taylor y Sasser, 1983).

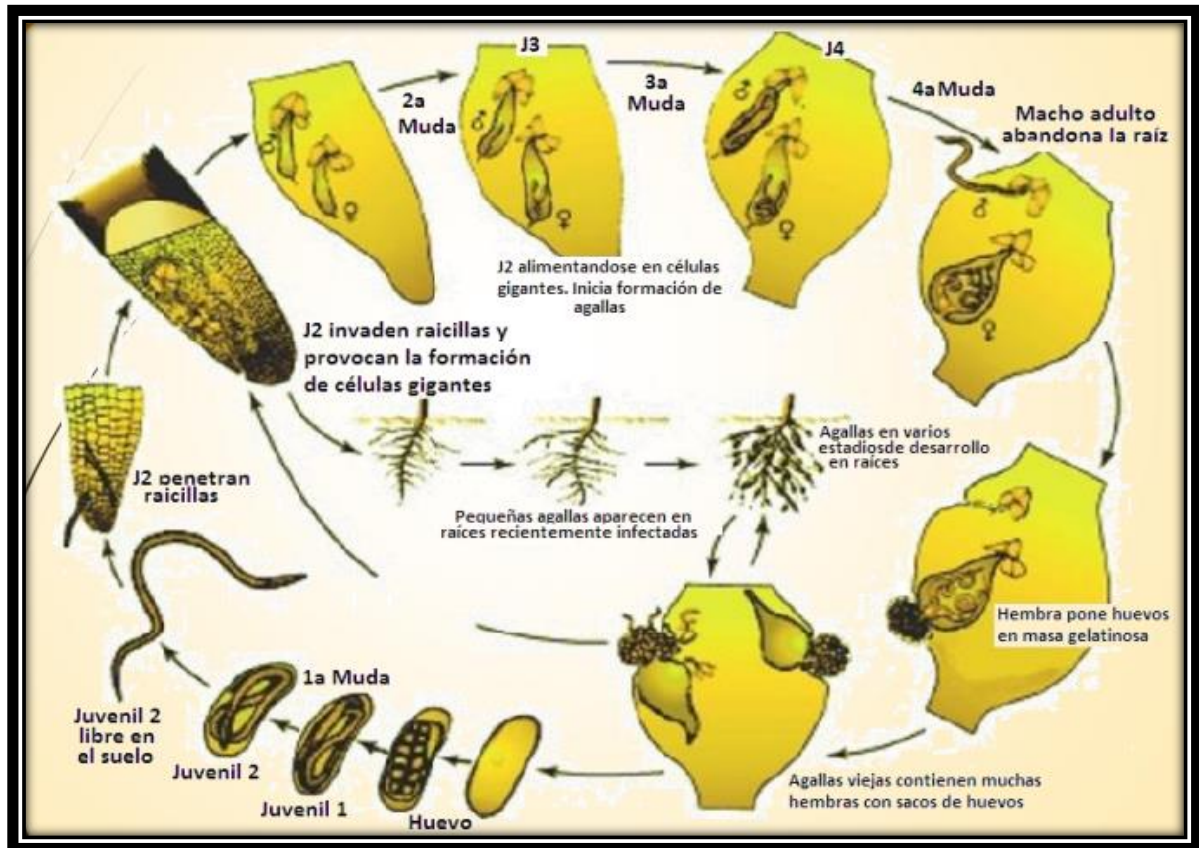


Figura 1: Ciclo de vida del género *Meloidogyne*

Fuente Papp (1999).

e. Macho y hembra adultos

Hembra: Cuando se completan la segunda y tercera muda en la hembra, evidenciadas por las dos cutículas desprendidas, el estilete y el bulbo esofágico medio desaparecen. Poco después de la cuarta muda el estilete y el bulbo medio son regenerados, se forma el útero, la vagina y el patrón perineal se hace visible. La hembra de la cuarta etapa continúa aumentando de grosor y un poco más de longitud, sufriendo la última muda y desarrollándose como hembra adulta, de forma piriforme. Las hembras pueden

producir huevos de dos a tres meses y viven algún tiempo después de poner huevos.
(Taylor y Sasser, 1983) (Figura 2).

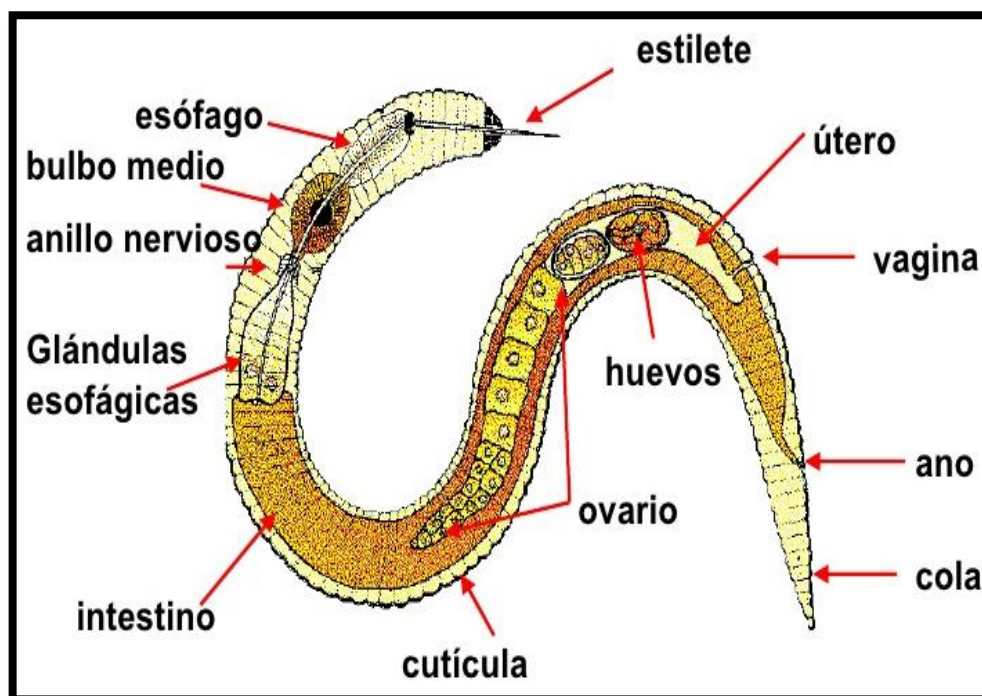


Figura 2: Esquema de un nematodo hembra.

Fuente: Fitosofia.blogspot.pe (2016).

Macho: Después de la tercera y cuarta muda en el macho, el estilete no es visible, el bulbo esofágico medio se ha degenerado y solo la gónada se ha alargado. Luego ocurre una rápida metamorfosis: el cuerpo alargado se desarrolla dentro de la cutícula, completo con el estilete esófago con bulbo medio, espículas, y esperma con testículos. El macho de la cuarta etapa es vermiforme y sufre una última muda y emerge de la raíz ya como adulto (Taylor y Sasser, 1983; Moens *et al.*, 2009).

f. Anatomía

Son de forma vermiforme (gusanos alargados), cilíndricos y microscópicos su longitud oscila entre 0.30 mm y 5.0 mm. En algunas especies existe dimorfismo sexual, teniendo hembras de cuerpo muy ensanchado a veces casi esférico, con un cuello acusado, los machos adultos son vermiformes. Los nemátodos fitoparásitos carecen de apéndices locomotores. La extremidad anterior suele ser ahusada y termina en una cabeza con una región labial. La extremidad posterior es cónica o redondeada, en la boca presenta un estilete a modo de aguja hipodérmica, de tamaño y formas variables, que clavan al vegetal al alimentarse. La parte posterior del estilete está

unida a los músculos que sirven para mover el estilete asíndolo salir de la abertura vocal para perforar las células vegetales. El tubo digestivo empieza en la boca y acaba en el ano comprende el esófago intestino y el recto, tienen un sistema excretor que consiste en un tubo que desemboca en un poro exterior, situado en la parte anterior; carecen de sistema circulatorio y respiratorio. La respiración la realizan a través de la cutícula, que puede ser o no anillada. El sistema nervioso está formado por un collar nervioso alrededor del esófago, así como órganos táctiles y quimiorreceptores repartidos por el cuerpo. La reproducción puede ser de tres formas; el sistema reproductor de la hembra consiste en uno o dos ovarios y vulva. El macho consta de uno o dos testículos con estructuras asociadas, espículas y un gubernaculo (Figura 3).

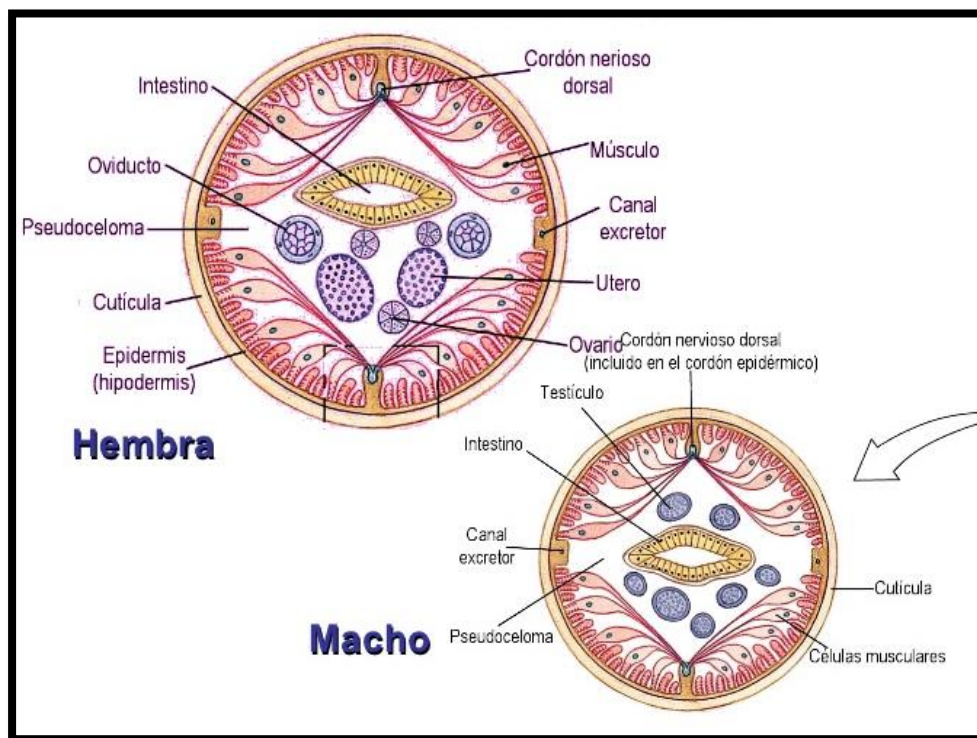


Figura 3: Anatomía interna de un nemátodo.

Fuente: Fitosofia.blogspot.pe (2016).

g. Formas de reproducción del género *Meloidogyne*

Existen tres tipos de reproducción del género *Meloidogyne*: (a) anfimixis, en el cual la esperma de los machos fertiliza los ovocitos de las hembras y posteriormente se produce una meiosis; (b) partenogénesis meiótica facultativa, en el cual la presencia de machos se produce una anfimixis, pero en su ausencia se lleva a cabo una meiosis en los ovocitos, con dos de sus núcleos con una reducción del

complemento cromosómico (el pronúcleo y el segundo cuerpo polar) posteriormente se fusionan (automixis), y (c) partenogénesis mitótica obligada donde los machos no están involucrados y uno de los dos núcleos producidos durante la división mitótica inicial dentro del ovocito se deteriora y el otro se convierte en precursor del embrión posterior (apomixis) (Chitwood y Perry, 2009).

h. Síntomas causados por el género *Meloidogyne*

Los síntomas en las plantas y su severidad varían de acuerdo a la especie del nematodo, edad y parte de la planta donde se presenta la lesión, (Guiñez *et al.*, 1993).

Además de la formación de nódulos, las raíces de plantas muy infectadas, son mucho más cortas, con menos raíces laterales y menos pelos radiculares; lo que lleva a la reducción del sistema radicular. La deformación en las raíces y su ineficiencia causan un desarrollo limitado; con una menor cantidad de hojas, las cuales son propios de la deficiencia de agua y nutrientes, aun cuando éstos abundan en el suelo (Taylor y Sasser, 1983; Agrios, 1996). Los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio ambiente, los cuales disminuyen el volumen de agua disponible para la planta. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas pequeñas, de color verde pálido o amarillento que tienen a marchitarse cuando el clima es cálido (Tihohod, 2000).

Los nemátodos del género *Meloidogyne* se reproducen y alimentan de células vegetales vivas modificadas en la raíz, en la que inducen nódulos; de ahí su nombre vernacular, los síntomas aéreos son similares a los producidos en plantas que tienen un sistema radicular afectado y en mal funcionamiento (Tihohod, 2000).

El tamaño y la forma del nódulo dependen de la especie de nemátodo, número de nemátodos en el tejido de la raíz, grado de susceptibilidad y edad de la planta hospedante. En los nódulos formados puede haber una o más hembras adultas, localizadas en el cilindro central. Con respecto a la especie de nemátodo; *M. hapla* es especialmente conocida por la alta incidencia de las raíces adventicias que se desarrollan a partir de nódulos radiculares; *M. trifoliophila*, en trébol, produce nódulos alargados dentro de los cuales se encuentran incrustadas masas de huevos; *M. partityla*, en pecano, no forma nódulos y tanto la hembra madura como la masa de huevos están expuestos en la superficie de la raíz (Moens *et al.*, 2009).

Algunos nódulos en la raíz pueden ser muy pequeños y no se pueden reconocer, Por ejemplo: en gramíneas, rara vez se forman nódulos; en cebolla, los nódulos son muy discretos, siendo notoria la producción de masas de huevos; en camote y pimiento, los nódulos son también generalmente pequeños. La mayoría de las plantas con raíces fibrosas o leñosas forman nódulos pequeños o indistintos, especialmente al comienzo de una temporada de cultivo o cuando la densidad de población de nemátodos es baja. Otras especies tienen una tendencia a producir nódulos en el extremo de la raíz. El algodón y el maní, son ejemplos de cultivos altamente sensibles en las que los nódulos en la raíz pueden ser difíciles de detectar en forma temprana, en la temporada de crecimiento; pero el gran número de nódulos pueden ser evidentes en la madurez del cultivo. Las plantas con raíces carnosas, especialmente las cucurbitáceas y tomate, desarrollan nódulos fácilmente detectables, a pesar de la baja incidencia de infección (Moens *et al.*, 2009).

Los síntomas más característicos de la enfermedad son los que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas. Las raíces infectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos a tres veces mayor al de las raíces sanas. Se producen varias infecciones sobre la misma raíz y las agallas en proceso de desarrollo le dan a la raíz una forma irregular., las raíces infectadas son más pequeñas y muestran varios grados de necrosis. Con frecuencia se produce la pudrición de las raíces, particularmente a finales de la estación (Agrios, 2011; Medina, 2014).

i. Especies del género *Meloidogyne* que afectan al cultivo de café

La determinación de las especies es un factor controversial en la taxonomía del género *Meloidogyne*. El estudio de la morfología y anatomía no ha sido suficiente para proporcionar una descripción objetiva que defina a cada una de las especies de *Meloidogyne* (Taylor y Sasser, 1983). En los últimos años, las herramientas más confiables para la identificación de las especies del género de *Meloidogyne* han sido las características bioquímicas y moleculares (Carneiro y Cofcewicz, 2008). En la Tabla 2 se muestran las 5 especies parásitas de café pertenecientes a este género.

Fuente: Carneiro y Cofcewicz, (2008).

Tabla 2. Especies del género <i>Meloidogyne</i> .	
Especies	Países
<i>M. incognita</i>	Brasil, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, India, Jamaica, México, Nicaragua, Tanzania, Estados Unidos (Hawai) y Venezuela.
<i>M. exigua</i>	Brasil, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Puerto Rico, Perú, República Dominicana, Venezuela, Panamá, y El Salvador.
<i>M. javanica</i>	Brasil, Cuba, El Salvador, India, Santo Tomé, Tanzania y Zaire.
<i>M. hapla</i>	Brasil, Congo, El Salvador, Guatemala, India, Tanzania, Kenia y Zaire.
<i>M. arenaria</i>	Cuba, El Salvador y Jamaica.

j. Ecología del género *Meloidogyne*

Taylor *et al* (1983) indican que las poblaciones mayor importancia, son las que habitan suelos agrícolas, la mayoría de las poblaciones se encuentran a 5 y 30 cm debajo de la superficie de suelo, decreciendo su densidad hasta 1 m de profundidad; un factor importante en la densidad de nemátodos es la temperatura del suelo que es mayormente determinada por el clima, el segundo factor más importante es la humedad del suelo que es mayormente determinada por la lluvia o tipo de irrigación.

k. Habitat del género *Meloidogyne*

Todas las especies de *Meloidogyne* se favorecen de texturas de suelo gruesas, suelos arenosos y muy pocas veces se encuentra a este género en suelos de textura fina con altos porcentajes de porosidad y arcillosos (Bridge y Starr, 2007).

l. Importancia económica

El nemátodo formador de nódulos de la raíz *Meloidogyne*, es una plaga de importancia económica en el mundo, especialmente en países tropicales y subtropicales. Se estimaron pérdidas promedio anual de la producción mundial causada por este nemátodo es alrededor de 115 mil millones de dólares anual (Luc *et al.*, 1990). El desarrollo y reproducción del nemátodo, en plantas muy susceptibles, permite el desarrollo de varias generaciones durante una temporada de cultivo; dando lugar a grandes daños agrícolas. Estos daños pueden consistir en diversos grados de retraso

en el crecimiento, falta de vigor y marchitez bajo estrés hídrico. La infección secundaria por otros patógenos a menudo resulta en una alta descomposición de los tejidos infectados. Al alterar la fisiología de las plantas hospedante, los nemátodos no sólo pueden reducir el rendimiento de los cultivos, sino también la calidad del producto (Moens *et al.*, 2009).

En general los nemátodos fitoparásitos causan pérdidas anuales entre 11 y 14% en cultivos de importancia económica (Sasser y Freckman, 1987; Agrios, 2005). En el cultivo de café puede ser tan severo que las plantaciones son abandonadas o remplazadas, en Sudamérica las pérdidas son de cientos de millones de dólares (Bridge y Starr, 2007).

m. *Meloidogyne exigua*

En Centro América la especie *M. exigua* ha sido reportada en Guatemala (Schieber y Sosa, 1960) en Costa Rica (Salas & Echandi, 1961) y en Nicaragua (Vega, 1982).

Síntomas primarios: Los más frecuentes son nudosidades enteras, del color normal de la raíz que pueden alcanzar 5mm de diámetro, ubicadas generalmente en las raíces laterales, sin causar su destrucción: es factible encontrar nudos pivotantes en la raíz cuando la semilla germina en suelo infectado por el nemátodo. Cuando el suelo proviene de cafetales muy infectados. Frecuentemente las masas de huevos se encuentran dentro de las nudosidades (Leguizamón, 2000).

Síntomas secundarios: Los más frecuentes observados son la reducción en altura y el poco desarrollo, mayor incidencia de mancha de hierro, con la consecuente defoliación a pesar del tratamiento del fungicida necesario. Estos síntomas son más claros después de tres meses después de la siembra de las plantaciones. No son evidentes cuando el almacigo está bajo sombra, con buen suministro de agua y buena fertilización la severidad del daño de *M. exigua* es menor ya que las nudosidades tienden a ser enteras, ósea no se reproducen por ruptura del tejido que permita la entrada de otros microorganismos del suelo y además la mayor frecuencia de ataque se presenta en las raíces laterales (Leguizamón, 2000).

n. *Meloidogyne javanica* y *M. incognita*

Síntomas primarios: Presencia de nudosidades necrosadas parcial o totalmente, de menor tamaño causadas por las de *M. exigua*, localizadas indistintamente en las raíces pivotante y laterales. En plantas de dos meses de edad, se observan en las nudosidades grumos pequeños de color café de varios tonos, que corresponden a las masas de huevos de hembras que ya alcanzaron la madures. Este mismo detalle se puede observar en las raíces laterales de plantas de mayor edad en las raíces menos necrosadas. En ataques avanzados, de plantas de más de tres meses de edad. Se observan agrietamientos longitudinales. En conjunto la raíz afectada por estas dos especies de *Meloidogyne* presenta poca cantidad de raíces laterales. La raíz pivotante se deforma y presenta engrosamiento fácilmente pivotante (Leguizamón, 2000).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Ano: En la hembra es la abertura ventral, terminal del intestino procedido del resto; en machos es la abertura cloacal. El ano marca el límite anterior de la cola (Perry y Moens; 2013).

Anfimixis: Procedimiento por el cual culmina y finaliza la fecundación (Perry y Moens; 2013).

Bulbos basales del esófago: Parte posterior final del esófago, expandido, conteniendo las glándulas salivales (Perry y Moens; 2013).

Bulbos del estilete: protuberancias basales del estilete, normalmente en número de tres (Perry y Moens; 2013).

Dimorfismo sexual: Diferencia de la morfología de las hembras en relación del macho (Perry y Moens; 2013).

Diseño perineal: Patrón de marcas cuticulares alrededor de la abertura vulvar. (Tihohod, 2000).

Electroforesis: Técnica para la separación de moléculas según la movilidad de éstas en un campo eléctrico (Tihohod, 2000).

Esterase: Enzimas que catalizan reacciones de hidrólisis de ésteres carboxílicos (carboxiesterasas), amidas (amidadas), ésteres de fosfato (fosfatasas), etc (Perry y Moens; 2013).

Estilete: Tuvo axial esclerotizado, de origen cuticular, una porción final de la cabeza tiene un lumen continuo con un lumen al esófago. Usado para penetrar una pared celular para retirar un alimento, para transportar enzimas digestivas para el interior de las células de un hospedero, y para retirar un contenido celular durante la digestión (Perry y Moens; 2013).

Estoma: Porción del tracto digestivo entre la abertura oral y el esófago (Perry y Moens; 2013).

Fusiforme: Organismo de forma de huso, es decir de forma alargada elipsoide y con las extremidades más estrechas que el centro (Tihohod, 2000).

Hipertrofia: Aumento de tamaño en las células de tejido radical vegetal alrededor de la cabeza del nemátodo parásito. Esto da lugar a la formación de sincitos (Tihohod, 2000).

Hiperplasia: Super multiplicación de células vegetales en forma desordenada alrededor de la cabeza del nemátodo (Tihohod, 2000).

Hospedante: Organismo que alberga a otro en su interior o lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de parásito, un comensal o un mutualista (Tihohod, 2000).

Identificar: Reconocer la identidad mediante características específicas propias de una especie (Tihohod, 2000).

Incidencia: Número de casos nuevos de una enfermedad en una población determinada (Tihohod, 2000).

Isoenzima: Enzimas que difieren en la secuencia de aminoácidos, pero que catalizan la misma reacción química (Perry y Moens; 2013).

Nemátodo fitoparásito: Nemátodos que tienen un estilete, que tiene la habilidad de punzar y succionar los líquidos de las células vegetales para alimentarse (Perry y Moens; 2013).

Odontoestilete: Tipo de estilete de muchos nemátodos de vida libre (Perry y Moens; 2013).

Odontoforo: Estructura secundaria de un odontoestilete, formado por la modificación de la región faringea anterior (Perry y Moens; 2013).

Ovocito: Gametocito hembra que participa en la reproducción (Perry y Moens; 2013).

Parasitismo: El parasitismo se produce cuando un individuo vive a expensas de otros; al que puede perjudicar (Perry y Moens; 2013).

Perineal: Relativo perineo (espacio entre el ano y los órganos genitales) (Perry y Moens; 2013).

Perineo: Area de la superficie del ano y la vulva área particular para el diagnóstico de nematodos del nódulo de la raíz (Perry y Moens; 2013).

Periforme: Hembra en forma de pera, característica típica del género *Meloidogyne* (Perry y Moens; 2013).

Poliacrilamida: Polímero generado a partir de la acrilamida y bisacrilamida; forma de un gel con poros más pequeños que la agarosa. Se usa como medio separador para realizar la electroforesis de macromoléculas, en especial proteínas y fragmentos de ácidos nucleicos (Perry y Moens; 2013)

Vermiforme: Es un adjetivo utilizado para caracterizar seres vivos o estructuras que tienen forma parecida a un gusano o verme (Perry y Moens; 2013).

Vulva: Es la salida del aparato reproductor. Es el órgano genital de la hembra, el órgano de la copula (Perry y Moens; 2013).

Zona perineal: Se observa en la parte posterior de cuerpo de las hembras ensanchadas. En esta zona se mantiene los rezagos de las líneas transversales y longitudinales (Perry y Moens; 2013).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este trabajo de investigación se desarrolló en el mega laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano; la caracterización bioquímica se realizó en el laboratorio de electroforesis, ambiente del laboratorio de Entomología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica– Puno cuya ubicación geográfica es: 15°49'23.34''S y 70°01'09.79''O.

Las fotos de los nemátodos fitoparásitos (50 µm, 100 µm y 200 µm) fueron fotografiadas y medidas en el laboratorio de Fitopatología y Nematología de Embrapa Clima Temperado/Brasil.

3.1.1. Duración

La colecta de muestras, se realizó de enero a febrero del 2016 en 3 distritos de la región Puno y el procesamiento de muestras de suelo tuvo una duración de seis meses.

3.1.2. Área de estudio

La colecta de suelos y raíces fueron en los distritos de San Juan del Oro (Challuma, Yanamayo, San Martín), San Gabán (San Garani, Casahuire, Churumayo) y Putina Punco (Chunchusmayo, Huaranca, Santa fe, Arco Punco, Tunquipata). Colectando 129 muestras de suelo (Figura 4,5,6,7).

3.1.3. Metodología

El trabajo de investigación fue desarrollado en tres fases; la fase de campo; la fase de laboratorio y la fase final; en el laboratorio de electroforesis en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias.

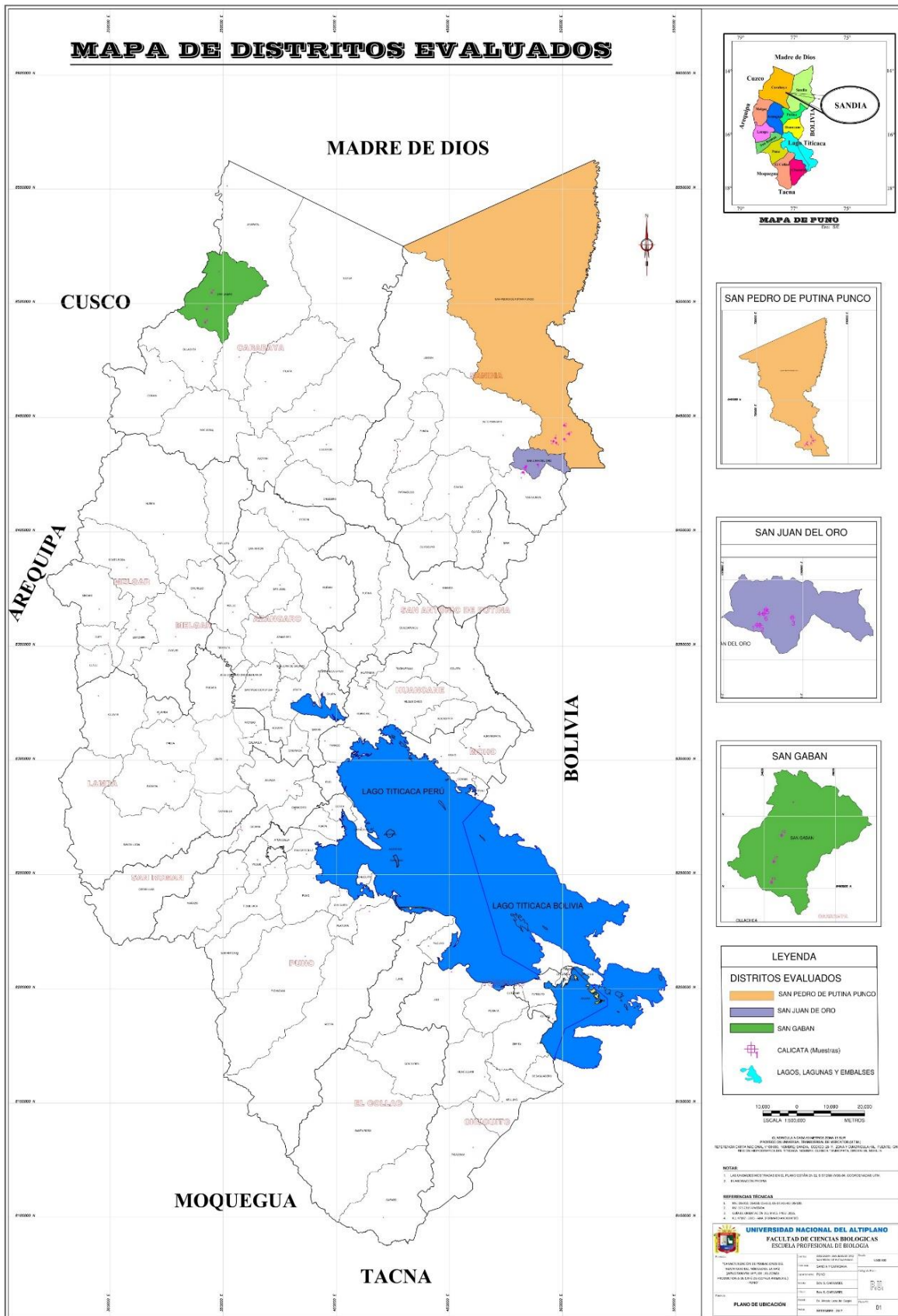


Figura 4: Distribucion de las muestras colectadas en los distritos de la región Puno.

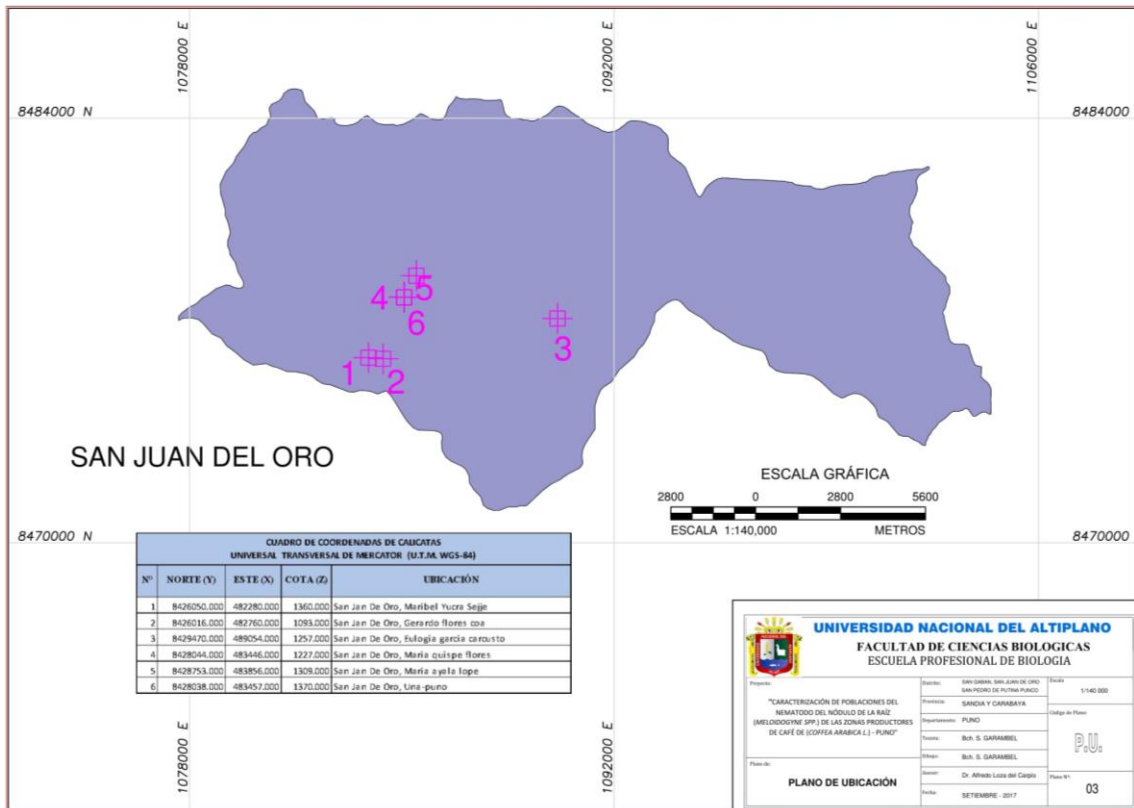


Figura 5: Distribucion de las muestras coelctadas en el distrito de San Juan de oro.

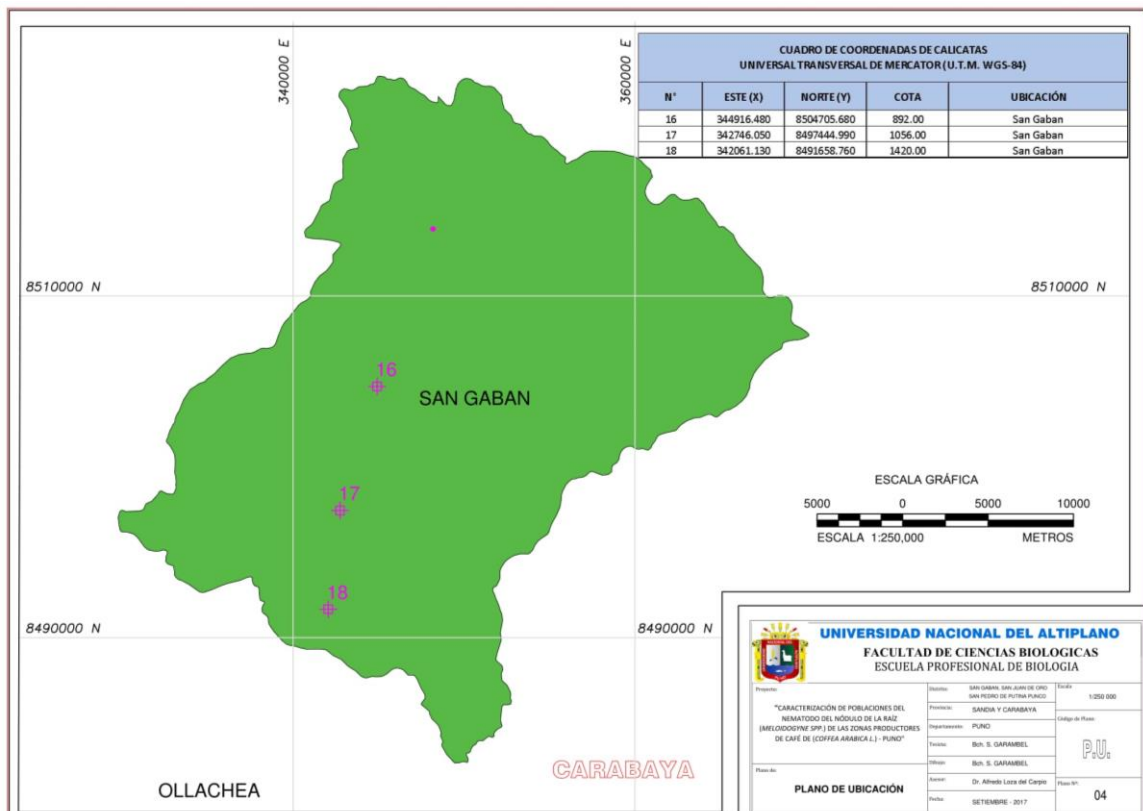


Figura 6: Distribucion de las muestras coelctadas en el distrito de San Gabán.

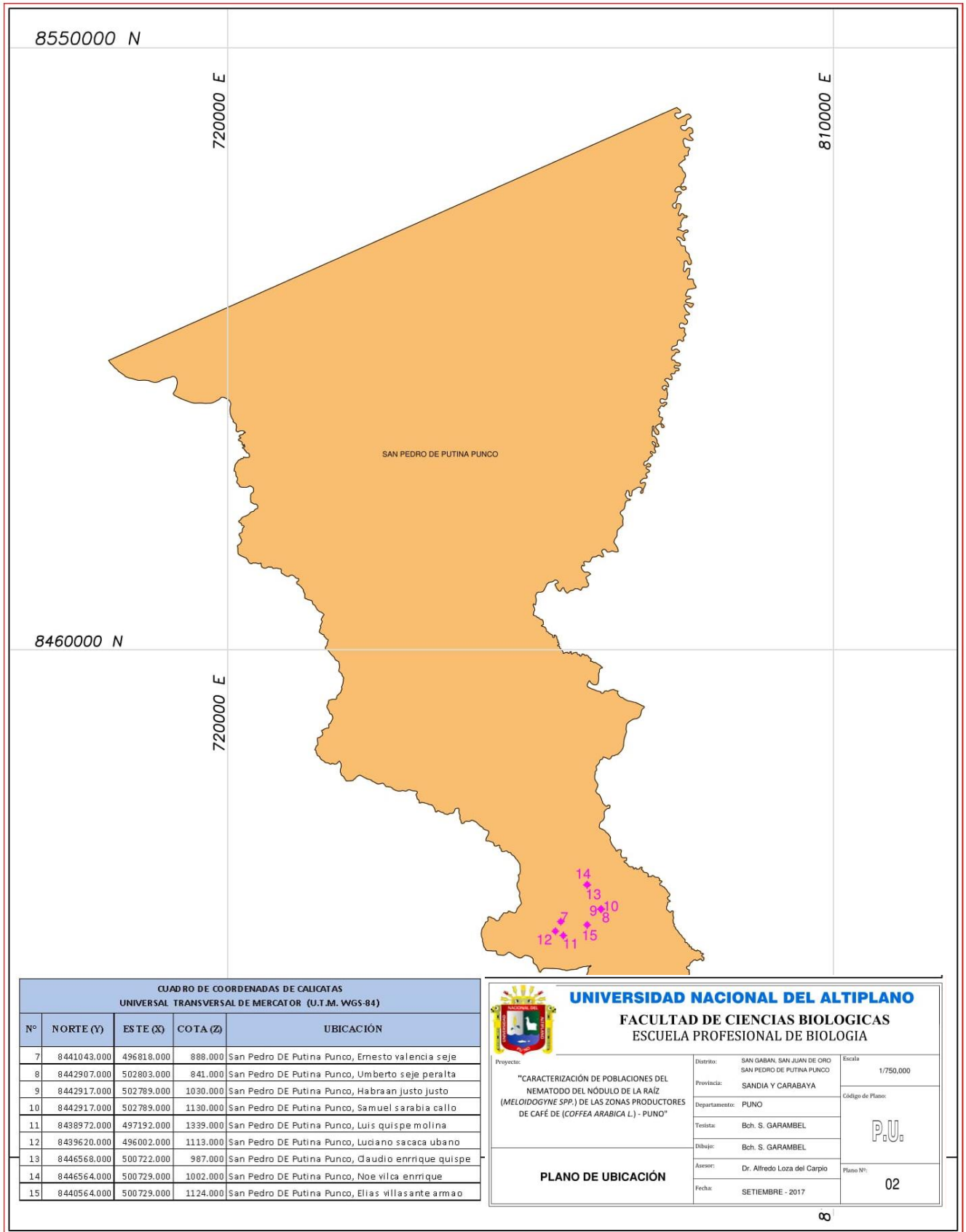


Figura 7: Distribucion de las muestras colecctadas en el distrito de San Pedro de Putina Punco.

3.1.4. Identificación y caracterización de géneros de nemátodos fitoparásitos

La colecta de muestras se ejecutó en los distritos de San Juan del Oro; San Gabán y San Pedro de Putina Punco.

a. Colecta de muestras de suelo y raíz

La colecta de muestras se realizó recorriendo el área en zigzag y abriendo el suelo en forma de “V”, a una profundidad de 25 a 30 cm se tomaron 3 muestras de suelo por planta, y se colocaron en un balde para uniformizarlas, acto seguido se extrajo 500 g. de suelo y colocados en una bolsa rotulada. En San Juan de Oro, se tomaron tres puntos de colecta, en Putina punco se tomaron 5 puntos de colecta y finalmente en San Gabán se tomaron 3 puntos de colecta y junto a las muestras de suelo, se tomaron muestras de las raíces infectadas de café que presentaron nodulaciones (Figura 8C Y 8D).

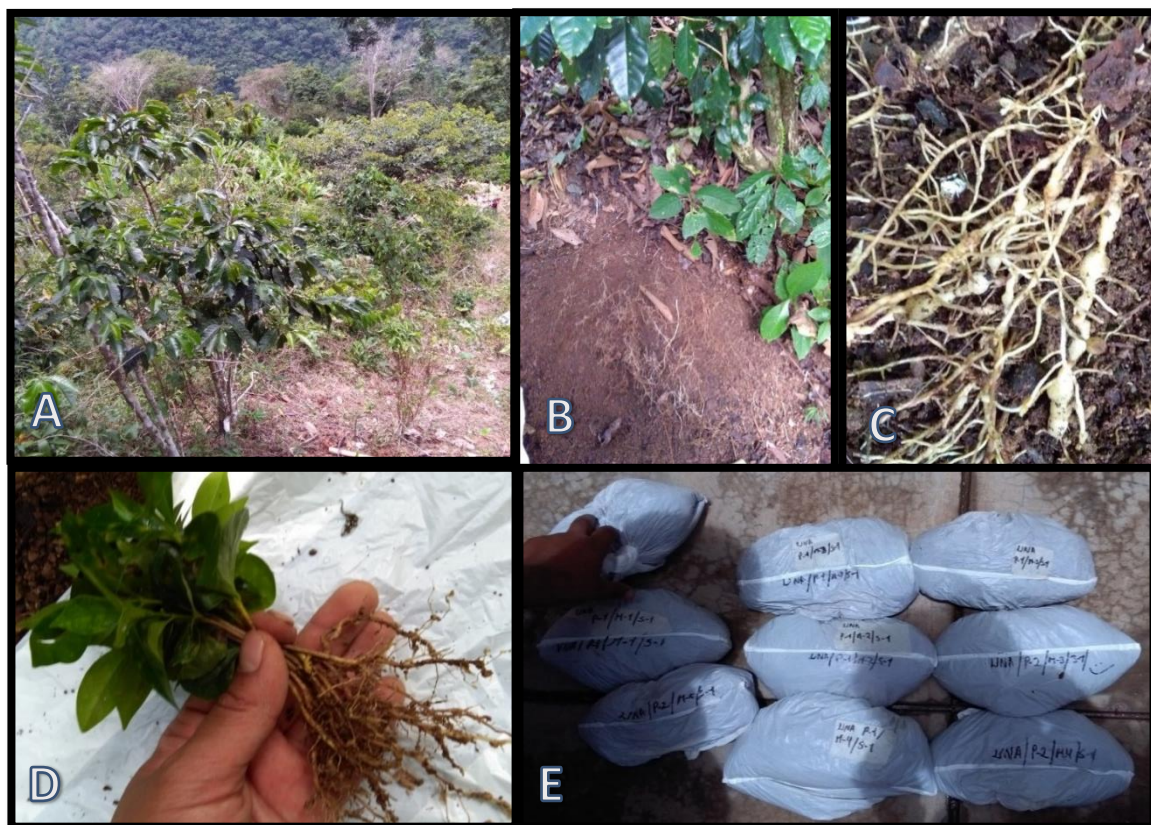


Figura 8: Colecta de muestras de suelo del cultivo de café ; A y B: Colecta de muestras de suelos de café del distrito de San Juan de Oro; C y D: Raíces y plantones infectados con *Meloidogyne* spp.; E: Muestras recolectadas de suelo del cultivo de café.

b. Método de fluctuación centrífuga para la determinación de nemátodos en muestras de suelo con solución de sacarosa (Jenkins, 1964)

Se tomaron 100 gramos de suelos en un Becker y se vertieron en un balde con un litro de agua, mezclándose y desagregando los terrones de suelo, el líquido en suspensión se vertió a través de un tamiz de 60 Mesh (0.420 mm), 100 Mesh (0.149 mm) y 400 Mesh (0.037 mm). Se recolectó 50 mL de los dos últimos tamices agregando una cucharada de cal hidratada que fue centrifugadas por cinco minutos (1750 rpm). Al finalizar se eliminó cuidadosamente el sobrenadante, añadiéndose solución de sacarosa y centrifugado por un minuto; la solución final se vertió al tamiz de 400



Figura 9: Proceso de lavado y centrifugación de las muestras de suelo de café A: Muestra de suelo de café, B: Lavado de muestra del suelo de café, C: Tamizado de suelo de café, D: Recolección de muestra de suelo de café, E: Agregado de cal a la muestra de suelo de café, F: Centrifugación de las muestras de suelo de café, G: Agregado de solución de sacarosa, H e I: Recolección de los nemátodos.

Mesh y lavado con abundante agua (para retirar la solución de sacarosa) para su análisis en estereoscopio (Figura 9).

c. Técnica de la licuadora con centrifuga para muestras de raíces (Coolen y D'herde, 1972)

Las raíces infectadas fueron lavadas cuidadosamente, cortadas en pedazos de aproximadamente 1 cm (se pesaron 10 gramos) y colocadas en una licuadora, para añadirles solución de hipoclorito de sodio (NaOCL) trituradas por dos minutos, el resultado se filtró por los tamices 60, 100 y 400 Mesh, recolectando 50mL que fueron colocados en un Becker (Figura 10).



Figura 10: Proceso de lavado y centrifugación de las muestras de suelo del café; A: Muestra de raíz de café, B: Lavado de muestra de raíz, C: Muestra de raíz lavada, D: Agregado de cloro a la muestra, E: Trozado de raíz, F: Licuado de raíz, G: Tamizado de raíz, H: Lavado de muestra de raíz, I: Muestra de nemátodos.

3.1.5. Presencia de especies dentro del género *Meloidogyne*

a. Análisis electroforético de isoenzimas

Se tomaron 40 hembras adultas de coloración blanca lechosa provenientes de las raíces con nodulaciones del café del distrito de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán con la ayuda de una aguja punta fina en el estereoscopio (Figura 11B). Las masas de huevos de las respectivas hembras se almacenaron en tubos capilares conteniendo solución salina al 0.1%. Cada hembra se colocó en un tubo (2-3 μ L) de del tampón de extracción (solución sacarosa). En este tiempo se preparó el gel de poliacrilamida al 7% (11 x 18 cm de espesor); las hembras fueron reventadas con la ayuda de una jeringa (Hamilton), este contenido se extrajo y se colocó en el papel filtro (3 mm) whatman (este colocado en el gel de poliacrilamida). Se depositó una gota de azul de bromofenol (0.01%) en el papel filtro, al inicio, medio y final del gel de poliacrilamida (Figura 11H), el gel se colocó en una cuba de electroforesis a 80 voltios a una temperatura 5°C. Después de la migración del gel (4-5 horas) el gel fue sometido a la enzima esterase, utilizando una solución de 50 mL de tampón fosfato (50 mg de Fast Blue RR sal) y 1.5 mL de α -naftil acetato 1%), el gel permaneció en una incubadora a 37°C de 20 a 30 minutos, hasta que las bandas esterásticas (oscuro) aparezca sobre el fondo claro después los geles se transfirieron a una solución que contenga 10% de ácido acético y alcohol metílico al 40% durante 30 minutos (Fijación), al día siguiente este gel se colocó en papel celofán y fue secado a temperatura ambiente. Finalmente, la identificación se realizó mediante el cálculo de movilidad relativa (MR) de cada banda polimórfica donde se obtuvo *M. exigua* (Figura 11).

b. Identificación por medio del patron perineal

En este método se observan las marcas cuticulares que se definen por las características de cada especie, como el campo lateral, la forma del arco dorsal y estrías, de la región del ano y la vulva, donde se observa las marcas cuticulares que se encuentran en el perineo (Figura 13B y 23).

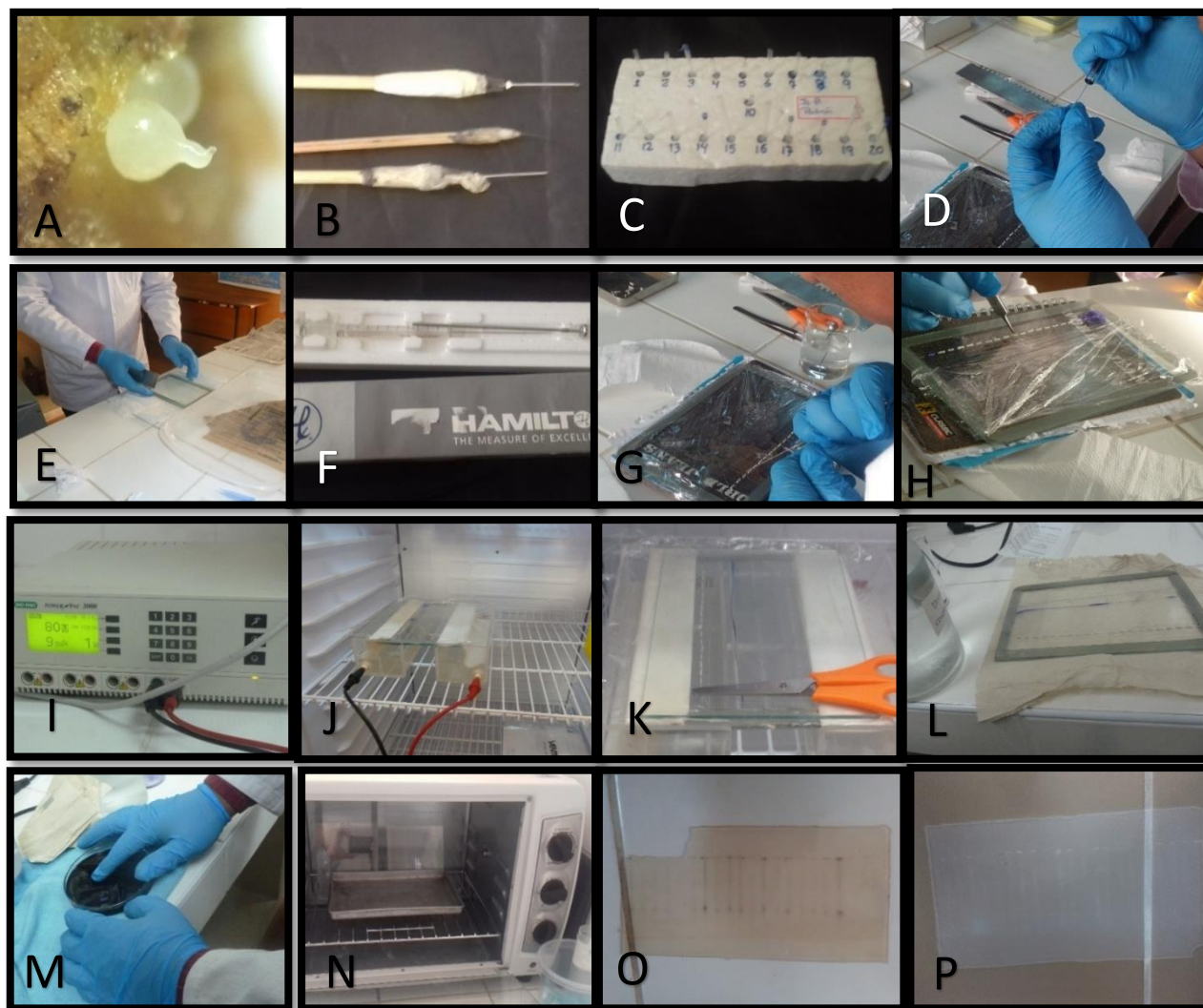


Figura 11: Descripción del proceso de electroforesis; A: Muestra de la hembra del género *Meloidogyne*, B: Instrumentos para retirar la hembra del género *Meloidogyne*, C: Macerado de la hembra en solución de sacarosa, D: Extracción de la muestra de ADN, E: Jeringa Hamilton, F: Gel de poliacrilamida, G: puesta de la muestra de ADN en papel filtro, H: Puesta de una gota de azul de bromofenol. I y J: Puesta del gel a la cuba, K: Migración de gotas de bromofenol en el gel de poliacrilamida, L: Gel de poliacrilamida con migración completa; M: Fijación de gel en acetato, N: Ingreso del gel de poliacrilamida a fijación, O: Gel de poliacrilamida de San Juan de Oro, P: Gel de poliacrilamida de San Pedro de Putina Punco.

3.1.6. Densidad y fluctuación poblacional de nemátodos fitoparásitos

a. Identificación morfológica de los nemátodos fitoparásitos

Los nemátodos extraídos fueron puestos individualmente en láminas porta objetos con solución formalina al 4% para la conservación de las mismas. Tres individuos (juveniles y adultos) de los géneros encontrados fueron analizados, por sus características morfológicas y morfométricas: forma del cuerpo, forma de la cabeza, presencia o ausencia de anillos en la cutícula, tipo de estilete, forma de la

terminación de la cola (Hunt y Handoo, 2009); también se realizó las mediciones de longitudes de cuerpo y estilete en individuos de diferente géneros a través de un microscopio de eléctrico de barrido (Figura 12) y el conteo de nemátodos fue realizado por un profesional del área. Se utilizo el programa Excel y SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para los graficos de las densidad y fluctuación poblacional.

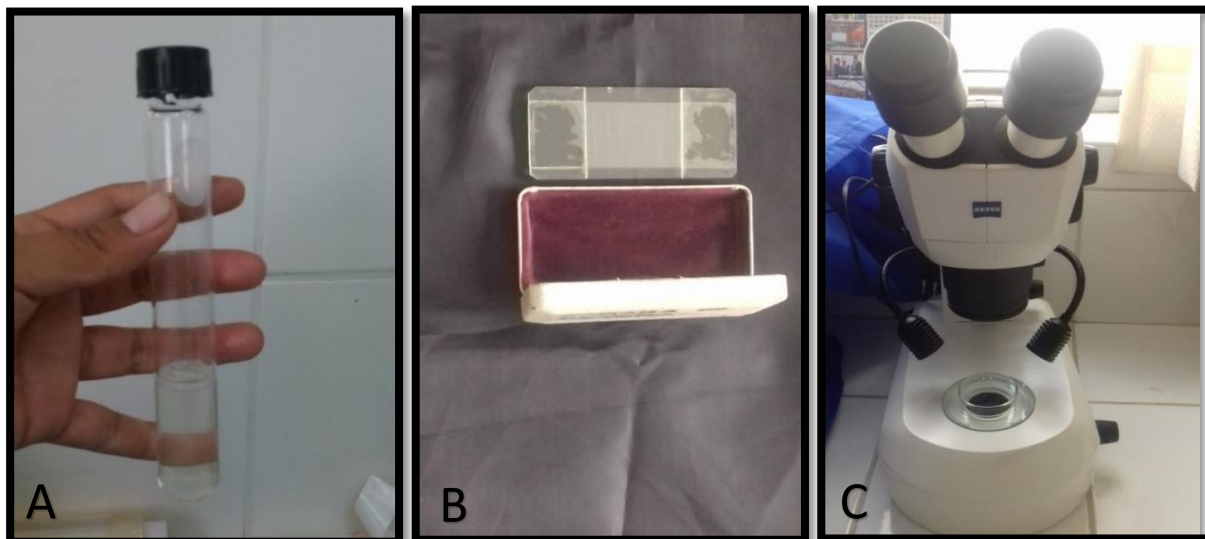


Figura 12: Conteo de nemátodos; A: Nemátodos colectados de las muestras de suelo de café, B: Cubre y porta objetos, C: Estereoscopio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización e identificación de géneros fitoparásitos

En las 129 muestras de suelo colectadas en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán; se encontraron 8 géneros de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de café: *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Mesocriconema*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Hemicyclophora* y nemátodos de vida libre (*Mononchus* y otros); con una frecuencia de 95%, 91%, 13%, 20%, 63%, 6%, 2%, 3%, y 93% y 7% para la Región Puno.

El género *Tylenchus* no fue encontrado en los distritos de San Juan de Oro y San Gabán; los géneros *Pratylenchus*, *Xifinema*, *Monochus* y *Hemicyclphora* no fueron encontrados en el distrito de San Gabán.

Tabla 3: Frecuencia de los géneros encontrados en los distritos evaluados de la Región Puno.

			<i>Meloidogyne</i>	<i>Vida Libre</i>	<i>Hemicyclophora</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Xifinema</i>	<i>Mesocriconema</i>	<i>Dorylaimus</i>	<i>Tylenchus</i>	<i>Hemicyclophora</i>	<i>Monochus</i>
Frecuencia general	Puno	%	95	93	91	13	20	63	6	2	3	7
	San Juan de Oro	%	95	93	95	15	10	53	1.7	0	2	3.3
	San Pedro Putina Punco	%	95	92	93	13	33	73	8.3	3.3	5	12
	San Gabán	%	100	100	44	0	0	56	22	0	0	0

4.1.1. Identificación morfológica y morfométrica del género *Meloidogyne*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Meloidogyne*; estos nemátodos presentaron la parte posterior de forma conoide y terminación en punta estrecha y redondeada (Figura 13A), realizadas las mediciones presento una longitud total de 364.480 μm (Figura 13A) y una longitud de estilete de 13.138 μm (Figura 13B); las muestras extraídas de las hembras de raíces presentan una forma de pera (piriforme) (Figura 13B) con un cuello alargado y de coloración blanquecina.

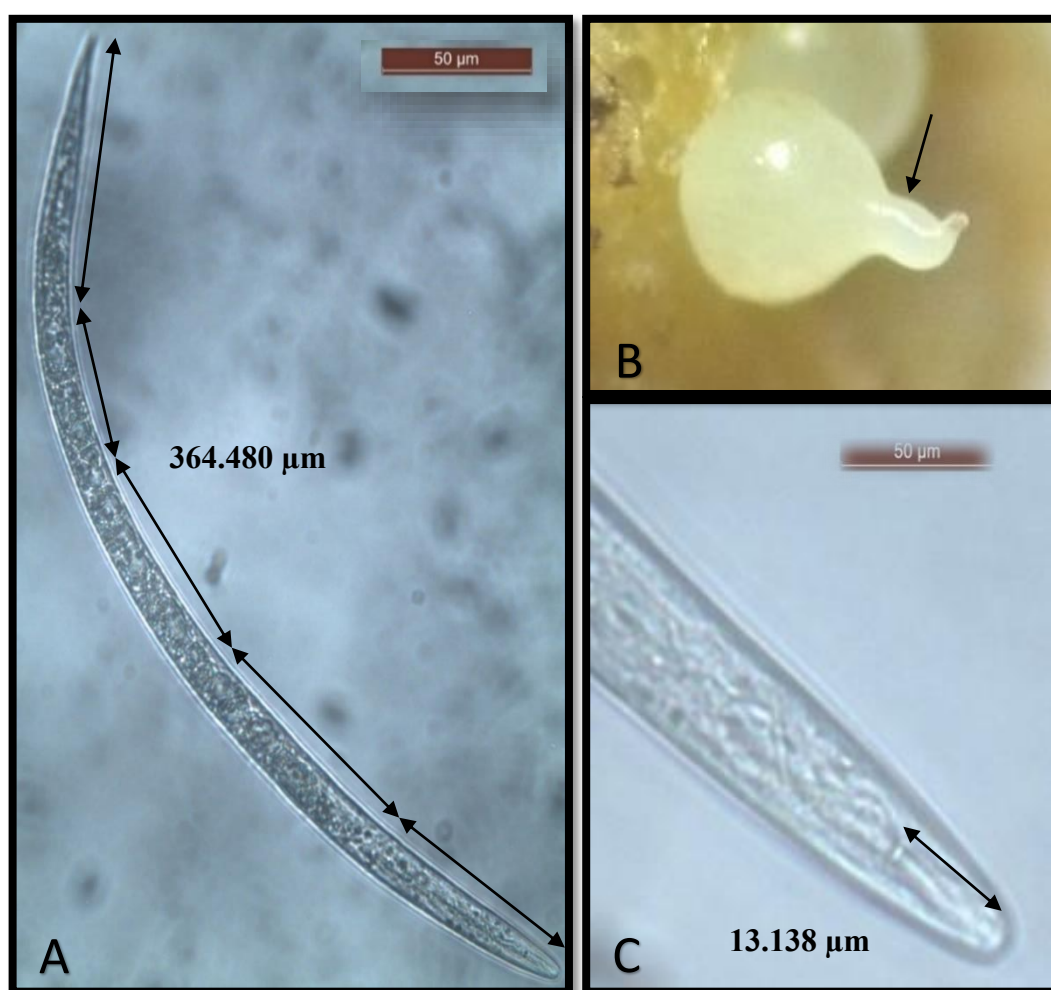


Figura 13: Género *Meloidogyne*; A: Longitud total de cuerpo, B: Longitud de estilete y C: Hembra adulta de *Meloidogyne exigua*, detallando en cuello alargado.

Perry y Moens (2013), indican que el género *Meloidogyne* en su estadio infectivo; juvenil 2 (J2), son de forma vermiforme con una longitud del cuerpo que varía de 250 a 600 μm y la longitud del estilete varia de 9 a 16 μm , estas medidas concuerdan con las muestras

extraídas. Karssen y Moens (2013), indican que la cola es conoide, redondeada y termina en punta estrecha en estado juvenil (Figura 13A), semejantes a las imágenes tomadas; Eisenback y Hirschmann (1991) mencionan que el cuello alargado de la hembra adulta de *Meloidogyne*, (Figura 13B) es una característica típica del género, confirmando las presencias *Meloidogyne* en los distritos evaluados.

4.1.2. Identificación morfológica y morfométrica del género *Helicotylenchus*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Helicotylenchus*, donde se observó una estructura cefálica bien desarrollada, la región de cabeza es alta, cónica y redondeada; presenta una vulva en la parte media del cuerpo, tiene un estilete robusto donde sus bulbos medios son redondeados y muy notorios, con una cola en terminación curvada (Figura 14B); las mediciones del nemátodo indicaron que la longitud promedio del cuerpo es 549.265 μm (Figura 14A) y una longitud de estilete de 20.597 μm (Figura 14B).

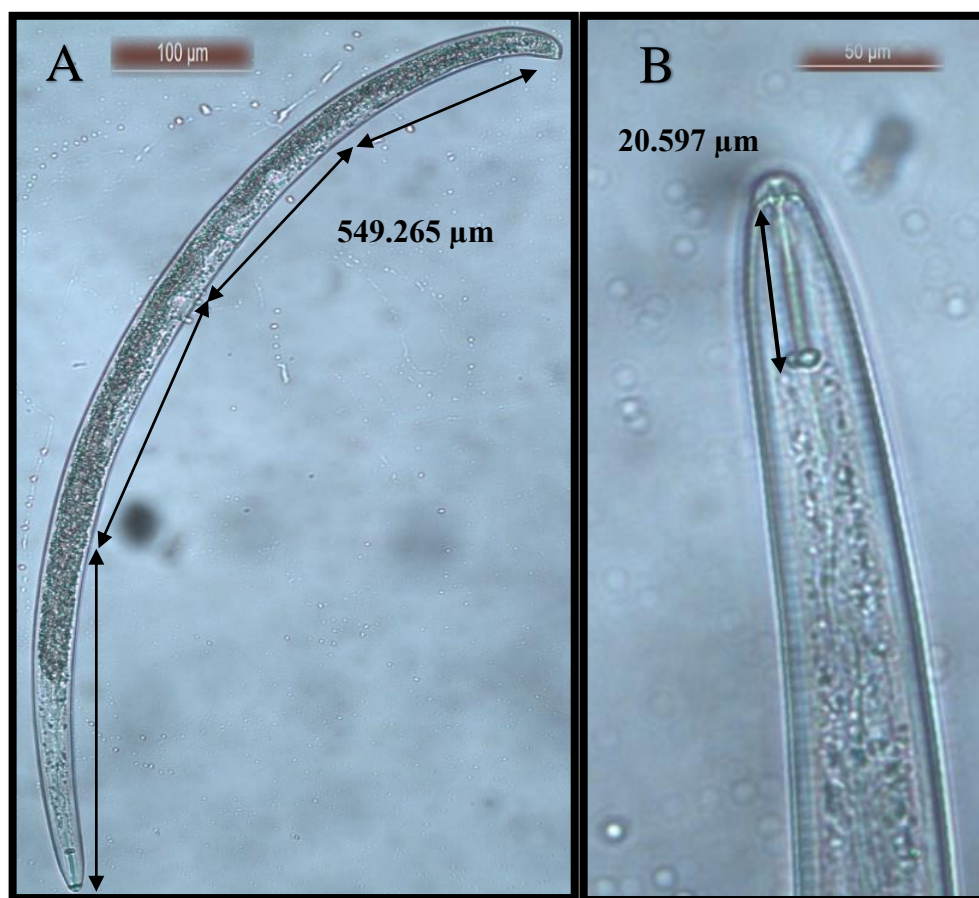


Figura 14: Género *Helicotylenchus*; A: Longitud del cuerpo de la hembra y B: Longitud de estilete.

Main y Mullin (1996) refieren que la cabeza en cónica y redondeada, es una característica fundamental para la evaluación morfológica del género *Helicotylenchus*, y Ferris (1999) menciona que la terminación de la cola es curvada; lo cual confirma la presencia del género *Helicotylenchus* (Figura 14A); Schreck *et al.* (2010) indica que la longitud del cuerpo del género *Helicotylenchus* varía de 150 a 890 μm en hembras y 530 a 700 μm en machos y la longitud del estilete puede variar de 22 a 26 μm en hembras y de 20 a 23 μm en machos; validando los datos recolectados en las mediciones realizadas (Figura 14 A y B), ya que el género *Helicotylenchus* encontrado mide 549.265 μm y tiene una longitud de estilete de 20.597 μm .

4.1.3. Identificación morfológica y morfométrica del género *Mesocriconema*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Mesocriconema*, los individuos extraídos presentaron una cutícula gruesa e intensamente anillada, altamente definida y notoria con un cuerpo corto (Figura 15A), las mediciones realizadas indican que la longitud de cuerpo es de 495.066 μm (Figura 15A) y la longitud de estilete es de 74.248 μm (Figura 15B).

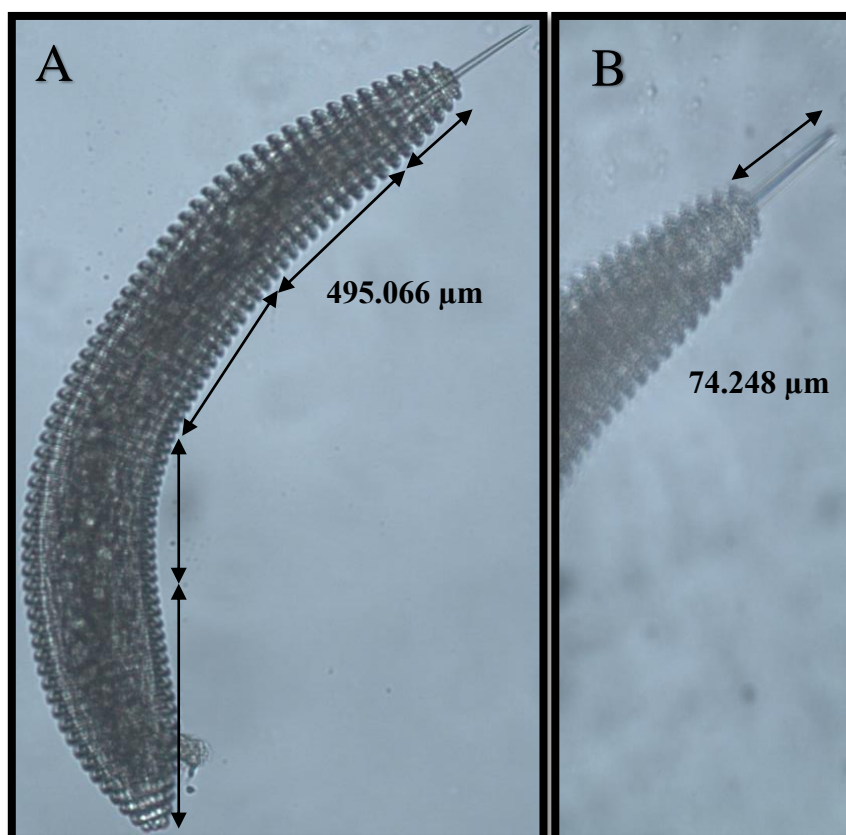


Figura 15: Género *Mesocriconema*; A: Longitud de cuerpo y B: Longitud de estilete.

Ferris (1999), indica que el género *Mesocriconema* presentan una cutícula gruesa, robusta e intensamente anillada y son de cuerpo corto, confirmando la presencia del género *Mesocriconema* en el cultivo de café; Tihohod (2000) indica que la longitud del estilete varia de 59 a 64 μm , que no concuerda con la longitud del estilete medida en el trabajo de investigación, estos se puede atribuir a los factores climáticos, la microfauna y la alta competitividad por alimento; Perry y Moens (2013) mencionan que la longitud de cuerpo varia de 200 a 1000 μm ; esta medición encaja con la longitud de cuerpo medida (Figura 15A).

4.1.4. Identificación morfológica y morfométrica Género *Dorylaimus*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Dorylaimus*; las mediciones de estos nemátodos indicaron una longitud de cuerpo muy largo de 771.3 μm (Figura 16A) y la longitud de estilete de 176.3 μm (odontoestilete) (Figura 16B) y la terminación de la cola es ligeramente curvada.



Figura 16: Género *Dorylaimus*; a: Longitud de cuerpo y B: Vista del estilete (odontoestilete).

Mulvey y Anerson (1979), ratificado por Sen, Chatterjee y Manna (2011) indican que en machos el extremo superior es ventralmente más curvado que en hembras y la longitud del cuerpo puede variar de 1,145.5 a 2,016 μm , esta medida es menor a la encontrada en las muestras de suelo en el café se puede atribuir a las condiciones climáticas y la alta competitividad de la microfauna y la longitud del estilete puede variar de 174 a 210 μm ; Esta medida concuerda con la medición realizada (Figura 16B).

4.1.5. Identificación morfológica y morfométrica del género *Xiphinema*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *xiphinema*; estos presentaron un cuerpo vermiforme, con una longitud de cuerpo muy larga y la longitud de estilete de 158.2 μm (Figura 17B).

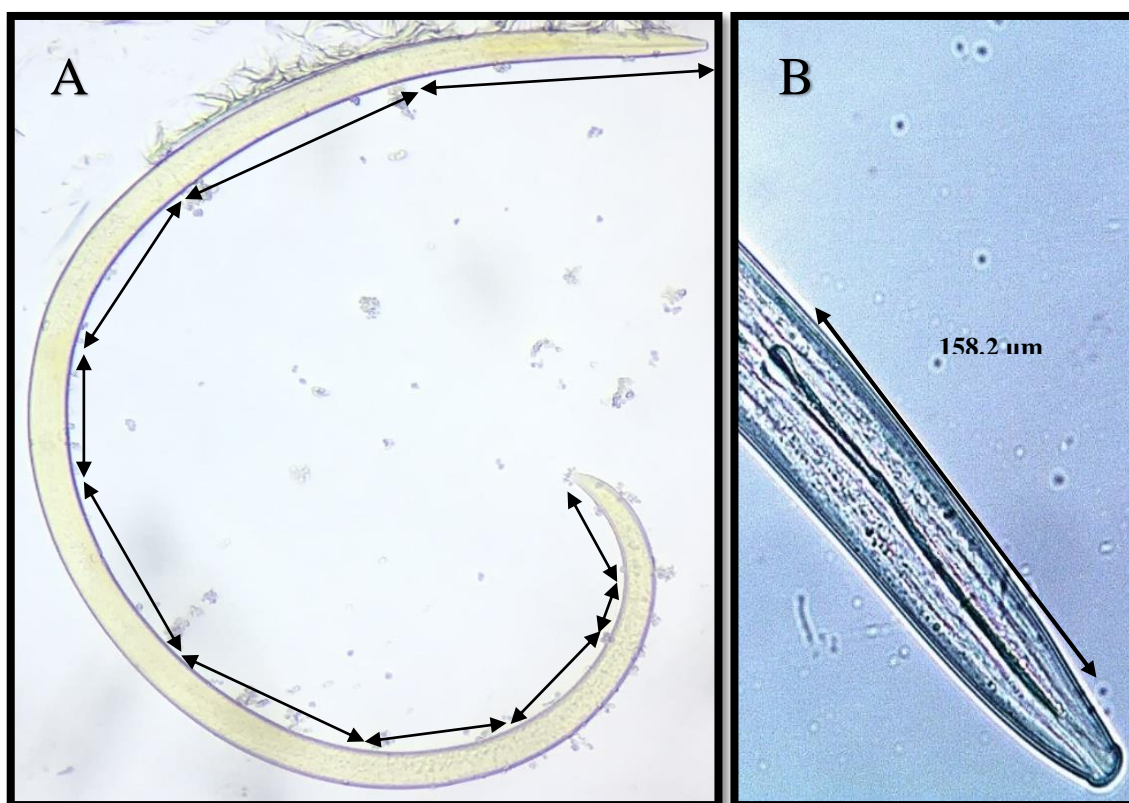


Figura 17: Género *Xiphinema*; A: Longitud de cuerpo; y B: Longitud del estilete (odontoestilete).

Ferris (1999) indica que una de las características es que presentan una longitud de cuerpo muy larga, con una longitud de estilete de 150 μm (odontoestilete) esta medida no concuerda con la medición de este trabajo; tal vez debido a los factores climáticos o

edáficos; Zuckerman, (1985) indica que son nemátodos de cuerpo muy largo de 1.5 a 5 mm, con odontoestilete, estas medidas concuerdan con lo descrito en la Figura 17B.

4.1.6. Identificación morfológica y morfométrica del género *Pratylenchus*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Pratylenchus*; estos nemátodos presentaron el cuerpo vermiforme, cilíndrico, con una cabeza con la región labial baja, con presencia de una vulva casi en la terminación de la cola notoria, la cola con una forma redondeada y las medidas obtenidas fueron: la longitud del cuerpo fue de 682.555 μm (Figura 18A), y la longitud del estilete fue de 18.279 μm (Figura 18B).

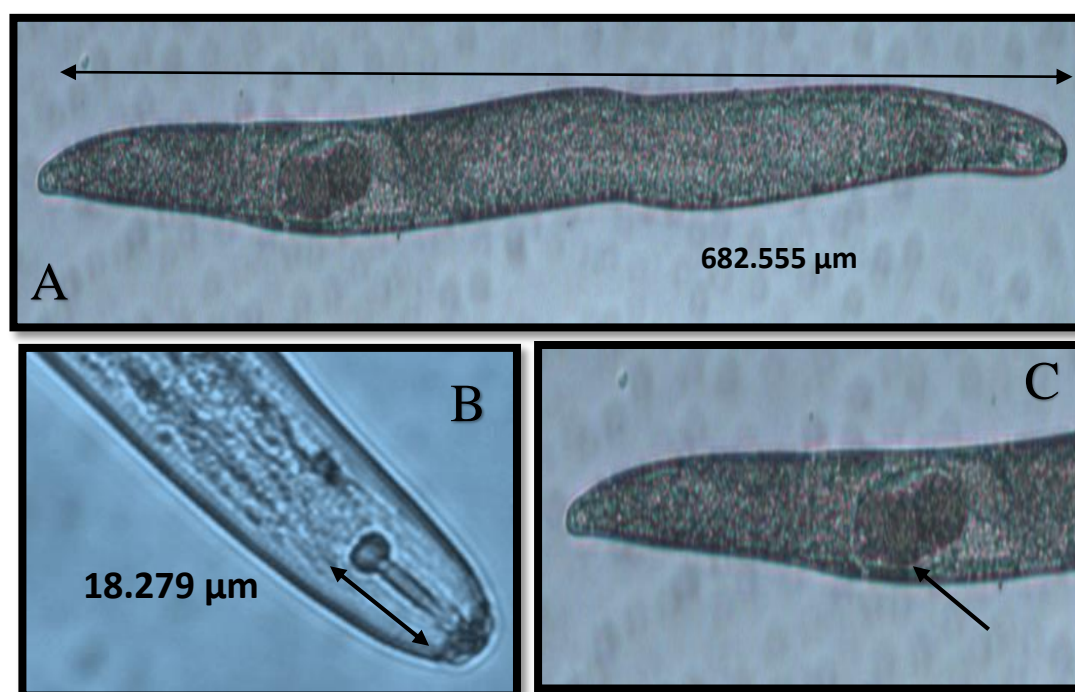


Figura 18: Género *Pratylenchus*; A: Longitud total de cuerpo y B: Longitud de estilete y C: Vista de la vulva.

Mai y Mullin (1996) y Agrios (2011) indican que la vulva es notoria y la región del labio es baja, estas características morfológicas descritas pertenecen al género *Pratylenchus*; Gonzaga (2011) indica que las longitudes del cuerpo en todos sus estadios varían de 580 a 780 μm ; estas medidas concuerdan con las medidas realizadas en la Figura 18A y la longitud del estilete varia de 14 a 17 μm , esta medida no concuerda con el trabajo realizado, siendo el estilete medido y descrito más largo para el género *Pratylenchus*;

Chávez (2014), indica que el estilete puede medir de 14 a 19 μm esta medida concuerda con las tomadas en este trabajo.

4.1.7. Identificación morfológica y morfométrica del género *Tylenchus*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Tylenchus*; estos nemátodos presentaron el cuerpo vermiforme, ventralmente curvado, con la cola muy larga y una terminación muy fina, doblada hacia adentro. Las mediciones del cuerpo indicaron una longitud promedio de 13.3 μm y la longitud del estilete fue de 8.2 μm (Figura 19).

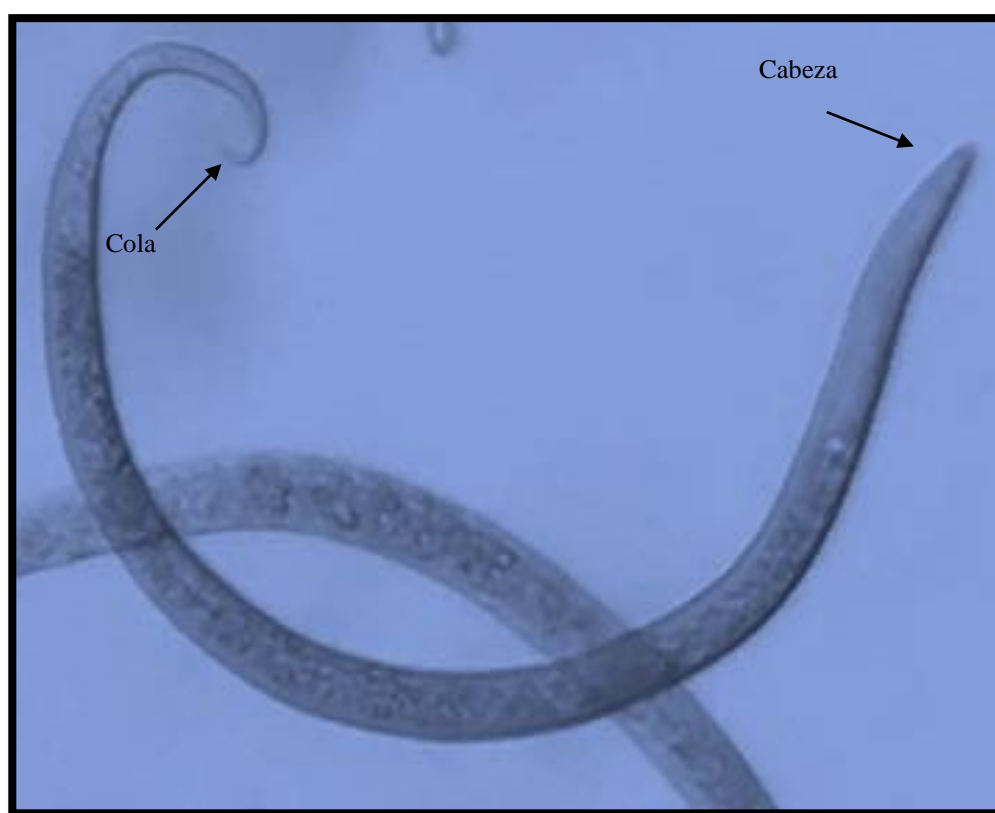


Figura 19: Género *Tylenchus*; vista de la cola y la cabeza.

Sidiqui, (2000); indica que este nemátodo es pequeño o de tamaño medio de 0,4 a 1,3 mm; estas medidas no concuerdan con la realizadas en este trabajo tal vez por factores climáticos, de suelo y la alta competitividad de la microfauna, es ventralmente curvado durante la relajación, cutícula moderadamente gruesa de 1 a 2 μm , campos laterales distintamente anillados, estos patrones confirman la presencia del género *Tylenchus*, el estilete mide de 8 a 21 μm de largo; esta medida concuerda con la realizada en este

trabajo; Peralta (2007) los clasifica como nemátodos de tamaños muy pequeños con un tamaño corporal que varía de 0.70 a 0.85 μm y un estilete que varía de 20 a 47 μm , con una cutícula tilencolaimoidea; estas medidas no concuerdan con las obtenidas en este trabajo.

4.1.8. Identificación morfológica y morfométrica del género *Hemicyclopora*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Hemicyclopora*; estos nemátodos presentaron el cuerpo vermiforme, la cola larga y fina, con una cutícula muy gruesa, la longitud del cuerpo muy larga (Figura 20A) y la longitud del estilete fue de 90.79 μm (Figura 20C).

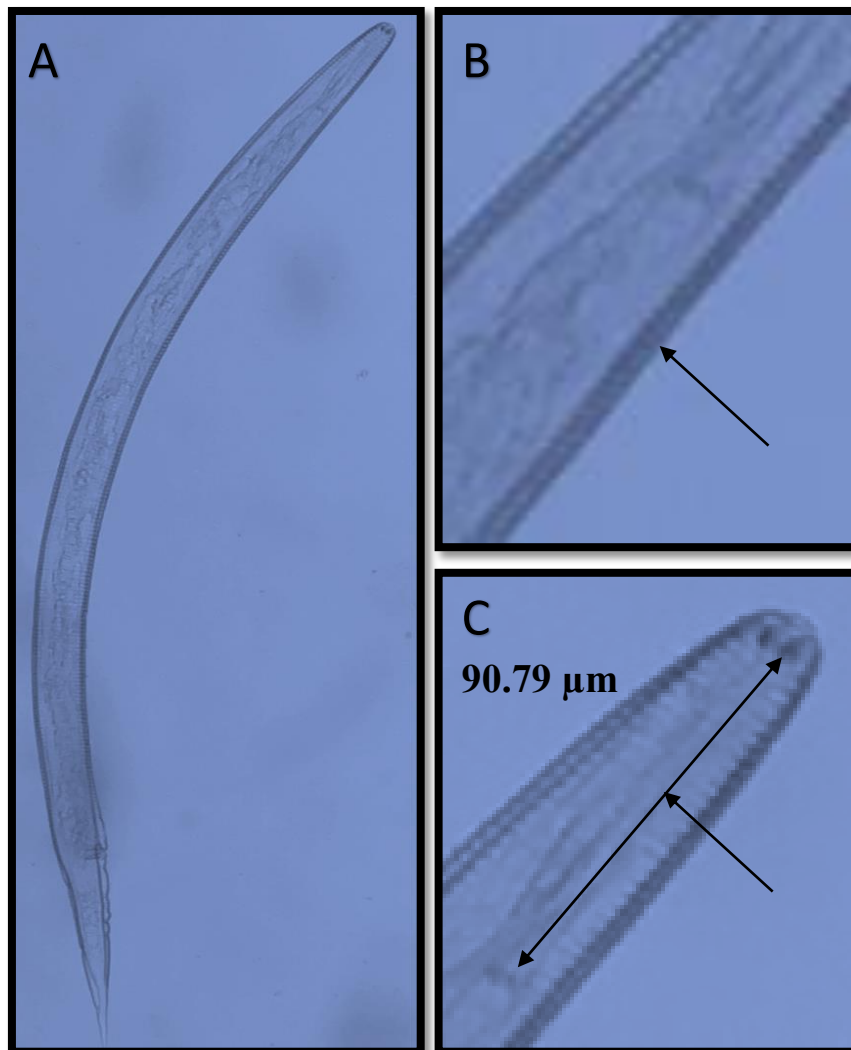


Figura 20: Género *Hemicyclopora*; A: Longitud de cuerpo, B: Vista de la cutícula y C: Longitud del estilete.

Sidiqui, (2000); indica que el cuerpo de las hembras está cubierto por dos cutículas la externa se asemeja a una vaina y protege a la cutícula interna; concordando con la Figura 20B, las hembras tienen una longitud de 0.2 a 2 mm de longitud, poseen un estilete muy largo de 80 a 120 μm y bien desarrollado; esta medida concuerda con los datos recolectados (Figura 20C). Este género es un ectoparásito que al alimentarse de las plantas es capaz de inducir agallas pequeñas en la raíz y estimular la formación de raíces laterales. Estas características coinciden con los individuos encontrados.

4.1.9. Identificación de los nemátodos de vida libre

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, son nemátodos de vida libre; estos presentaron una longitud de cuerpo de 1100.15 μm , con un cuerpo cilíndrico de cutícula gruesa y con cavidad bucal (Figura 21).



Figura 21: Nemátodo de vida libre; A: Longitud total de cuerpo y B: Vista de la cavidad bucal.

Ruppert y Barnes (1996) indican que la mayoría de nemátodos de vida libre no presentan estilete (Figura 21B); que concuerda con las características mencionadas y miden aproximadamente de 1000 μm a más; estas mediciones concuerdan con las realizadas en este trabajo; Tihohod (2000) indica la presencia de una cavidad bucal esclerotizada con una estoma cilíndrica y en algunos géneros presentan un odontoforo; lo cual confirma la presencia de nemátodos de vida libre en el cultivo de café de la región Puno.

4.1.10. Identificación morfológica del género *Mononchus*

Los nemátodos extraídos de las muestras de suelo del cultivo de café en los distritos de San Juan de Oro, San Pedro de Putina Punco y San Gabán, pertenecen al género *Mononchus*; estos nemátodos presentaron el cuerpo vermiforme, la cola larga y fina con tendencia a doblarse hacia adentro, con un cuerpo bastante largo (Figura 22A) y la presencia de la cavidad bucal (Figura 22B).



Figura 22: Género *Mononchus*; A: Longitud de cuerpo y B: Cavidad bucal y faringe

El género *mononchus* fue propuesto por Bastian en 1865, se caracteriza por presentar cavidad bucal, la forma de su faringe que es de grosor uniforme similar a la longitud de

su cuerpo, cavidad bucal sub ovalada con un robusto diente dorsal situado en su tercio anterior y con el ápice dirigido. El cuerpo más largo oscila entre 5 a 6 mm y el más corto de 0.9 a 2.5 mm, la cavidad bucal varía de 19 a 50 μm . (Peralta, 2007).

4.2. Determinar la presencia de especies dentro del género *Meloidogyne*

a. Identificación por corte perineal

El Corte perineal, muestra una forma redonda hexagonal, con estrías muy finas, la línea del ano muy notoria, el arco dorsal es alto y redondeado, las estrías gruesas y espaciadas (Figura 23A), estas características confirman la presencia de *Meloidogyne exigua*. Coincidiendo con los cortes realizados por Hunt y Handoo (2013); donde indican que las estrías son finas (Figura 23B), Souza (2000) indica que las hembras son pequeñas y el patrón perineal es redondo a hexagonal, con el arco dorsal variando desde bajo y redondeado a algo alto y cuadrangular, con estrías gruesas y ampliamente espaciadas, los campos laterales son usualmente discretos estas características concuerdan con los patrones perineales mencionados (Figura 23C), Perry y Moens (2013), indican que la especie *M. exigua* presenta un estilete de 12 a 15 μm en hembra y en machos 15 a 19 μm que concuerdan con las medidas realizadas y está distribuida en América del Sur y países productores de café como Brasil, Guatemala y Perú. En cambio Monzón (2010) a través del mismo método identificó a *M. incognita* en el distrito de San Juan de Oro.

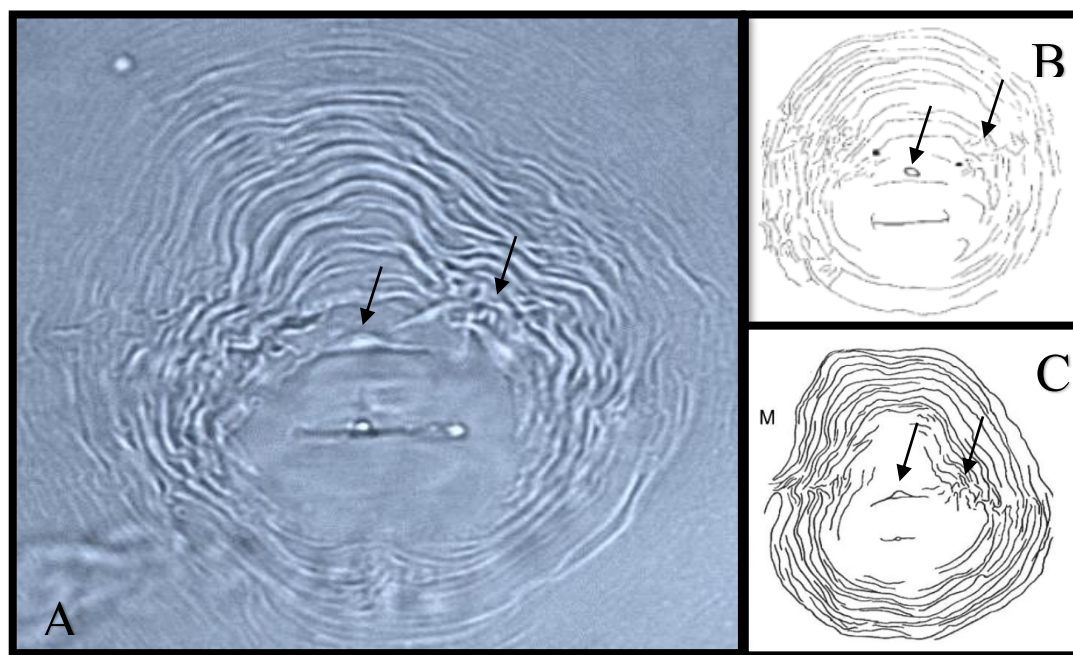


Figura 23: Género *Meloidogyne*; A: Corte perineal de *Meloidogyne exigua*, B: Corte perineal de *M. exigua* Hunt y Handoo (2013) y C: Corte perineal de *M. exigua* patrón perineal de Lordello y Zamith, (1958) citados en Souza (2000).

b. Identificación de *Meloidogyne* por electroforesis de isoenzima

El análisis isoenzimático de las poblaciones del género *Meloidogyne*, revelados en el gel de poliacrilamida con enzima esterase, contiene al padrón *Meloidogyne javanica* esterase, J3, con ello se reveló la presencia, de la especie *Meloidogyne exigua*; (Figura 24) donde las bandas superiores se posicionaron por encima del padrón *Meloidogyne javanica* esterase, J3. Estas fueron comparadas con la Figura 25.

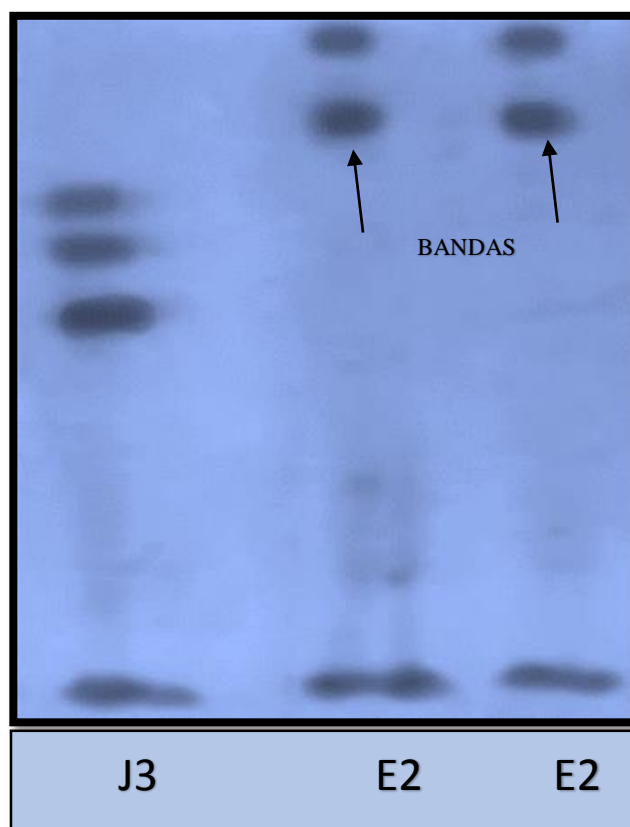


Figura 24: Gel de poliacrilamida; J3 *Meloidogyne javanica* y E2: de *Meloidogyne exigua* (Esterasa).

Estas características fueron comparadas Sousa (2000) que indica que *M. exigua* presenta dos bandas por encima del padrón (Figura 25); lo cual coincide con el gel, confirmando la presencia de *Meloidogyne exigua* para la Región Puno. En Centro América la especie *M. exigua* ha sido reportada en Guatemala (Schieber y Sosa, 1960) en Costa Rica (Salas & Echandi, 1961) y en Nicaragua (Vega, 1982).

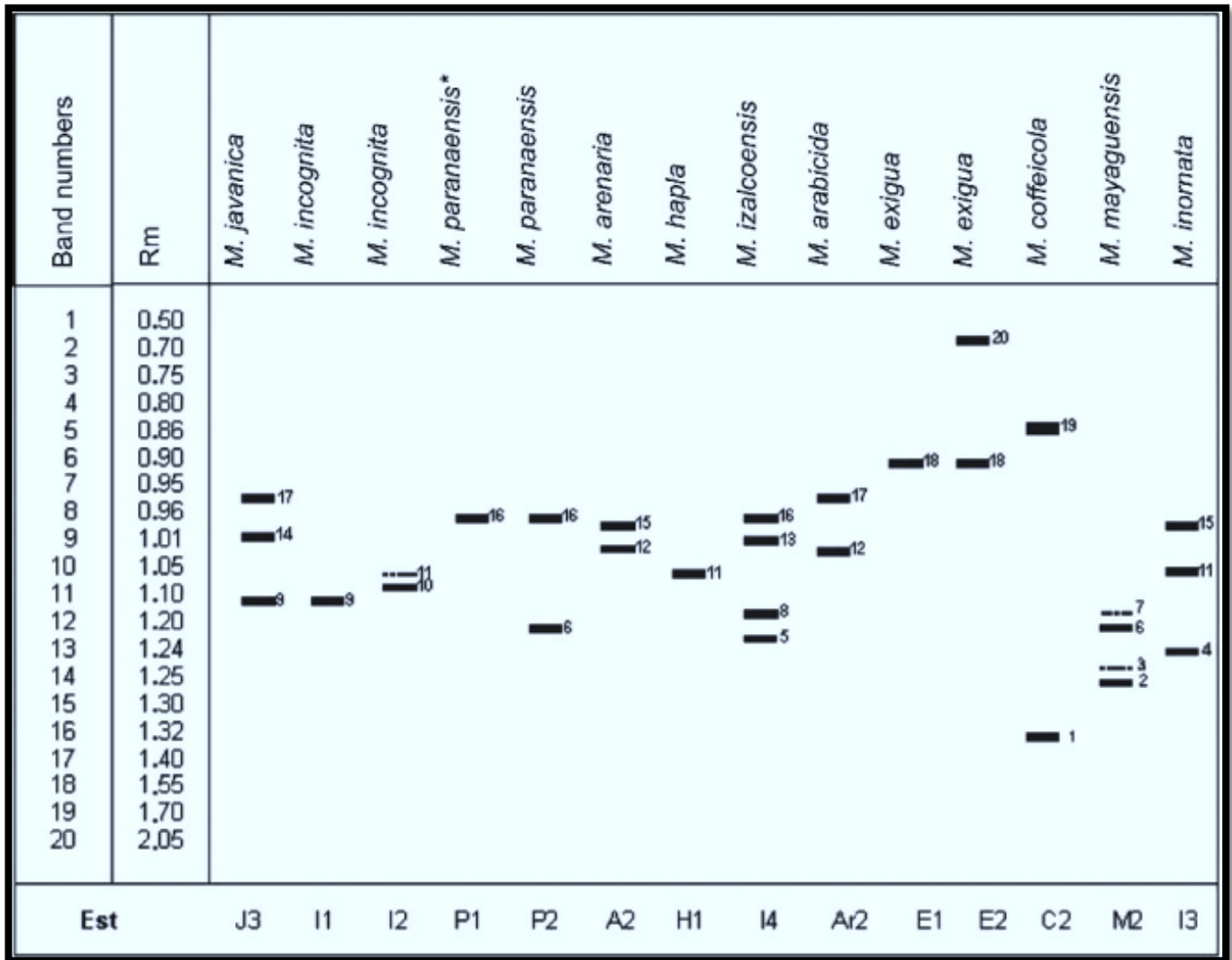


Figura 25: Fenotipos de esterasa (Est) de especies del género *Meloidogyne* spp en relación con la banda más rápida de *M. javanica*.

Vera (2014), identificó a las especies del género *Meloidogyne* de diferentes zonas del Perú por medio de la técnica de PCR identificando a *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*; por otra parte, Flores (2017) identifico a *M. hapla* para la Región de Puno en cultivo de papa; los cuales no concuerdan con la especie encontrada. Villain *et al.*, (2013) indica que, en Centro América y Sur América, *M. exigua* es la especie más distribuida. Se han reportado poblaciones de *M. exigua* parásitas de café en Brasil, Guatemala, República Dominicana, Nicaragua, Costa Rica, Puerto Rico, Colombia, Perú, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Honduras y Panamá (Campos y Villano, 2005). Carneiro y Cofcewicz, (2008) indican que *M. exigua*, es una especie presente en países como Perú, Bolivia, Brasil y Colombia. En este trabajo solo se identificó a la especie *M. exigua*; no habiéndose encontrado otras especies para las zonas evaluadas en la Región Puno.

4.3. Densidad y fluctuación poblacional de los nemátodos en el cultivo de café de la Región Puno

La colecta de muestras, se realizó de enero a febrero del 2016 en 3 distritos de la Región Puno, identificando 10 géneros de nemátodos, la densidad promedio para cada género se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4: Densidades promedio de los géneros encontrados en los distritos evaluados

Distritos	San Juan de Oro Ind/cm ³	Sana Pedro de Putina Punco Ind/cm ³	San Gabán Ind/cm ³
Géneros de nemátodos	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$
<i>Meloidogyne</i>	226,4 ± 2,1 (a)	324,8 ± 3,9 (a)	351,9 ± 33,9 (a)
<i>Helicotylenchus</i>	108,2 ± 1,1 (b)	206,7 ± 1,9 (a)	86,4 ± 13,2 (b)
<i>Mesocriconema</i>	49,6 ± 1,1 (b)	144,4 ± 2,4 (ab)	277,8 ± 41,6 (a)
<i>Dorylaimus</i>	5,1 ± 0,7 (b)	10,0 ± 0,6 (b)	71,0 ± 19,5 (a)
<i>Pratylenchus</i>	9,0 ± 0,4 (a)	12,3 ± 0,6 (a)	0 (a)
<i>Xiphinema</i>	3,5 ± 0,2 (ab)	28,5 ± 0,9 (a)	0 (b)
<i>Hemicycliophora</i>	0,7 ± 0,1 (a)	6,5 ± 0,5 (a)	0 (a)
<i>Tylenchus</i>	0	2,3 ± 0,2	0
Total (fitoparásitos)	402,5 ± 3,1	733,1 ± 6,4	787 ± 69,3
Vida libre	192,6 ± 2,3 (b)	365,5 ± 3,6 (a)	305,6 ± 21,5 (ab)
<i>Mononchus</i>	1,3 ± 0,1	14,1 ± 0,7	0

Los promedios con letras diferentes entre densidades (filas) por distrito; indican diferencias significativas en los géneros *Helicotylenchus*, *Mesocriconema*, *Dorylaimus*, *Xiphinema*, y vida libre, a la prueba de Tuckey ($p < 0.05$) y los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus* no presentan diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($p > 0.05$) (Anexo 17).

a. Fluctuación para San Gabán

Tabla 5: Densidades promedio de los géneros evaluados en las localidades de San Gabán.

Distritos	San Garani	Churumayo	Casahuiri
Géneros de nemátodos	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$
<i>Meloidogyne</i>	481,5 \pm 55,5 (a)	314,8 \pm 12 (a)	259,3 \pm 26,0 (a)
<i>Helicotylenchus</i>	92,6 \pm 34,5 (a)	166,7 \pm 11,2 (a)	0
<i>Mesocriconema</i>	555,6 \pm 24,5 (a)	0	277,8 \pm 22,4 (a)
<i>Dorylaimus</i>	0	37,0 \pm 10,0 (a)	176 \pm 5,9 (a)
Total, fitoparásitos	1130 \pm 122 (a)	518,5 \pm 34,4 (a)	713,0 \pm 25,5 (a)
Vida libre	407,4 \pm 60,9 (a)	166,7 \pm 4,2 (a)	342,6 \pm 15,7 (a)

Densidades promedios con letras iguales entre localidades (columnas) indican que no hay diferencias significativas a la prueba de Tuckey ($p < 0.05$). (Anexo 19).

Las fluctuación y densidad poblacional de los nemátodos fitoparásitos en el distrito de San Gabán, indico que las densidades de *Meloidogyne* fueron las más altas de los nemátodos fitoparásitos encontrados en las localidades de San Garani, Churumayo y Casahuiri, los nemátodos de vida libre tuvieron densidades similares a las de *Meloidogyne*; siendo estos los nemátodos que alcanzaron mayor densidad entre los nemátodos identificados. Por otra parte, el género *Helicotylenchus* presento mayor densidad en Churumayo; *Mesocriconema* en San Garani superando a *Meloidogyne* y *Dorylaimus* en Casahuire tuvo densidades significativas en las localidades evaluadas. finalmente, los géneros *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Monochus*, *Tylenchus* *Hemicyclophora*; no fueron identificados en ninguna de las localidades evaluadas (Tabla 4). La Figura 26 indica que el género *Meloidogyne* presento mayor densidad promedio en el distrito de San Gabán en las localidades de San Garani 31% (481.5), Churumayo 46% (314.8), Casahuiri 25% (259.3). (Anexo 11) seguido por los nemátodos de vida libre San Garani 27% (122), Churumayo 34% (166.7), Casahuiri 22% (342.6). (Anexo 11). El análisis estadístico indica que ninguno de los géneros evaluados presenta diferencia entre la densidad respecto a las localidades (Anexo 19).

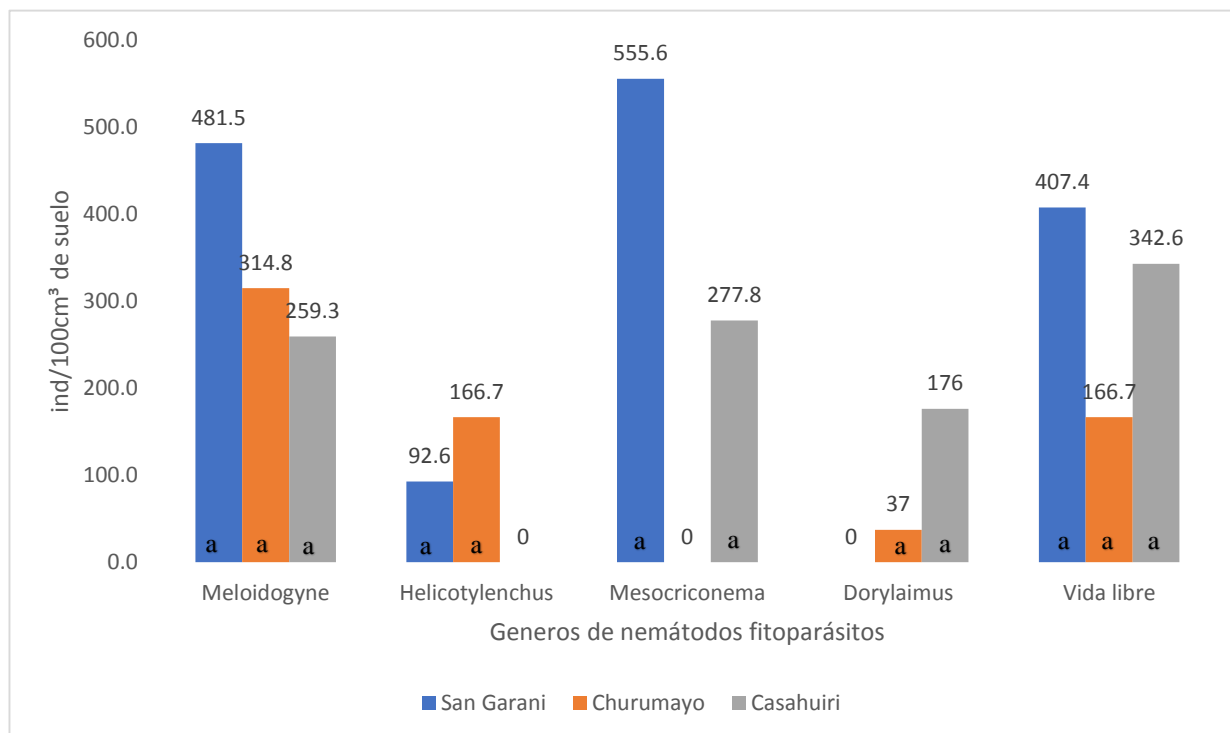


Figura 26: Fluctuacion y densidad poblacional de los géneros, de nemátodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café; las localidades de: San Garani, Churumayo, Casahuiri: en el distrito de San Gabán, Región Puno.

b. Fluctuacion para San Juan de Oro

Tabla 6: Densidades promedio de los géneros encontrados en las localidades evaluadas

Distritos	Challuma	Yanamayo	San Martín
Géneros de nemátodos	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$	$\bar{x} \pm EE$
<i>Meloidogyne</i>	269,6 ± 6,6 (a)	193,3 ± 10,6 (a)	216,3 ± 11,0 (a)
<i>Helicotylenchus</i>	16,3 ± 3,9 (a)	135,4 ± 4,9 (a)	92,9 ± 5,0 (a)
<i>Mesocriconema</i>	16,3 ± 4,8 (b)	91,3 ± 4,0 (a)	41,3 ± 7,8 (b)
<i>Dorylaimus</i>	15,4 ± 3,4 (a)	0 (a)	0 (a)
<i>Pratylenchus</i>	0	26,7 ± 2,5 (a)	0,4 ± 2,5 (b)
<i>Xiphinema</i>	0	9,6 ± 1,7 (a)	0,8 ± 0,2 (b)
<i>Hemicycliophora</i>	0	0	2,1 ± 0,5
Total, fitoparásitos	397,5 ± 10,3 (a)	456,3 ± 14,6 (a)	353,8 ± 21,1 (a)
Vida libre	164,6 ± 6,6 (a)	178,75 ± 10,7 (a)	234,6 ± 8,3 (a)
<i>Mononchus</i>	0	3,75 ± 0,6	0

Densidad promedios con letras diferentes entre localidades (columnas) indican que no hay diferencias significativas a la prueba de Tuckey ($p < 0.05$) para los géneros *Meloidogyne*, *Hlicotylenchus*, *Dorylaimus*, total fitoparásitos y vida libre. (Anexo 18). Y

si hay diferencia significativa a la prueba de Tucey ($p > 0.05$) para los géneros *Mesocriconema*, *Pratylenchus* y *Xiphinema* (Anexo 18).

Las fluctuación y densidad poblacional de los nemátodos fitoparásitos en el distrito de San Juan de Oro, indico que la mayor densidad la presento el género *Meloidogyne* en las localidades de Challuma, Yanamayo, San Martin, los nemátodos de vida libre tuvieron densidades similares a las de *Meloidogyne*; siendo estos nemátodos los que alcanzaron las mayores densidades entre los nemátodos identificados. El género *Helicotylenchus* fue el segundo fitoparásito con mayor densidad en Yanamayo y similares en Challuma con San Martin; *Mesocriconema* tuvo la mayor densidad en Yanamayo; *Dorylaimus* fue encontrada Challuma y *Monochus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema* solo fueron encontrados en Yanamayo con bajas densidades y *Hemicyclophora* presento la menor densidad (Tabla 4). El análisis estadístico indica que los siguientes géneros no presentaron diferencia entre densidades respecto a las localidades evaluadas *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Dorylaimus*, *Mononchus* y *vida libre* (Anexo 18). Mientras que los géneros *Mesocriconema*, *Pratylenchus* y *Xifhinema* presentaron mayor densidad en Yanamayo (Anexo 18).

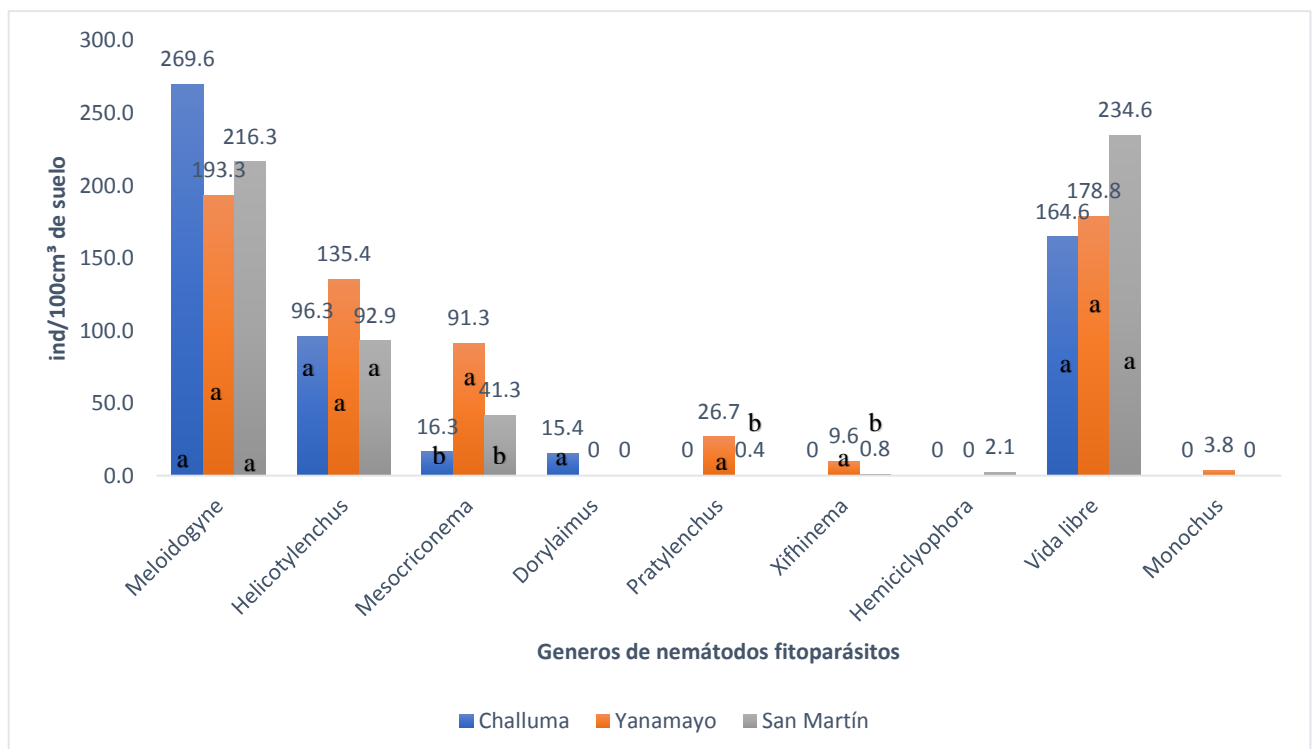


Figura 27: Fluctuación y densidad poblacional de los géneros de nemátodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café; las localidades de: Challuma, Yanamayo, San Martín: en el distrito de San Juan de Oro, Región Puno.

c. Flutuación para San Pedro de Putina Punko

Tabla 7: Densidades promedio de los géneros en las localidades evaluadas

Distritos	Chunchusmayo	Huaranka	Santa Fé	Arco Punku	Tunki Pata
Géneros de nemátodos	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$
<i>Meloidogyne</i>	401,6 ± 12,8 (a)	195,6 ± 23,3 (a)	420,1 ± 10,3 (a)	216,4 ± 20,1(a)	390 ± 25,4 (a)
<i>Helicotylenchus</i>	206, ± 9 (a)	167,8 ± 14 (a)	235 ± 7,7 (a)	235 ± 9,1 (a)	189,8 ± 9,9 (a)
<i>Mesocriconema</i>	208,3 ± 13,3 (a)	92,6 ± 10,8 (b)	88 ± 9,3 (b)	195,6 ± 10,3(a)	137,7 ± 31,2(b)
<i>Dorylaimus</i>	17,4 ± 2,7	9,3 ± 4,5	23,1 ± 0	0	0
<i>Pratylenchus</i>	18,5 ± 0	0	26,6 ± 3	10,4 ± 1,2	5,8 ± 0
<i>Xiphinema</i>	0	39,4 ± 3,2	18,5 ± 6,4	56,7 ± 4,8	27,8 ± 0
<i>Hemicycliophora</i>	0	0	32,4 ± 0	0	0
<i>Tylenchus</i>	0	0	6,9 ± 0	0	4,6 ± 0
Total, fitoparásitos	851,9 ± 23	504,6 ± 37,6	843,8 ± 26,7	714,1 ± 28,5	751,2 ± 52,0
Vida libre	390 ± 11,3	273.1 ± 25,1	452,5 ± 17,5	368,1 ± 18,9	343,8 ± 16,2
<i>Mononchus</i>	0	9,3 ± 6,1	42,8 ± 4	13,9 ± 1,3	4,6 ± 0

Las fluctuación y densidad poblacional de los nemátodos fitoparásitos en el distrito de San Pedro de Putina Punko, indico que las densidades de *Meloidogyne* fueron más altas en todas las localidades evaluadas Tunki Pata, Chunchusmayo, Santa fe, Huaranka y Arco Punko, los nemátodos de vida libre tuvieron densidades similares a las de *Meloidogyne*; siendo estos nemátodos los que alcanzaron las mayores densidades respecto a los otros géneros, sin embargo hubo dos localidades que presentaron las poblaciones más bajas de *Meloidogyne* estas fueron en Arco Punko y Huaranka (Anexo 9). Por otra parte, el género *Helicotylenchus*, tuvo mayor densidad poblacional en San Pedro de Putina Punko comparadas con los otros distritos evaluados ($F=16.135$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 9) y presento mayor población en las localidades de Santa fe, Arco Punko y Chuschumayo ($F=5.023$; $gl=10$; $P<0.05$) (Anexo 9). El Género *Mesocriconema* presento mayor densidad en las localidades de Arco Punko y Chunchusmayo (Anexo 10). Los siguientes géneros: *Dorylaimus* presento mayor densidad en las localidad de Chunchusmayo y no fue encontrado en Arco Punko y Tunki Pata ($F=2.275$; $gl=10$; $P<0.05$) (Anexo 9) y no fue encontrada en Tunki pata y Arco Punko; *Xiphinema*, presento mayor densidad en Huaranka y Arco punco; y no fue encontrada en Chunchusmayo ($F=4.229$; $gl=10$; $P<0.05$) (Anexo 9); *Pratylenchus*, presento bajas densidades en todas las localidades y no fue encontrada en la localidad de Huaranka; *Monochus*, presento bajas densidades en

todas las localidades y no fue encontrada en Chunchusmayo; *Hemicyclophora*; presento la densidad más baja y solo fue encontrada en Santa fe.

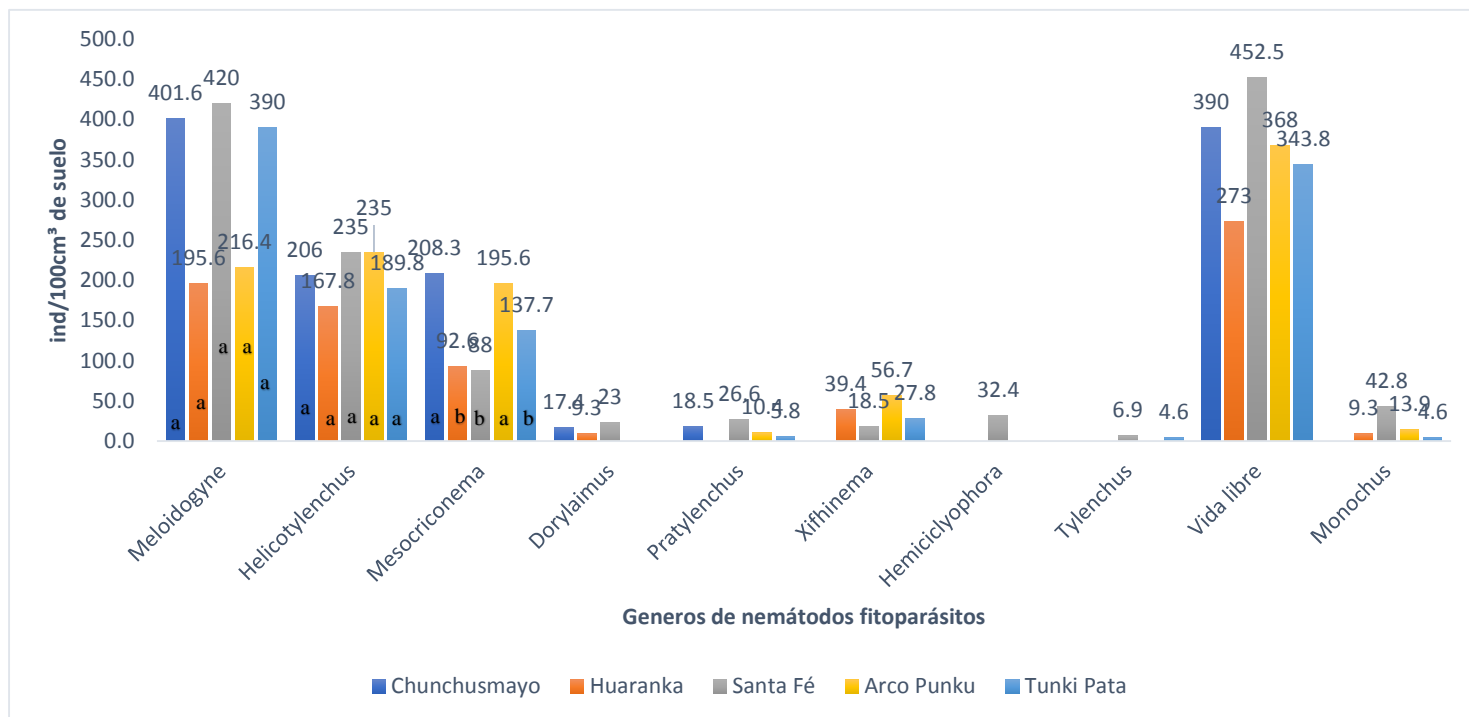


Figura 28: Fluctuacion y densidad poblacional de los géneros de nemátodos fitoparásitos encontrados en el cultivo de café; las localidades de: Chunchusmayo, Huaranka, Santa fé, Arco Punku, Tunki Pata: en el distrito de San Pedro de Putina Punco, Región Puno.

4.3.1. Efecto de las poblaciones por altitud

La alta capacidad de los nemátodos fitoparásitos para infectar cultivo a diferentes altitudes y lugares, se manifiesta en una elevada densidad en los cultivos.

Tabla 8: Densidades promedio de los géneros encontrados en los distrititos evaluados por altitud.

Rango	Densidad ind/100cm³			
Altitud	<i>Meloidogyne</i>	<i>Helicotylenchus</i>	Total fitoparásitos	Vida libre
	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$
800 - 1000	341.7 ± 61.9 (a)	179.2 ± 20.9 (a)	780.4 ± 109.4 (a)	365.7 ± 34.2 (a)
1001 - 1200	269.9 ± 28.9 (a)	192.5 ± 14.9 (a)	643.9 ± 46.6 (b)	306.9 ± 29.6 (b)
1201 - 1400	268.5 ± 21.2 (a)	109.7 ± 13.1 (b)	462.3 ± 39.2 (b)	229.1 ± 25.1 (b)

Promedios con letras iguales no presentan diferencia entre alturas (columnas) ($p > 0.05$); promedios con letras diferentes indican diferencias significativas a la prueba de Tuckey ($p < 0.05$). (Anexo 17).

Para el género *Meloidogyne* el análisis estadístico, indica que no presenta diferencia de densidades con respecto a las alturas evaluadas ($F=0.943$; $gl=2$; $P>0.05$) (Anexo 9) todas las zonas evaluadas tuvieron altas densidades; Villain *et al.* (1999); mencionan que los nemátodos noduladores son más frecuentes en bajas altitudes, por debajo de los 800 msnm en café. Avelino *et al.* (2009) mencionan que *M. exigua* se encuentra principalmente a bajas altitudes; esto concuerda para las zonas evaluadas de 800 a 1000 msnm y no concuerda para las zonas de 1001 a 1400 msnm; tal vez se deba al clima especial de la selva alta; El análisis estadístico para el género *Helicotylenchus*, indica que se encontraron mayores densidades en altitudes de 800 a 1200 msnm ($F=8.607$; $gl=2$; $P<0.05$) y menores densidades a mayores altitudes de 1200 a 1400 msnm indicando que las poblaciones de *Helicotylenchus* disminuye a mayores altitudes (Anexo 10); el Género *Mesocriconema* indica que presento menores poblaciones en altitudes de 1000 a 1400 msnm y mayores poblaciones en altitudes de 800 a 1000 msnm ($F=14.245$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 9) lo cual indica que están condicionados por la altura (Anexo 11); Género *Xiphinema* Existe mayor densidad promedio entre altitudes de 1000 a 1200 msnm ($F=5.595$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 14).

Fitoparásitos totales: El análisis estadístico revelos que las mayores densidades fueron encontradas en las altitudes más bajas de 800 a 1000 msnm y menores densidades a altitudes de 1000 a 1400 msnm (Tabla 5 y Anexo 17).

Nemátodos de vida libre: El análisis estadístico indica que hay mayores densidades a menor alturas entre 800 a 1000 msnm y menores densidades a mayores altitudes entre 1000 a 1400 msnm ($F=5.340$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 16).

4.3.2. Eficacia de las poblaciones por edad

Tabla 9: Densidades promedio de los géneros encontrados en los distritos evaluados por edad.

Rango	Densidad $\bar{x} \pm EE$ /100cm ³					
Edad	<i>Meloidogyne</i>	<i>Mesocriconema</i>	<i>Xiphinema</i>	<i>Pratylenchus</i>	TOTAL fitoparásitos	Vida libre
	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$	$\bar{X} \pm EE$
2 a 5	314.8 ± 32.1	62,8	11,4	3,1	530.1 ± 52.6	231.8 ± 34.2
6 a 9	286 ± 29.1	131,9	4,5	11,6	603.8 ± 54.2	299.7 ± 25.1
10 a 13	215.6 ± 31.2	168,9	51,2	6,9	634.3 ± 78.5	336.6 ± 40.6
15 mas	263.2 ± 51.2	46,6	19,5	27,4	512.4 ± 78.4	221.9 ± 56.4

Promedios con letras iguales no presentan diferencia (filas) significativas entre edades a la prueba de Tuckey ($p > 0.05$) (. (Anexo 17).

El análisis estadístico para el Género *Meloidogyne* indica que este género no presenta diferencia en las densidades con respecto a la edad del café, pues todas presentaron altas densidades en todos los rangos de edades ($F=2.887$; $gl=2$; $P>0.05$) la edad del cultivo no disminuye la densidad promedio (Anexo 9); el género *Mesocriconema* presentó mayores poblaciones en cultivos de 10 a 14 años de edad y menores poblaciones en cultivos de 2 a 9 años ($F=4.390$; $gl=3$; $P<0.05$) (Anexo 11); Género *Xiphinema* presento mayor densidad en cultivos superiores a los 10 años de edad ($F=9.876$; $gl=3$; $P<0.05$) (Anexo 14) y el Género *Pratylenchus* presentó mayor densidad poblacional en los cultivos de café con edades superiores a 15 años ($F=3.264$; $gl=3$; $P>0.05$) (Anexo 13).

Fitoparásitos totales: El análisis estadístico reveló que no existe diferencia entre las densidades con respecto a la edad del cultivo de café, pues en todos los rangos se presentaron altas densidades (Anexo 17).

Nemátodos de vida libre: El análisis estadístico no hay diferencia entre la edad del cultivo y las densidades de los nemátodos de vida libre; en todos los rangos evaluadas se presentaron altas densidades (Anexo 16).

4.3.3. Densidad del género *Meloidogyne* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Meloidogyne* en los distritos de San Juan de Oro, San Gabán y San Pedro de Putina Punco en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica el género *Meloidogyne* fue el más común con una frecuencia del 95 % en los tres distritos evaluados (Tabla 3) y con la densidad promedio más alta, entre todos los géneros encontrados en el cultivo de café; se registró que la mayor densidad promedio fue de 354.9 (32.2%) en 100 cm³ de suelo para San Gabán; seguido de 226.3 (29.6 %) en 100 cm³ de suelo para San

Juan de Oro; estas densidades superaron a los nemátodos de vida libre y finalmente 323.6 (38%) en 100 cm³ de suelo San Pedro de Putina Punco solo en este distrito la densidad de *Meloidogyne* fue superada por los nemátodos de vida libre (Tabla 4). El análisis estadístico indica que no hay diferencia entre densidad con respecto a los distritos (Anexo 9).

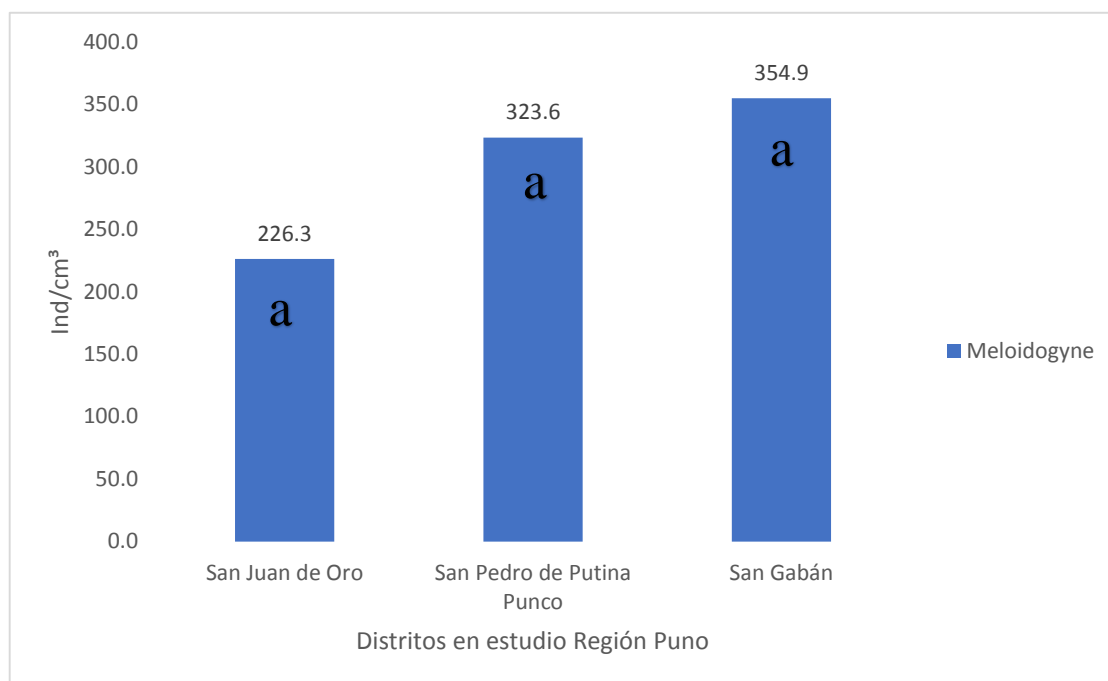


Figura 29: Densidad del género *Meloidogyne* en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Meloidogyne* y las letras entre barras indican que no hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$)

Bonilla, (2014). indica que las poblaciones del género *Meloidogyne* en café fueron de 739.6 de ind/100g de suelo; que no concuerda con las densidades encontradas en este trabajo, Flores (2017), indica que la densidad de *Meloidogyne* varía de 0.1 a 2.4 individuos en 100 cm³ de suelo para la Región de Puno en el cultivo de papa, esta es menor a las encontradas en café. Guevara (2015), identificó a *Meloidogyne* en el cultivo de café en la selva Amazónica este trabajo concuerda ya que las muestras evaluadas pertenecen a la selva alta de Puno.

Arévalo (2014), menciona que el umbral de daño del género *Meloidogyne* es de 10 a 50 individuos/100 cm³ de suelo; Leijdens y Hofmeester (1986) refieren que el umbral de daño es a partir de 200 individuos/100 cm³ de suelo; Brodie, Evans y Franco (1993)

refieren que el umbral de daño es de individuos/250 cm³ de suelo; Leguizamón, (2000) indica que *Meloidogyne exigua* causa el mismo daño con a diferentes densidades poblacionales y Barbosa *et al.* (2004) indica que *M. exigua* no afecta al cultivo de café en poblaciones tratadas, pero llega al 45% de pérdidas en poblaciones no tratadas. La densidad en el presente estudio fueron superiores a los 200 individuos/100 cm³; lo cual nos indica que la densidad del género *Meloidogyne* está por encima del umbral de daño.

Prot y Gundy 1981; Avelino *et al.* 2009; Fujimoto *et al.* 2010 indican que la influencia de las características del suelo, se relaciona con una mayor población de *Meloidogyne* a un suelo más arenoso. Ferreira *et al.* (1987) indica que *Meloidogyne exigua* se correlaciona negativamente con la humedad del suelo, esto no concuerda con las pruebas realizadas. Suárez y Rosales, (2004) indican que este género habita suelos arenosos y francos, también se encuentran en suelos arcillosos, pero en menores poblaciones; esto concuerda con la característica de los suelos de los distritos evaluados.

Estos resultados se explican debido a que el género *Meloidogyne* se identifica como endoparásito sedentario, por lo que debe establecer un sitio de alimentación (en este caso el cultivo de café específicamente; el cilindro vascular de la raíz) y puede permanecer indefinidamente en un cultivo (Suárez y Rosales, 2004), como el de café; ya que los cultivos evaluados tienen entre 2 a 12 años de edad.

4.3.4. Densidad del género *Helicotylenchus* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Helicotylenchus* en los distritos de San Juan de Oro, San Gabán y San Pedro de Putina Punco en altitudes de 800 a 1416 msnm; se indica que es el segundo género más frecuente de los 10 géneros encontrados (Tabla 3). Los resultados del análisis de suelo (Figura 24), indican que el género *Helicotylenchus* fue más abundante en San Pedro de Putina Punco con una densidad promedio de 206.7 (18.82%) individuos en 100 cm³ de suelo, seguido de 108.2 (18.18 %) individuos en 100 cm³ de suelo para San Juan de Oro, la menor población fue encontrada en San Gabán con 86.4 (7.91%) individuos en 100 cm³ de suelo (Tabla 3) las densidades de este género fueron superadas por los nemátodos de vida de libre en los distritos evaluados. El análisis estadístico indica que las densidades son iguales en San Gabán y San Juan de Oro; mientras que para San Pedro de Putina Punco fueron el doble.

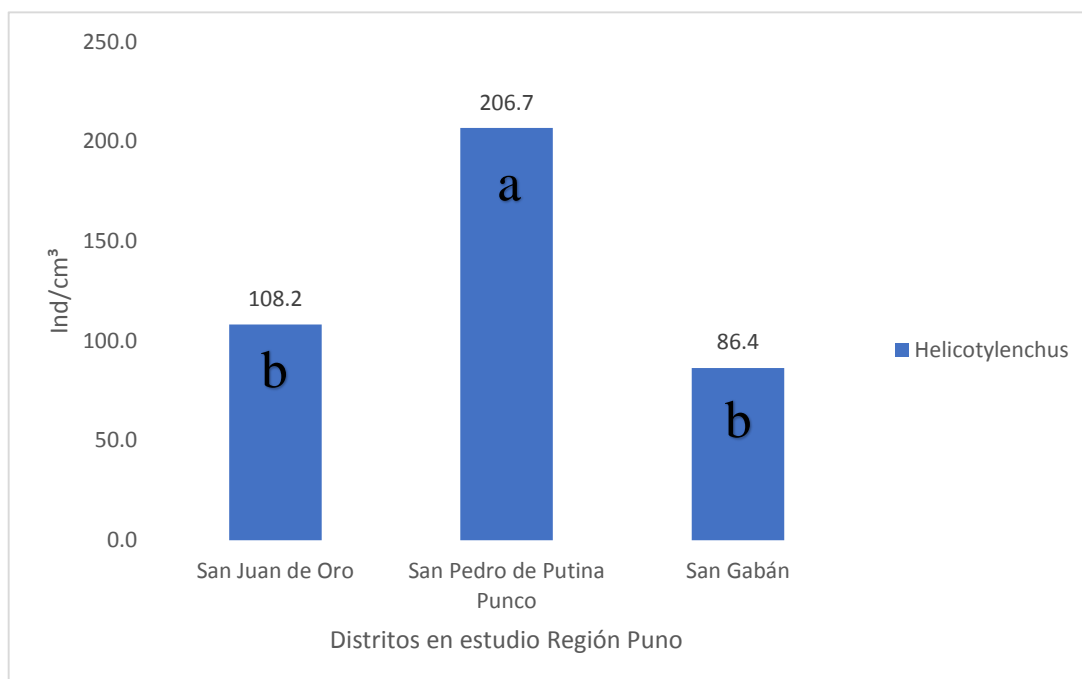


Figura 30: Densidad del género *Helicotylenchus* en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Helicotylenchus* y las letras entre barras indican que hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$) entre distritos.

El género *Helicotylenchus* se ha reportado en plantaciones de café en Centroamérica, en bajas densidades sin causar daños económicos (Pinochet y Ventura 1980; Pinochet y Guzman 1987), García (2012) han reportado la presencia de *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* en plantaciones de café en Nicaragua. Guevara (2015), identificó *Helicotylenchus* a en el cultivo de café en la selva Amazónica, Chaves (2014) encontró al género *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*, en cultivos de café y banano en Costa Rica, Peraza (2010) encontró al género *Helicotylenchus* en cultivos de café. Salazar *et al.*, (2013) encontró a *Meloidogyne* con 739 y *Helicotylenchus* 252 individuos asociados en el cultivo de tomate, Tomas de Jesús *et al.*, (2014) encontró a *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* asociados en el cultivo de piña, López (2006), Araya (2008) y Vargas, (2008) encontraron al género *Helicotylenchus* asociado con *Meloidogyne* en el cultivo de arroz. La predominancia de *Meloidogyne* sobre *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* en el cultivo de café ha sido reportada (Herve *et al.* 2005; Herrera 2011). La competencia que ocurre entre nemátodos fitoparásitos la han sugerido varios autores para explicar la predominancia de un género sobre otro (Chapman y Turner 1975; Umesh *et al.* 1994;

Herve *et al.* 2005; Herrera 2011; Avelino *et al* 2009). Este estudio confirma la asociación de estos dos géneros en el cultivo de café, en los estudios mencionados el género *Helicotylenchus* presento menor densidad que *Meloidogyne* que concuerda con las densidades encontradas y ratificando la teoría de predominancia de géneros.

Lima, Bravo y Aguilar (2017) encontraron al género *Helicotylenchus* en cultivo de maíz en San Juan de Oro y San Gabán con una frecuencia del 40.4% y 100% respectivamente concordando con el estudio realizado y una densidad del 16.6 y 140 de densidad promedio en 100 cm³ de suelo; Flores (2017) indica que las densidades varían de 11.1 individuos en 100 cm³ de suelo en el cultivo de papa Región Puno; siendo significativamente bajas a las encontradas en este trabajo.

Los resultados obtenidos se pueden explicar debido a que este género se identifica como ectoparásito, que puede comportarse como endoparásito migratorio; y este género completa su ciclo de vida en raíz (los síntomas ocasionados son parecidos a los causados por los nematodos fitoparásitos) y el síntoma más notorio es que puede causar necrosis en la raíz (Suárez y Rosales, 2004); este género habita suelos arenosos, francos o limosos; que concuerda con los suelos de los distritos evaluados.

4.3.5. Densidad del género *Mesocriconema* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Mesocriconema* en los distritos de San Juan de Oro, San Gabán y San Pedro de Putina Punco en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica que es el tercer género más frecuente de los 10 géneros encontrados (Tabla 3).

Los resultados de análisis de suelo sugieren (Figura 25), que el género *Mesocriconema* fue el tercer género más común; la densidad promedio más alta fue encontrada en San Gabán con 277.8 (25.42%) individuos por 100 cm³, seguido por San Pedro de Putina 144.4 (13.15%) en 100 cm³ de suelo y finalmente 49.6 (8.33 %) en 100 cm³ de suelo para San Juan de Oro, (Tabla 4), las densidades fueron superadas por los nemátodos de vida libre. El Análisis estadístico indica que las mayores densidades se encuentran en los distritos de San Pedro de Putina Putina y San Gabán (F=10.053; gl=2; P<0.05) (Anexo 11).

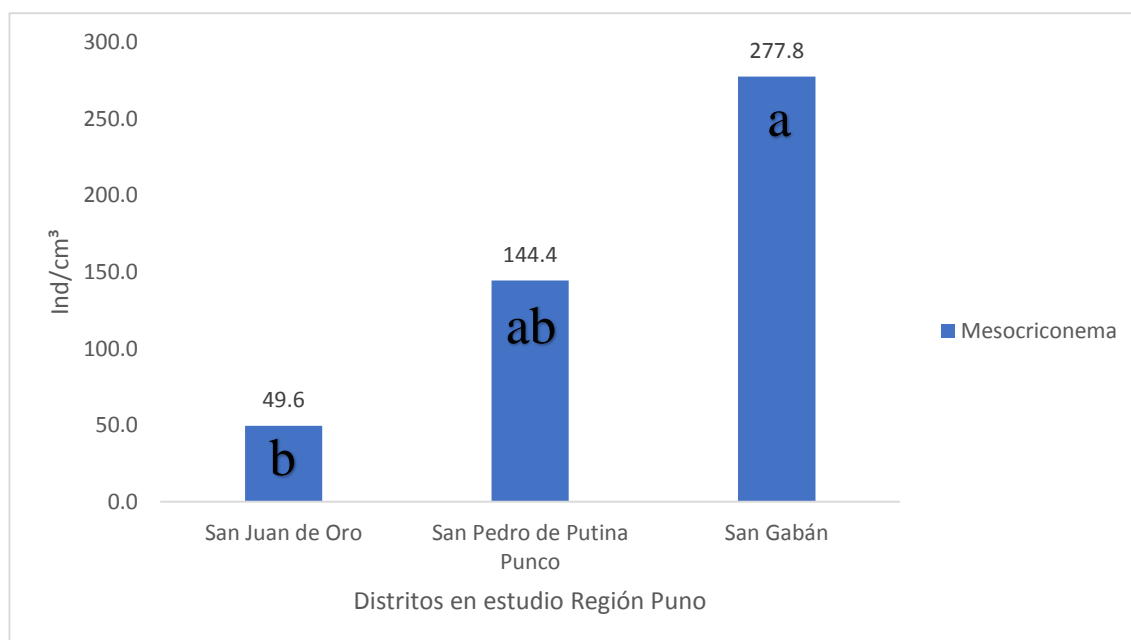


Figura 31: Densidad del género *Mesocriconema* en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Mesocriconema* y las letras entre barras indican que hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$) entre distritos.

Lima, Bravo y Aguilar (2017) encontraron al género *Mesocriconema* en el cultivo de maíz en los distritos de San Juan de Oro y San Gabán con una frecuencia del 35% y 35.5% respectivamente y una densidad del 63.3 y 120 en 100 cm³ de suelo. Flores (2017) indica que el género *Mesocriconema* tiene una densidad de 22.8 ind/100cm³ de suelo para la Región Puno en el cultivo de papa. Siendo menores a las encontradas en el presente trabajo de investigación.

Los resultados obtenidos se pueden explicar debido a que este género se identifica como ectoparásito de hábitos alimenticios cercanos a la raíz (introducen su estilete y se alimentan de células radicales) (Suárez y Rosales, 2004).

4.3.6. Densidad del género *Dorylaimus* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Dorylaimus* en los distritos de San Juan de Oro, San Gabán y San Pedro de Putina Punco en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica este género tiene una baja frecuencia y densidad promedio comparada con los 3 géneros descritos (Tabla 3 y 4).

Los resultados indican que la mayor densidad promedio de este género fue encontrada en distrito de San Gabán 71 (6.50%) individuos en 100 cm³ de suelo, en la Región Puno, seguido por San Juan de Oro 5.1 (0.86%) individuos en 100 cm³ de suelo y finalmente San Pedro de Putina Punco 10 (0.91%) individuos en 100 cm³ de suelo (Figura 32); estas densidades promedio son bajas y son superadas por los nemátodos de vida libre (Anexo 12), El análisis estadístico indica que la mayor densidad se presentó en San Gabán, mientras que para San Juan y Putina punco las densidades fueron menores ($F=4.347$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 12).

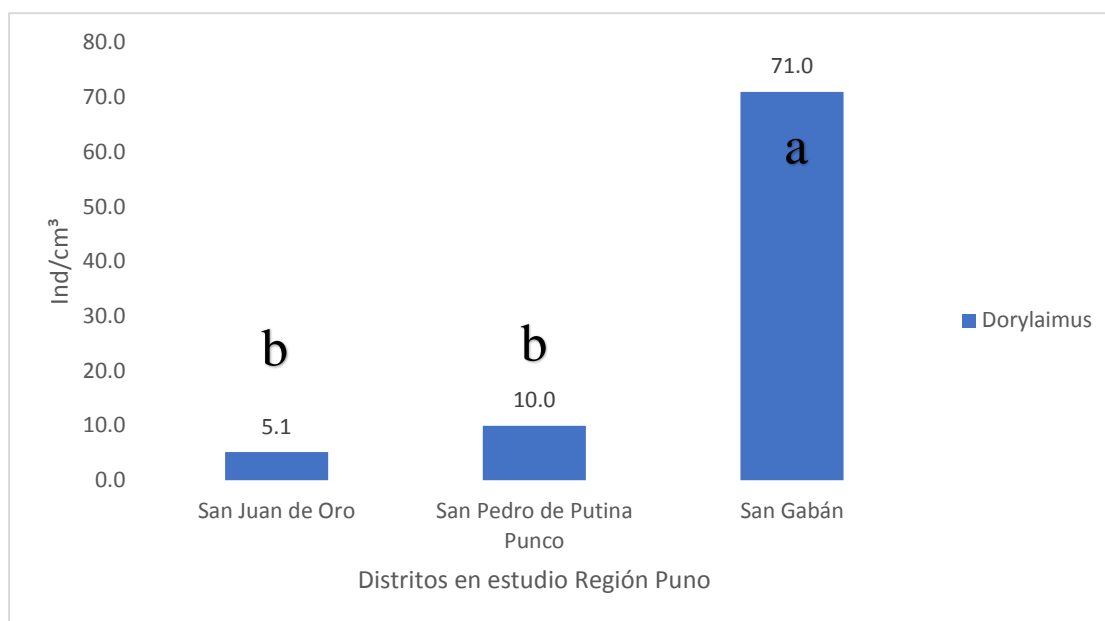


Figura 32: Densidad del género *Dorylaimus* en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Dorylaimus* y las letras entre barras indican que hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$) entre distritos.

Flores (2017) indica que el género *Dorylaimus* tiene una densidad de 1.1 individuos en 100 cm³ de suelo en el cultivo de papa de la Región Puno siendo menor a los distritos evaluados.

4.3.7. Densidad del género *Xiphinema* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Xiphinema* en los distritos de San Juan de Oro y San Pedro de Putina Punco en altitudes de 841 y 1416 msnm; se indica este género tiene una baja frecuencia y densidad promedio comparada con los 4 géneros descritos anteriormente (Tabla 3 y 4).

Los resultados indican que no existe presencia del género *Xiphinema* en San Gabán; mientras que San Juan de Oro cuenta con una densidad promedio de 3.5 (0.58%) individuos en 100 cm³ de suelo y San Pedro de Putina Punco 28.5 (2.59%) individuos en 100 cm³ de suelo (Figura 33); y no representan un problema para el cultivo de café ya que son superados por los nemátodos de vida libre. El análisis estadístico mostro que existe mayor densidad poblacional en el distrito de San Pedro de Putina Punco ($F=8.441$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 14). Guevara (2015), identifico *Xiphinema* en la selva Amazónica.

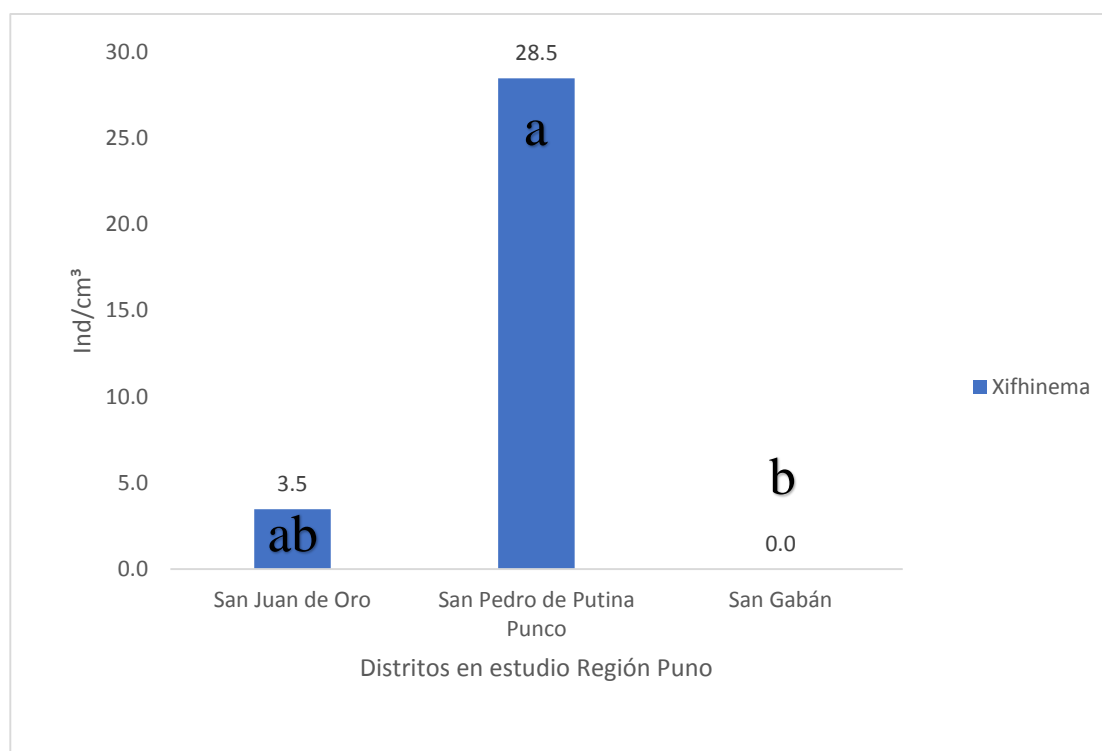


Figura 33: Densidad del género *Xiphinema* en el cultivo de café; en la región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Xiphinema* y las letras entre barras indican que no hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$)

4.3.8. Densidad del género *Pratylenchus* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Pratylenchus* en los distritos de San Juan de Oro y San Pedro de Putina Punco en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica este género tiene una baja frecuencia y densidad promedio comparada con los 5 géneros descritos anteriormente (Tabla 3 y 4).

Los resultados indican que no existe presencia del género *Pratylenchus* en San Gabán; mientras que para San Juan de Oro tiene una densidad promedio de 9 (1.52%) individuos en 100 cm³ de suelo y San Pedro de Putina Punco 12.3 (1.12%) individuos en 100 cm³ de suelo (Figura 28). El análisis estadístico indica que no hay diferencia entre densidades en ambos distritos.

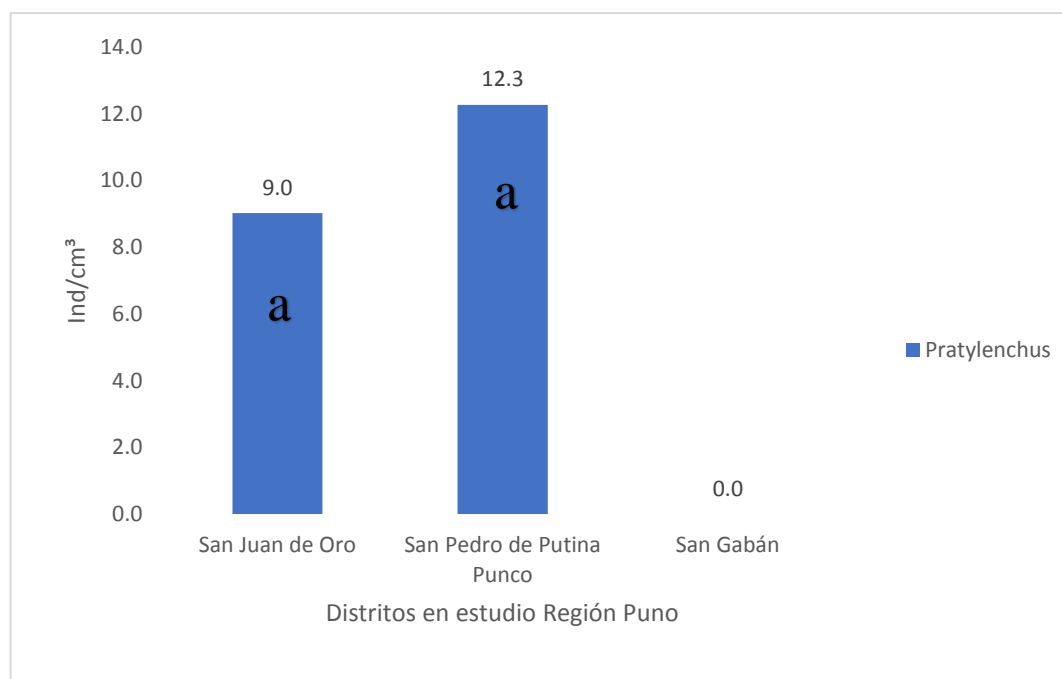


Figura 34: Densidad del género *Pratylenchus* en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Pratylenchus* y las letras entre barras indican que no hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$)

Vargas (1990) indica que la frecuencia de *Pratylenchus* en cultivo de café fue menor llegando a un máximo de 65% y una densidad de 20000 ind/100 suelo. Salazar *et al.*, (2013) encontró a *Meloidogyne* (739), *Pratylenchus* (555) individuos asociados en el cultivo de tomate; estos estudios concuerdan en la dominancia de géneros; sin embargo, las densidades son mayores a las evaluadas. Guevara (2015), identificó *Pratylenchus* en la selva Amazónica.

Flores (2017) indica que las densidades de *Pratylenchus* varían de 0.1 a 1.4 individuos en 100 cm³ de suelo en el cultivo de papa lo cual concuerda con el análisis. Según Inomotto *et al.* (1998) el umbral de daño para este género es de 1000 individuos lo cual no pone en riesgo al cultivo de café. Estos resultados se pueden justificar debido a que el género

Pratylenchus se caracteriza por ser endoparásito migratorio además es capaz de sobrevivir en suelo por más de seis meses (Suarez y Rosales, 2004).

ANACAFE (2009) menciona que el género *Pratylenchus* fue encontrado junto a *Meloidogyne* en cultivos de café en México. Tomas de Jesús *et al.*, (2014) mencionan que *Pratylenchus* y *Meloidogyne* fueron encontrados en cultivo de piña. La predominancia de *Meloidogyne* sobre *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* en el cultivo de café ha sido reportada (Herve *et al.* 2005; Herrera 2011). Estas investigaciones concuerdan con el presente trabajo.

4.3.9. Densidad del género *Tylenchus* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Tylenchus* en el distrito de San Pedro de Putina Punco en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica este género no tiene una influencia directa por la baja frecuencia y densidad que presenta (Tabla 3 y 4).

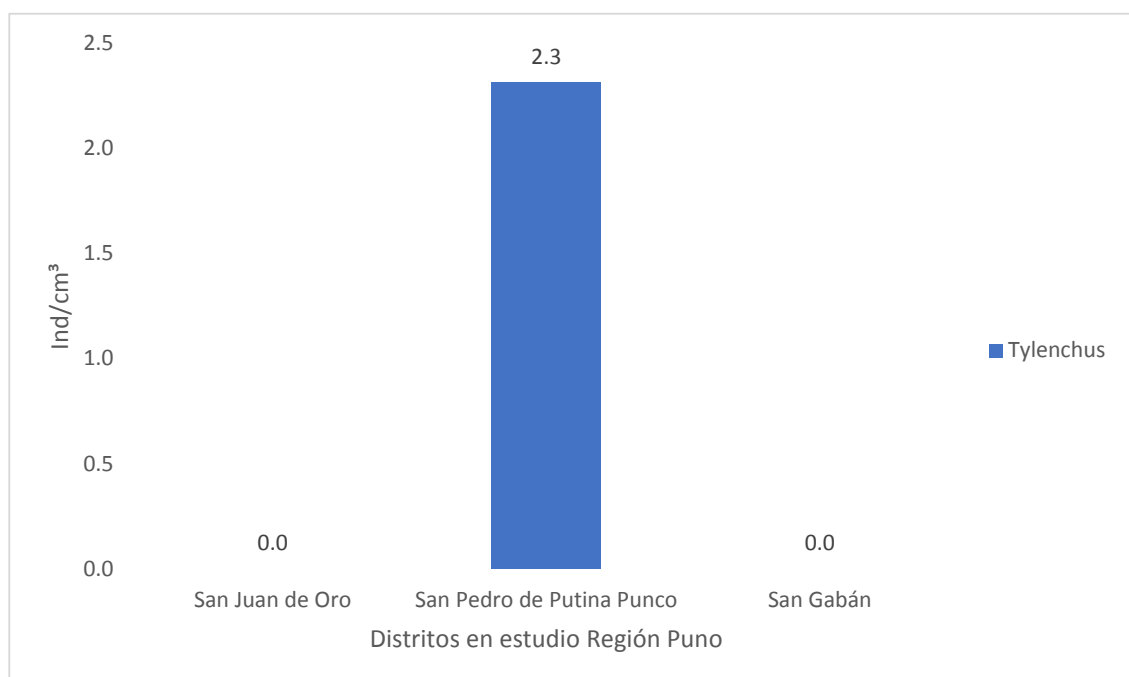


Figura 35: Densidad del género *Tylenchus* en el cultivo de café; en la región Puno.

Los resultados de las muestras indican que no existe presencia del género *Tylenchus* en San Gabán y San Juan de Oro, mientras que San Pedro de Putina Punco tiene una población mínima de 2.3 (0.21%) individuos en 100 cm³ de suelo (Figura 29) lo cual no

representa un peligro para el cultivo de café ya que es superada ampliamente por las densidades de los nemátodos de vida libre.

4.3.10. Densidad del Género *Hemicyclopora* en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Hemicyclopora* en el distrito de San Pedro de Putina Punco y San Juan de Oro en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica este género no tiene una influencia directa por la baja frecuencia y densidad que presenta (Tabla 3).

Los resultados de las muestras de la Región Puno indican que no existe presencia del género *Hemicyclopora* en San Gabán; tiene una presencia menor a los nemátodos de vida libre en los distritos de San Juan de Oro 0.7 (0.12%) y San Pedro de Putina Punco tiene 6.5 (0.59%) individuos en 100 cm³ de suelo (Figura 30). El análisis estadístico muestra que no hay diferencia entre las densidades entre ambos distritos evaluados ($F=1.040$; $gl=2$; $P>0.05$) (Anexo 15).

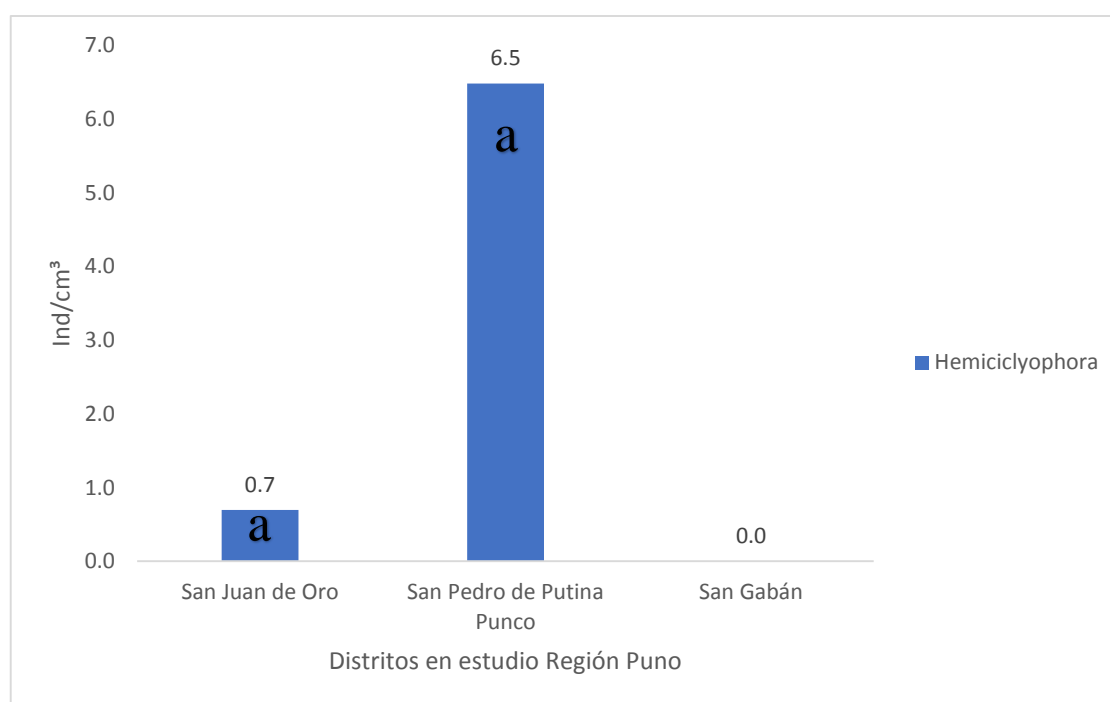


Figura 36: Densidad del género *Hemicyclopora*, en el cultivo de café; en la Región Puno.

4.3.11. Densidad de los nemátodos de vida libre en el cultivo de café

Las muestras analizadas de los distritos San Juan de Oro, San Gabán y San Pedro de Putina Punco de la Región Puno; por el método de fluctuación centrífuga; donde se observa que los nemátodos de vida libre tienen la segunda mayor frecuencia y densidad promedio entre los 10 géneros encontrados (Tabla 3 y 4). Los resultados muestran densidad promedio de los nemátodos de vida libre en San Gabán 305.5 (27.97%); San

Juan de Oro 192.6 (32.16%), mientras que San Pedro de Putina Punco tiene una población de 365.5 (31.77%) individuos en 100 cm³ de suelo (Figura 32). El análisis estadístico indicó; que se obtuvo mayor densidad poblacional en los distritos San Pedro de Putina Punco y San Gabán ($F=11.064$; $gl=2$; $P<0.05$) (Anexo 14).

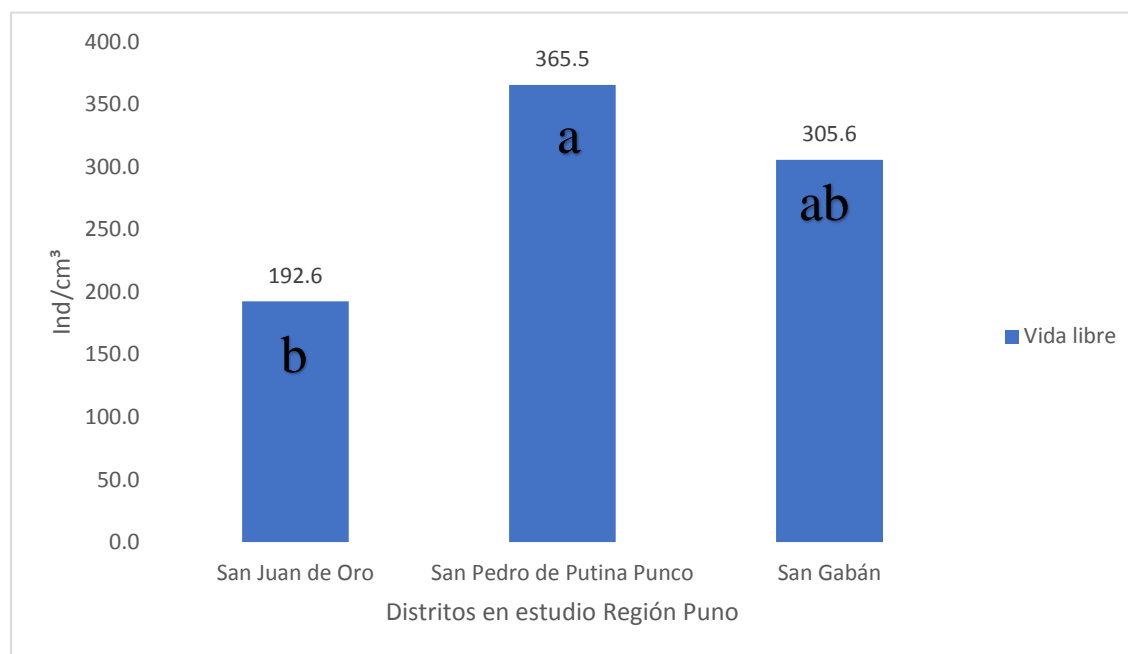


Figura 37: Densidad de nemátodos de vida libre en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio de los nemátodos de vida libre y las letras entre barras indican que hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$).

Lima, Bravo y Aguilar (2017) encontraron nemátodos de vida libre en San Juan de Oro y San Gabán con una incidencia del 100% en ambos casos y una densidad del 133.3. y 163 de densidad promedio en 100 cm³ de suelo. Siendo semejantes a las encontradas en el presente trabajo de investigación. Flores (2017) indica que los nemátodos de vida libre en el cultivo de papa varían de 17.47 a 26.69 individuos por cm³ de suelo estas cantidades son menores a la descritas en el trabajo.

4.3.12. Densidad del género *Monochus* (vida libre) en el cultivo de café

Confirmada la presencia del género *Monochus* en el distrito de San Pedro de Putina Punco y San Juan de Oro en altitudes de 800 y 1416 msnm; se indica este género no tiene una influencia directa por la baja densidad que presenta (Tabla 3).

Los resultados indican que no existe presencia del género *Monochus* en San Gabán, mientras que San Juan de Oro 1.3 (0.21%), mientras que San Pedro de Putina Punco tiene una población de 14.1 (1.29%) individuos en 100 cm³ de suelo.

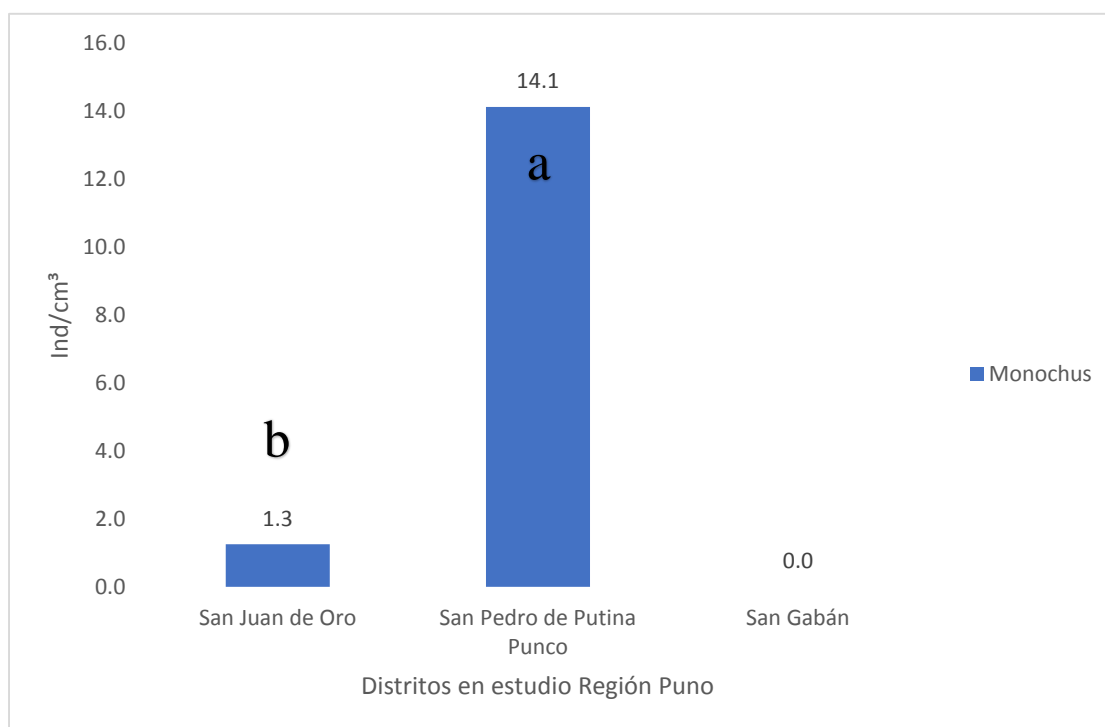


Figura 38: Densidad del género *Monochus* en el cultivo de café; en la Región Puno.

Las barras indican la densidad promedio del género *Monochus* y las letras entre barras indican que hay diferencia significativa a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$).

4.3.13. Relacion entre poblacion de nemátodos de vida libre y nemátodos fitoparasitos

Se observa que los nemátodos fitoparásitos aumentan la población de los nemátodos de vida libre en un 22,8% es una asociación media entre nemátodos de vida libre (R^2 de 0.22) y fitoparásitos.

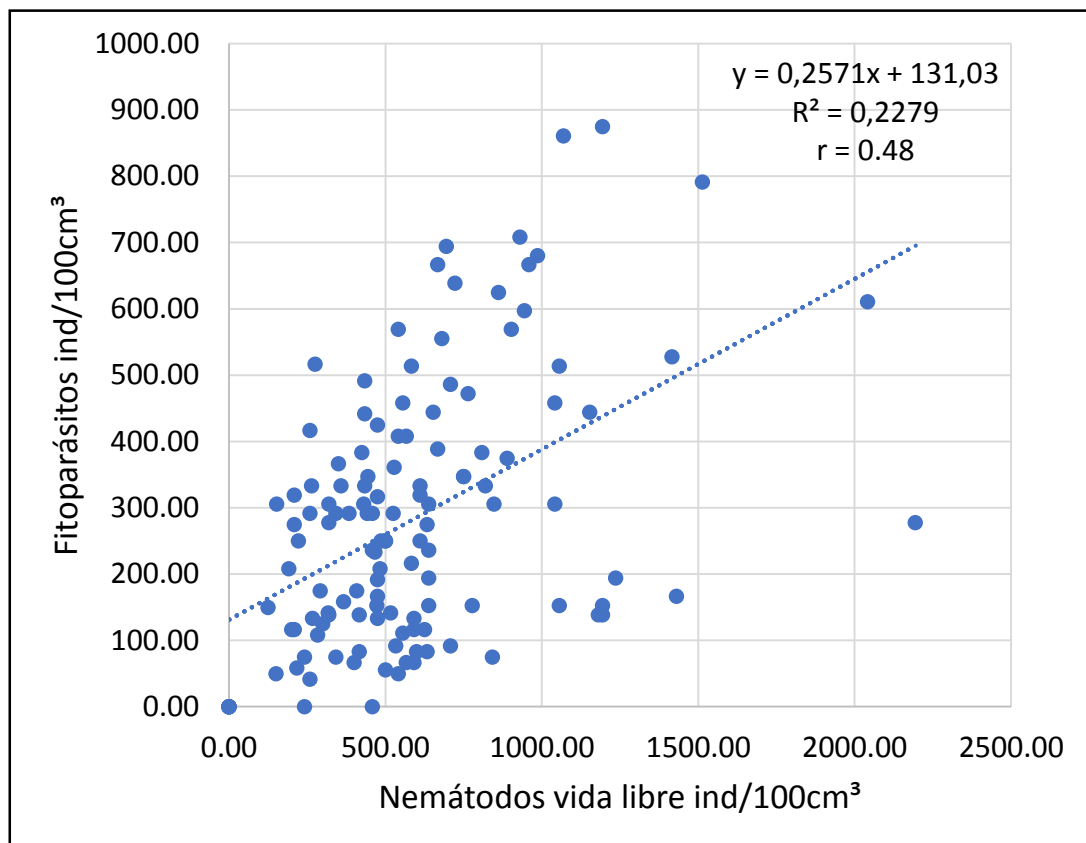


Figura 39: Dispersión de los nemátodos de vida libre y fitoparásitos.

Mediante una prueba de correlación y regresión lineal, se puede determinar que las poblaciones de nemátodos fitoparásitos pueden influir aumentando la población de nemátodos de vida libre considerando el valor significativo ($p = 0.05$) de $r = 0.48$ (asociación media) es decir, indica la determinación ($R=0.2279$) casi en un 23%. los nemátodos fitoparásitos pueden atraer a los predadores y es importante desde el punto de vista de control biológico.

V. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El análisis de suelo reveló la presencia de 8 géneros de nemátodos fitoparásitos: *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Mesocriconema*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Hemicycliophora* y nemátodos de vida libre, *Mononchus*.
2. A través del método de electroforesis de isoenzima se identificó la especie *Meloidogyne exigua*.
3. Se estimó la densidad poblacional de los diferentes géneros encontrados para los distritos de San Juan de Oro *Meloidogyne* (226.4), *Helicotylenchus* (108.2), *Pratylenchus* (206.7), *Xiphinema* (3.5), *Mesocriconema* (49.6), *Dorylaimus* (5.1), *Tylenchus* (0), *Hemicycliophora* (0.7), y nemátodos de vida Libre (192.6), *Mononchus* (1.3); San Pedro de Putina Punco *Meloidogyne* (324.8), *Helicotylenchus* (206.7), *Pratylenchus* (12.3), *Xiphinema* (28.5), *Mesocriconema* (144.4), *Dorylaimus* (10.0), *Tylenchus* (2.3), *Hemicycliophora* (6.5) y nemátodos de vida Libre (346.5), *Mononchus* (14.1), y San Gabán *Meloidogyne* (351.9), *Helicotylenchus* (86.4), *Mesocriconema* (277.8), *Dorylaimus* (71.0) y nemátodos de vida Libre (305.6) en 100 cm³ de suelo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con las investigaciones, sobre los problemas ocasionados por los nemátodos en el cultivo de café en la región Puno y determinar las especies de cada género.
2. Evaluar la interacción entre los géneros encontrados, sobre todo los géneros con más poblaciones como *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Mesocriconema*.
3. Evaluar la resistencia de las variedades de café; a la presencia cada género de nemátodos encontrado en la presente investigación y evaluar el daño ocasionado por *Meloidogyne exigua*.
4. Planificar y ejecutar medidas de prevención y control para evitar pérdidas en el cultivo de café.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Abad P, Castagnone S, Rosso M, De Almeida J. y Favery B. (2009), Invasion feeding and development In Perry, R.N.; Moens, M.; Starr, J.L. eds. Root-knot nematodes. London, UK. CAB International, 163-176 p.

Agrios GN. (1996) Fitopatología. México. Segunda Edición. Limusa S.A. de CV Grupo Noriega Editores. 838 p.

Agrobanco, (2007) Cultivo del café, disponible en Agrobanco.

Agrobanco, (2012) Asistencia técnica dirigida al manejo de plagas en el cultivo de café.

Agrios G. (2011) Fitopatología. México. Editorial Limusa S.A. de CV Grupo Noriega Editores. 745-749 p.

Alban R, Guerrero R, y Toro M. (2013) Interactions between a Root Knot Nematode (*Meloidogyne exigua*) and Arbuscular Mycorrhizae in Coffee Plant Development (*Coffea arabica*). American Journal of Plant Sciences vol N°4, 19-23 p.

AMECAFE. Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café. Disponible en línea: www.spcafe.org.mx/wb3/wb/spc/spc_amecafe. Accesado el 21 de octubre del 2015.

Anacafé. (2009). Fluctuación poblacional del nematodo *Meloidogyne* en la zona central de Guatemala. (En red) disponible en: https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Investigaciones_Nematodo

Araya BE. (2008) Identificación, cuantificación y caracterización de densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) en la región huerta norte de Costa Rica. Trabajo final de graduación presentado a la escuela profesional de Agronomía como requisito para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Araya, M. (2002). Metodología utilizada en el laboratorio de nematología de CORBANA S.A. para la extracción de nematodos de las raíces de banano (*Musa AAA*) y platano (*Musa AAB*). CORBANA 28(55):97-110.

Arcila PJ. Crecimiento y desarrollo de plantas de café. Colombia, 22-30 p.

Arcila PJ, Buhr L, Bleiholder H, Hack H. y Wicke H. (2001) Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café *Coffea* sp. Boletín Técnico Cenicafé No. 23; 1-31 p.

Arbeláez TG. (2000) Some aspects of Fusarium genus and the Fusarium oxysporum species.

Aoki S, Brent S, Astorga C. y Nagai C. (2012) Resistance of semi wild *Coffea arabica* L. from ethiopia to a root-knot nematode, *Meloidogyne Konaensis*. Department of plant and Environmental Protection Sciences, College Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa.

Avelino, J; Bouvret, M; Salazar, L; Cilas, C. (2009). Relationships between agro-ecological factors and population densities of *Meloidogyne exigua* and *Pratylenchus coffeae* sensu lato in coffee roots, in Costa Rica. Applied Soil Ecology 43:95-105.

Barbosa H.S. Dimmy, H. Viera, R. Souza, A. Viana, C. Silva, (2004) Field estimates of coffee yield losses and damage thes hold by *M. exigua*. Nematologia Basileira. Brasil.

Barrera JF, Herrera J, Villalobos J, García H, Gómez J. y López E. (2000) Folleto técnico número 11. La Broca del café. Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, México.

Barrera JF, Lomeli R, Bernal JS, Herrera J. y Malo V. (2006) Folleto técnico no. 12. El minador de la hoja del café, una plaga explosiva regulada por enemigos naturales. Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, México; 8 p.

Bertrand B, Anthony F. y Lashermes p. (2001) Plant Phatology Vol 50; 637-643 p.

Bertrand B, Anzueto F, Astorga C, Topart P. y Anthony F. (2003) La resistencia genética de *Coffea* spp. a *Meloidogyne paranaensis*: identificación y utilización para caficultura latinoamericana. Manenejo integrado de plagas Costa Rica N° 67; 5-12 p.

Beingolea O. (1971) Principales plagas del tomate en los valles de la costa. En Resúmenes II Congreso Peruano de Fitopatología. Lima. Perú; 75 p.

Biocafé, Importancia de la caficultura en el contexto mundial. 2000. Disponible en Biocafé pdf.

- Blok VC. Y Powers TO. (2009) Biochemical and Molecular Identification. In Perry, R., Moens, M, Starr, J. eds. Root-knot nematodes. London, UK. CAB International; 98-112 p.
- Bravo R. (2010) Plagas en tubérculos andinos. Manejo Agroecológico de plagas andinas. Puno, Perú. Altiplano E.I.R.L. 131 p.
- Bridge, J., Starr, J. (2007). Plant nematodes of agricultural importance. Academic Press. EE.UU. 152pp.
- Bonilla A. (2014) Distribución espacial y temporal del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.) en el municipio de Patzicia.
- Bustillo PA. (2002) El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé. Boletín Técnico Cenicafé No. 24; 1-40 p.
- Cabos RYM, Sipes BS, Nagai C, Serracin M. y Schimitt DP. (2010) Evaluation of coffee genotypes for root-knot nematode resistance. Department of Plant and Environmental Protection Sciences, University of Hawaii at Manoa, Honolulu. Nematropica 40; 191-202 p.
- Carneiro R, Almeida M. y Quénhervé P. (2000) Enzyme phenotype of *Meloidogyne* spp. populations. Nematology 2; 645-654 p.
- Carneiro RMDG. y Almeida MRA. (2001) Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides das galhas para identificação de espécies. Nematologia Brasileira N°25; 35-44 p
- Carneiro RMDG. y Cofcewicz, ET. (2008) Taxonomy of coffea-parasitic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. en: Souza R.M. (ed.), Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer *Meloidogyne* sp. Netherlands; 87-122 p.
- Castañeda PE. (2000) El ABC del café – cultivando calidad. Editorial TECNATROP. Lima-Perú; 179 p.
- Chaves EJ. Los nematodos y la producción de papa. 2005. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/balcarce/bl2005gacetillas/20051018nematods.asp>.

Chavez GM. (2014) Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de café en asocio con el banano en el Valle Central y Occidental de Costa Rica. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Universidad Nacional de Costa Rica.

CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigación de Café) (2014). Minador de las hojas del cafeto, Una plaga potencial por efectos del cambio climático. Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/330/1/avt0409.pdf>. Accesado el 21 de octubre del 2015.

Chitwood DJ. y Perry RN. (2009) Reproduction Physiology and Biochemistry. In Perry, R., Moens, M., Starr, J. eds. Root-knot nematodes. London, UK. CAB International. 182-194 p.

Cuadrat JM. y Pita MF. (1997) Climatología. Madrid-España: Ediciones Cátedra S.A.

Cid del Prado V, Ignacio TS, Hernández A, Alfonsina J. (2001) Distribución de Especies y Razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología 19; 32- 39 p.

Coolen WY. (1972) A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. State Agricultural Research Centre. 77 p.

Coyne, D., Nicol, J. y Claudius-Cole, B. (2007). *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio*. Instituto Internacional de Agricultura y el Centro Internacional de Mejora del Maíz y trigo. Cotonou, Benin, 82.

Contarato CC, Marcelo AT, Alves FR, Sobreira FM, De Jesus Junior WC, Rabello LKC, Ferrão MAG. y Ferrã RG. (2014) Reaction of Cultivar Coffee ‘Vitória INCAPER 8142’ of Cornillon to Parasitism of *Meloidogyne exigua*, IDESIA (Chile); 93-97 p.

Compendio estadístico del Perú. Agropecuario 2014. Disponible en compendio estadístico del Perú café. Accesado el 5 de octubre del 2015.

Curtis RHC, Robinson AF. y Perry RN. Hatch and host location. In Perry, R.N. Moens, Starr, J.L., (2009) eds. Root-knot nematodes. London, UK. CAB International; 139-155 p.

Dias AR, De Melo SS, Marcelo ChF, Biela F, Loreiro CT, Higashi PH. y Fontana FL. (2012) Behavior of coffee plants IPR 100 and IPR 106 in soil infested with *Meloidogyne incognita*. Journal of Food, Agriculture & Environmental. Vol 10; 251-255 p. Di Vito

- MRC. y Vovlas N. (2000) Pathogenicity of *Meloidogyne exigua* on coffee (*Coffea Arabica* L.) in pots, Istituto di Nematologia Agraria, Nematropica 30; 55-61 p.
- Eisenback J, y Hunt D. General Morphology in Perry, R; Moens, M; Starr, J. LONDON, (2009) UK: CAB International; 18-50 p.
- Eisenback JD, Hirschmann H, Sasser JN. y Triantaphyllou AC. (1983) Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.) con una clave pictórica. Traducida al español, por: C. Sosa-Moss. Departments of Plant Pathology and Genetics North Carolina State University Departamento de Fitopatología; 55 p.
- EPPO. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2014. Disponible en: <https://www.eppo.int>. Accesado el 10 de octubre del 2015.
- Esbenshade P. y Triantaphyllou A. (1985) Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. Journal of Nematology 17; 6-20 p.
- Evans A.A.F. y Perry R.N. Survival mechanisms. In Perry, R.N., Moens, M., Starr, J.L., (2009) eds. Root-knot nematodes. London, UK. CAB International; 201-219 p.
- Fassuliotis, G. (1979) Plant breeding for root-knot nematode resistance. In: Lambert, F. y Taylor, C.E., Ed. Root-knot nematode (*Meloidogyne* species). Systematics, Biology and Control. London: Academic Press; 425-453 p.
- Ferreira, V; Campos, V; Arc, DR. (1987). Flutuacao populacional de *Meloidogyne exigua* na rizosfera do cafeeiro. Nematology Brasileira 11(159-176).
- Ferris, H. (1999). Nematode Plant Expert Information System (NEMAPLEX). University of California. Recuperado de: <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/index.htm>
- Ferris, H; Eyre, M; Venette, R; Lau, S. (1996a). Population energetics of bacterial-feeding nematodes: stage-specific development and fecundity rates. Soil Biology and Biochemistry 28:271-280.
- Ferris, H; Venette, RC; Lau, SS. (1996b). Dynamics of nematode communities in tomatoes grown in conventional and organic farming systems, and their impact on soil. Applied Soil Ecology 3:161-175.

Ferris, H; Bongers, T; Goede de, R. (2001). A framework for soil food web diagnostics: extensions of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18:13 - 29.

Ferris, H; Matute, MM. (2003). Structural and functional succession in the nematode fauna of a soil food web. *Applied Soil Ecology* 23(2):93-110.

Ferris, H; Venette, R; Scow, K. (2004). Soil management to enhance bacterivore and fungivore nematode populations and their nitrogen mineralisation function. *Applied Soil Ecology* 25(1):19-35.

Flores, Y. (2014) Tesis para optar el título de ingeniera agrónomo. “Caracterización del nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) de la región Puno, Universidad Nacional del Altiplano.

Forumcafé. El café en Sudamérica; 2008. Disponible en Forumcafé.pdf.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2015 Disponible en línea: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accesado el 12 de octubre del 2015.

Foruncafé. Las enfermedades del café. Disponible en Google como enfermedades del cultivo de café bio café Accesado el 10 de octubre del 2015.

Fondo nacional del café (2011). Gerencia técnica/Programa de investigación científica. Minador de la hoja del café una plaga potencial por efectos del cambio climático.

Fujimoto, T; Hasegawa, S; Otake, K; Mizukubo, T. (2010). The effect of soil water flow and soil properties on the motility of second-stage juveniles of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Soil Biology and Biochemistry* 42(7):1065-1072.

García, J. (2012). Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua. Magister. Turrialba, CR, CATIE.

Gonçalves W, Ramiro DA, Gallo PB. y Giomo GS. (2004) Manejo de nematoides na cultura do cafeeiro. In: Proceedings of the 10th Reunião itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico-café. IB, Mococa; 48-66 p.

Gonzales A, Ferreira S. Fusarium General Information Summary. Department of Plant Pathology, College of Tropical and Agriculture and Human Resources. University of

Hawaii at Manoa; (2001). Despoiled in <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/fusDrim.htm>. Accesado 15 de octubre del 2015.

Tomas de Jesús GH, Duran MJ, Montero CW, Vargas CH, Castro JZ, Carvajal VD. y Areas LD. (2014) Diagnóstico y dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en dos sistemas de cultivo de piña en Costa Rica. Tecnología en marcha vol. N° 27.

Hernández CL. (2012) Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo, identificación del nematodo agallador de la raíz del cafeto en la región centro de Veracruz (México).

Herrera I, Bryngelsson T. y Monzón A. (2011) Occurrence of *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. in conventional and organic coffee systems in Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, Departamento de Protección Agrícola y Forestal, Nematropica 41; 82-90 p.

Herve, G; Bertrand, B; Villain, L; Licardie, D; Cilas, C. (2005). Distribution analyses of *Meloidogyne* spp and *Pratylenchus coffeae* sensu lato in coffee plots in Costa Rica and Guatemala. Plant Pathology 54:471-475.

Herrera, I. (2005). Root-knot nematodes and coffee in Nicaragua: Management systems, species Identification and genetic diversity. Doctoral Swedish, Swedish University of Agricultural Sciences. 57 p.

Hiroshi S, Tumoru S, Ribeiro AC, De Batista F, Shiguer ID, Seidi KF. y Barreto PC. (2009) Reaction of coffee cultivars Tupi IAC 1669-33 and IPR 100 to nematode *Meloidogyne paranaensis*, Article in crop breeding and applied biotechnology.

Hunt DJ, y Handoo ZA. (2009) Taxonomy, identification and principal species. In Perry, R., Moens, M., Starr, J. eds. Root-knot nematodes. London, UK. CAB International; 55-88 p.

Hussey RS, y Mims C.W. (1991) Ultrastructure of esophageal glands and their secretory granules in the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Protoplasma 156; 9-18 p.

Hussey RS, y Janssen G. (2001) Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. In Starr, J., Cook, R., Bridge, J., eds. Plant Resistance to Parasitic Nematodes. London, UK. CAB International; 43-70 p.

Hurchanik DP, Schmitt NV. y Sipes BS. (2003) Relación entre densidades de poblaciones de *Meloidogyne konaensis* y el estado nutricional de raíces y hojas de café. University of Hawaii, Department of Plant and Environmental Protection Sciences. *Nematropica* 33; 55-64 p.

Hussey RS. y Barker KB. (1973) A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease* 57; 1025-1028 p.

INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. Nota de prensa. Producción de café creció 45%; 2014. Consultado el 19-09-2015 disponible en URL: <http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion>.

INIA. Disponible en: <http://inia.gob.pe/planeamiento-organizacion/116-transparencia/planeamiento-organizacion/966-informe-gestion-anual>. Consultado el 19-09-2015.

Inomoto, M; Oliveira, C. (2008). Coffee-Associated *Pratylenchus* spp. – Ecology and Interactions with Plants. In Souza, R. ed. 2008. *Plant-Parasitic Nematodes of Coffee*. Springer.

Inomotto, M; Oliveira, C; Mazzafera, P; Gonçalves, W. (1998). Effect of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae* on seedlings of *Coffea arabica*. *Journal of Nematology* 30(3):362-367.

Jenkins W. (1964) A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant disease reporter*; 692 p.

Julca OA, Carhuallanqui R, Bello A, Crespo CR, Echevarría y Borjas R. (2000) Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café variedad “Catimor” en Villa Rica (Pasco, Perú). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Karssen G. y Moens M. (2006) Root-knot nematodes. In Perry, RN; Moens, M. eds. *Plant Nematology*. London, UK. CAB International; 59-88 p.

Krusberg L. y Hirschmann H. (1957) A survey of plant parasitic nematodes in UK. *Plant Dis. Rep.* 42; 604-686 p.

LANREF-CP (Laboratorio nacional de referencia epidemiológica fitosanitaria). (2014) Ficha técnica N°55 minador de la hoja del cafeto. Dirección general de sanidad vegetal.

Leguizamon CJ, Vergel C, Torres T. (2000) Reconocimiento y frecuencia de *Meloidogyne* ssp. en una localidad de la zona cafetera central de Colombia. Cenicafé 51; 285-295 p.

Lima, M. I. y Casa, C. V. H. (2016). *Nematología agrícola*. Especialización en nematología agrícola y prácticas de rutina para el diagnóstico.

Lima I, Bravo R, Aguilar M, Densidad poblacional de nemátodos asociados al cultivo del maíz (*Zea mais* L.) en las regiones de Puno y Cusco, Revista altonadina, 2017, volumen N°19, pág. 243-254-.

Lopez BJ. (2006) Determinación preliminar y de géneros y densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en la región Huetar Norte Costa Rica. Tesis para optar el grado de Ingeniero en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Lopez R. (1986) Morfométrica y patrones enzimáticos de tres razas de *Meloidogyne incognita* (Nematoda: meloidogynae) vol. 36.

Luc M, Sikora RA, Bridge J. (1990) Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK. CAB International; 629 p.

Magunacelaya J. y Dagnino E. (1999) Nematología agrícola en Chile. Serie Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas; 253 p.

Luc, M., Bridge, J. and Sikora, R. A. (1990). Reflection on Nematology in Subtropical and Tropical Agriculture. In: Plant parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Wallingford, CABI. PP 117.

Mai W, and Mullin P. (1996) Plant parasite nematodes. Quinta Edición. Editorial Cornell University Press, Ithaca-Londres; 04 p.

McCarter JP. (2009) Molecular approaches toward resistance to plant-parasitic nematodes. Chapter in Cell Biology of Plant Nematode Parasitism, Berg, R.H. and C.G. Taylor eds., Series: Plant Cell Monographs, Vol. 15.

MAPAS disponible en: <http://www.am-sur.com/am-sur/peru/karten-index.html>.
Accesado el 20 de noviembre.

Mejia A, Chacon A, Esparrago YJ. y Del Moral. (1995) Control del nematodo formador de nódulos en raíces (*Meloidogyne incógnita* Kofoid y White, 1919) con la utilización de la energía solar. Bol. San- Veg. Plagas, 21; 43-47 p.

Medina IL, Coila VHC, Gomes CB, Arione SP. y Nilceu RN. (2014) Ocorrência de *Meloidogyne ethiopica* no Paraná e reação de cultivares de batata ao nematoide das galhas. Horticultura Brasileira; 32 p.

MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego). Ficha técnica del café; (2010). Disponible en café minagri. Pdf. Accesado el 5 de octubre del 2015.

MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego). Informe especial N° 001-2013. Situación del mercado de café en grano. Disponibles en Google minagri 2013. Accesado el 5 de octubre del 2015.

MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego). Modelo de desarrollo sostenible para el café peruano. Documento del Banco Interamericano de desarrollo fondo multilateral de inversiones. Disponible en Google MINAGRI 2014 II. Pdf. Accesado el 5 de octubre del 2015.

MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego) (2015). Síntesis agronómica del café. Dirección general de políticas agrarias, dirección de estudios económicos e informativos de la agraria. Disponible en Google minagri 2015 pdf. Accesado el 5 de octubre del 2015

Moens M, Perry RN. y Starr JL. (2009) *Meloidogyne* species a diverse group of novel and important plant parasites. In Perry, R.N., Moens, M. Starr, J.L. eds. Rootknot nematodes. London, UK. CAB International; 1-13 p.

Mora RJ. (2001) Control biológico de la pudrición radicular por *Fusarium oxysporum* en semilleros de café usando endomicorriza y *Trichoderma harzianum*. Honduras.

Monzon GA. “Evaluación del nematodo de las gallas (*Meloidogyne* ssp.) en el fructificación del café orgánico del distrito de San Juan del Oro-Puno”. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología Puno-Perú; 2010. Universidad Nacional del Altiplano.

Noir S, Anthony F, Bertrand B, Combes M. y Lashermes P. (2003) Identification of a major gene (Mex-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica*. Plant Pathology vol N°52; 97-103 p.

- ONGCI – PERÚ. (2001) Sistema de Produccion y Manejo del café en Alto Tambopata, San Juan del Oro- Puno. Editorial el cafetalero. Vol 4; 22-25 pp.
- Papp CS. The root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.); (1999). Imagen. Tomado de <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076.HTM>.
- Peraza WP. (2010) Nematofauna asociada al cultivo de café (*Coffea arabica*) orgánico y convencional en Aserri, Costa Rica. Ingenieria & Amazonia 3.
- Perez TA, Lopez VA, Morales ME. (2011) Producción de café (*Coffea Arabica* L.) cultivo, beneficio, plagas y enfermedades. Departamento de Ingenieria Quimica, Alimentos y Ambiental, Universidad las Americas Puebla (Mexico). Temas seleccionados de ingenieria de alimentos 5; 54-74 p.
- Perry RN. y Moens, M. (2014) Plant Nematology. USA: UK by Biddles Ltd, King's Lynn; 463 p.
- Pinochet, J; Ventura, O. (1980). Nematodes associated with agricultural crops in Honduras. Turrialba 30(1):43-47.
- Pinochet, J; Cordero, D; Berrocal, A. (1986). Fluctuación estacional de poblaciones de nematodos en dos cafetales en Panamá. Revista Interamericana de Ciencias Agricolas 36(2):149-156.
- Prot, J; Gundy, S. (1981). Effect of Soil Texture and the Clay Component on Migration of *Meloidogyne incognita* Second-stage Juveniles. Journal of Nematology 13(2):213-218.
- Rodriguez FI. y Crozzoli P. (1995) Efectos del nematodo agallador *Meloidogyne exigua* sobre el crecimiento de plantas de café en vivero. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomia, instituto de Zoologia Agricola, Nematología 23; 325-328 p.
- Rodrigues F, Isabel M, Melillo MT. y Blev T. (2000) Respuesta ultra estructural de las raíces de café a los nematodos agalladores de la raíz, *Meloidogyne exigua* Y *M.megadora*. Departamento de Zoologia e Instituto do Ambiente e Vida, Universidade de Coimbra. Nematropica 30; 201-210 p.
- Rodríguez M. (2000) Identificación y caracterización de *Meloidogyne mayaguensis* (Nemata: Meloidogynidae) en el cafeto en Cuba. Tesis Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Cuba. Universidad Agraria de la Habana.

- Rojas M. y Salazar L. (2013) Densidad crítica de *Meloidogyne exigua* en plantas de almacigo de variedad caturra. *Agronomía Costarricense* 7; 115-123 p.
- Sarmiento FO. (2000) *Diccionario de Ecología*. Quito, Ecuador; 362 p.
- Saldaña GÁ. (2000) *Introducción a la agrofosteria y biodiversidad*, Capítulo III; 33-45 p.
- Salazar B. y Rivera N. *La roya devastación del sector cafetalero*; 2013. Disponible en: www.observatoriocambioclimatico.org. Accesado el 12 de octubre del 2015.
- Salazar A, y De Jesús G. Nematodos fitoparasitos asociados al tomate en la zona occidental de Nicaragua. *Agronomía mesoamericana* 24; 2013.
- Salazar A, y De Jesús G. (2013) Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. en el desarrollo y rendimiento de tomate. *Agronomía mesoamericana* 24.
- Scurrah M. (2008) *Manual de manejo de nematodos en campos de papa del Perú*, realizado por el proyecto INCO DEV “Evaluating new traits for potato in Central Andes with an appropriate poverty focus”, Lima-Perú; 73 p.
- Schmitt DP, Zhang F. y Meisner M. (2001) Potential for managing *Meloidogyne konaensis* on coffee in Hawaii with resistance and a nematicide. University of Hawaii, Department of Plant and Environmental Sciences, *Nematropica* 31; 67-73 p.
- Schereck, R. C., Vieira, D. S. M. C., Marais, M., Santos, M. S., Duyts, H., Freitas, H., Van Der Putten, W. M. y Abrantes, I. (2010). *First record of Helicotylenchus varicaudatus Yuen, 1964 (nematoda: Hoplolaimidae) parasitizing Ammophila arenaria (L.)*. Link in Portuguese coastal sand dunes. *Phytopathology Mediterranean* 49, 212 – 226.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). Edición N° 1 (2014) la protección fitosanitaria. Disponible en: <http://infosenasa.blogspot.com>. Accesado el 7 de octubre del 2015.
- Selva Central. *Producción de cafés especiales. Manual técnico*. Programan selva central desco (Centro de estudios y promoción del desarrollo). Lima; 2012.
- SNVEF (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria). *Ficha Técnica la roya del café* (2013). Dirección General de Sanidad Vegetal Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica.

- Serracin M. y Schmitt DP. (2000) *Meloidogyne konaensis* rootstock interactions at two moisture regimes on four soils. University of Hawaii at Manoa, Department of Plant and Environmental Sciences, *Nematropica* 32; 65-76 p.
- Siddiqi MR. (2000) *Tylenchida: Parasites of plants and insects*. CAB International, UK; 833 p.
- Sasser JN, Eisenback JD, Carter CC; Triantaphyllou AC. (1983) The International Meloidogyne Project-Its Goals and Accomplishments. *Annual Review of Phytopathology* 21; 271-288p.
- Souza RM, Volpato AR. y Viana AP. (2007) Field assessment of different sampling strategies for coffee plantations parasitized by *Meloidogyne exigua*. Universidade Estadual do Norte Fluminense, *Nematropica* 37; 345-355 p.
- Suárez, H. y Rosales, L. (2004). Problemas nemato lógicos en musáceas. *Revista Digital CENIAP HOY Número 6*, septiembre-diciembre 2004 (en línea). Maracay, Aragua, Venezuela. Consultado 20 jun. 2006. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/suarez_z/arti/suarez_z.htm
- Subbotin, SA, Madani, M, Krall E, Sturhan D. y Moens M. (2005) Molecular diagnostics, taxonomy and phylogeny of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* species complex based on the sequences of the internal transcribed spacer-rDNA. *Phytopathology* 95;1308-1315 p.
- Oostenbrink M. (1966). Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Wageningen: Landbouwhoge school 6; 1-46 p.
- Taylor A y Sasser J. (1983) *Biología, identificación y control de los nemátodos del nódulo de la raíz*. North Carolina. EE.UU. Proyecto Internacional de Meloidogyne. Publicación Cooperativa entre el Departamento de Fitopatología de la Universidad del Estado de Carolina del Norte y la Agencia de EEUU para el desarrollo Internacional; 111 p.
- Tihohod D. (2000) *Nematologia Agricola Aplicada*. Jaboticabal-Brasil: FAPESP; 472 p.
- Urbina BJ. y Matus DG. (2009) Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2007-2008). Tesis para optar el grado de Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional Agraria Nicaragua.

- Vargas AM. (1990) Frecuencia y densidades poblacionales de *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. en el cafetal del canton de Turrialba, Cartago. Agronomía costaricense.
- Vargas H. (2008) Identificación, cuantificación, caracterización y dinámica poblacional de nematodos en el cultivo de arroz en los cantos de Upala, región huerta Norte de Costa Rica. Tesis para optar el título de Licenciado en Ingeniería en Agronómica. Instituto Tecnológica de Costa Rica.
- Vera ON. (2014) Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en fitopatología, Técnica Molecular de PCR para identificar las principales especies de *Meloidogyne* spp. en poblaciones provenientes de Perú. Universidad Cayetano Heredia.
- Vergara CA. Reporte de inteligencia de mercados, café peruano aroma y sabor para nosotros y el mundo, Perú abril 2012. <http://www.bonafide.com.ar>, accesado el 21 de octubre del 2015.
- Vergel C, Leguizamon C, Cortina G. y Torres T. (2000). Reconocimiento y frecuencia de *Meloidogyne* spp. en una localidad de la zona cafetera central de Colombia CENICAFÉ 51.
- Villain L, Sarah JL, Hernández A, Bertrand B, Anthony F, Lashermes P, Charmetant, P, Anzueto F, Figueroa P. y Carneiro RG. (2013) Diversity of root-knot nematodes associated with coffee orchards in Central America. *Nematropica* 43; 194-206 p.
- Vovlas N. y Di Vito M. (1991). Effect of root- nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on the growth of coffee (*coffea arabica* L.) in pots. Istituto di Nematologia Agrarian, C.N.R. *Nematology* 19; 253-258 p.
- Wyss U, Grundler FM, y Münch, A. (1992). The Parasitic Behaviour of Second- Stage Juveniles of *Meloidogyne incognita* in roots of *Arabidopsis thaliana*. *Nematologica* 38; 98-111 p.
- Xu J, Liu P, Meng Q, Long H. (2004). Characterisation of *Meloidogyne* species from China using isozyme phenotypes and amplified mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphism. *European Journal of Plant Pathology* 110; 309–315 p.

ANEXOS

Anexo 1: Datos generales de las zonas evaluadas en la Región de Puno

Fecha	Departamento	Distrito	Sector	Muestras	Coordenadas	Café	PROPIETARIA	ALTURA (m.s.n.m.)
16/01/2016	Puno	San Juan de Oro	San Martín	10	19L 0483457 UTM 8428038	8 AÑOS	UNA-PUNO	1370
12/01/2016	Puno	San Juan de Oro	San Martín	10	19L 04822801 UTM 8426050	8 AÑOS	MARIBEL YUCRA SEJJE	1360
14/01/2016	Puno	San Juan de Oro	Yanamayo	10	19L 0482760 UTM 8426016	8 AÑOS	GERARDO FLORES COA	1093
14/01/2016	Puno	San Juan de Oro	Yanamayo	10	19L 0489054 UTM 8429470	15 AÑOS	EULOGIA GARCIA CARCUSTO	1257
15/01/2016	Puno	San Juan de Oro	Challuma	10	19L 0483446 UTM 8428044	2 AÑOS	MARIA QUISPE FLORES	1227
15/01/2016	Puno	San Juan de Oro	Challuma	10	19L 0483856 UTM 8428753	4 AÑOS	MARIA AYALALOPE	1309
30/01/2016	Puno	Putina Punco	Chunchusmayo	6	19L 0496818 UTM 8441043	8 AÑOS	ERNESTO VALENCIA SEJE	888
30/01/2016	Puno	Putina Punco	Chunchusmayo	6	19L 0502803 UTM 8442907	8 AÑOS	UMBERTO SEJE PERALTA	841
30/01/2016	Puno	Putina Punco	Huaranca	6	19L 0502789 UTM 8442917	10 AÑOS	HABRAAN JUSTO JUSTO	1030
30/01/2016	Puno	Putina Punco	Huaranca	6	19L 0502789 UTM 8442917	8 AÑOS	SAMUEL SARABIA CALLO	1130
28/01/2016	Puno	Putina Punco	Santa fe	6	19L 0497192 UTM 8438972	8 AÑOS	LUIS QUISPE MOLINA	1339
28/01/2016	Puno	Putina Punco	Santa fe	6	19L 0496002 UTM 8439620	16 AÑOS	LUCIANO SACACA URBANO	1113
28/01/2016	Puno	Putina Punco	Arco Punco	6	19L 0500722 UTM 8446568	11 AÑOS	CLAUDIO ENRIQUE QUISPE	987
18/01/2016	Puno	Putina Punco	Arco Punco	6	19L 0500729 UTM 8446564	11 AÑOS	NOE VILCA ENRIQUE	1002
29/01/2016	Puno	Putina Punco	Tunquipata	6	19L 0500729 UTM 8440564		MATEO VILCA	1100
29/01/2016	Puno	Putina Punco	Tunquipata	6	19L 0500729 UTM 8440564		ELIAS VILLASANTE ARMAO	1124
24/02/2016	Puno	San Gaban	Sangari	3	Sur 13°31.803 Oeste 070° 25.982		HILDA ENRIQUEZ TITO	863
25/02/2016	Puno	San Gaban	Churumayo	3	Sur 13°35.239 Oeste 070° 27.209		TEOFILA ZAPANA SANCHES	1056
26/02/2016	Puno	San Gaban	Casaluire	3	Sur 13°38.375 Oeste 070° 27.608		ELSA ROQUE MACEDO	1416

Anexo 2: Frecuencia de nemátodos encontrados en muestras

Departamento	Distrito	Sector	Muestra	Encontrados en muestra														
				Meloidogyne	Vida Libre	Helicotylenchus	Pratylenchus	Xiphinema	Mesocriconema	Discocriconema	Dorylaimus	Tylenchus	Hemicycliophora	Mononchus	Quistes			
Puno	San Juan de Oro	San Martín	20	19	19	19	1	1	13	0	0	0	0	0	0	0	2	20
		Yanamayo	20	18	18	18	8	5	14	0	0	0	0	0	0	0	2	20
		Challuma	20	20	19	20	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	20
	San Pedro de Putina Puno	Chunchusmayo	12	12	12	12	1	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	12
		Huaranca	12	11	11	11	0	5	6	0	1	0	0	0	0	0	1	12
		Santa fe	12	10	9	10	4	3	7	0	2	1	3	4	12			
		Arco Puno	12	12	12	12	1	8	11	0	0	0	0	0	1	12		
		Tunquipata	12	12	11	11	2	4	9	0	0	1	0	1	12			
		Sangari	3	3	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3			
	San Gabán	Churumayo	3	3	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
		Casabuire	3	3	3	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3			
	Total de muestras			129	123	120	117	17	26	81	0	8	2	4	9	126		
				100	95	93	91	13	20	63	0	6	2	3	7	98		

Anexo 3: Porcentaje que representa cada género en San Juan de Oro

Distrito	Sector	Código	Géneros de nematodos	Meloidogyne	Vida libre	Helicotylenchus	Mesocriconema	Dorylaimus	Pratylenchus	Xiphinema	Mononchus	Tylenchus	Hemicyclophora	Total
San Juan de Oro	Challuma	1 - A	Total	2358	1275	883	125	0	0	0	0	0	0	
	Challuma	2 - A	Total	3033	2017	1042	200	308	0	0	0	0	0	
	Yanamayo	1 - B	Total	1475	2108	1642	1325	0	333	0	42	0	0	
	Yanamayo	2 - B	Total	2392	1392	1067	500	0	200	192	33	0	0	
	San Martín	1 - C	Total	1800	1525	975	192	0	0	0	0	0	0	
San Martín	2 - C	Total	2525	3167	883	633	0	8	17	0	0	0		
		100	Suma total por género	13583	11483	6492	2975	308	542	208	75	0	42	35708
Porcentaje por género				38.04	32.16	18.18	8.33	0.86	1.5	0.58	0.21	0.00	0.12	

Anexo 4: Porcentaje que representa cada género en San Pedro de Putina Punco

Distrito	Sector	Código	Géneros nematodos	Meloidogyne	Vida libre	Helicotylenchus	Mesocriconema	Dorylaimus	Pratylenchus	Xiphinema	Mononchus	Tylenchus	Hemicyclophora	Total	
San Pedro de Putina Punco	Chunchusmayo	1 - D	Total	2056	2556	1250	1042	0	0	0	0	0	0		
		2 - D	Total	2764	2125	1222	1458	208	222	0	0	0	0		
	Huaranka	1 - E	Total	1153	1625	736	347	0	0	375	0	0	0		
		2 - E	Total	1194	1542	1278	764	111	0	97	111	0	0		
	Santa Fé	1 - F	Total	2958	2694	1625	778	0	69	97	306	83	236		
		2 - F	Total	2083	2139	1194	278	278	250	125	208	0	153		
	Arco Punko	1 - G	Total	903	1778	1014	736	0	0	125	0	0	0		
		2 - G	Total	1694	2472	1806	1611	0	125	556	167	0	0		
	Tunki Pata	1 - H	Total	2264	2611	1444	903	0	42	42	0	0	0		
		2 - H	Total	2417	1403	833	750	0	28	292	56	56	0		
	100			Suma Total	19486	20944	12403	8667	597	736	1708	847	139	389	65917
	Porcentaje por género				29.56	31.77	18.82	13.15	0.91	1.12	2.59	1.29	0.21	0.59	

Anexo 5: Porcentaje que representa cada género en San Gabán

Anexo 6: Densidad de los distritos de la Región Puno

Distrito	Sector	Código	Géneros	Meloidogyne	Vida libre	Helicotylenchus	Mesocriconema	Dorylaimus	Pratylenchus	Xiphinema	Mononchus	Tylenchus	Hemicyclophora	Total
				1-1	2-1	3-1	Total	1222	278	1667	0	0	0	
San Gabán	San Garami	1-1	Total	1444	1222	278	1667	0	0	0	0	0	0	
	Churumayo	2-1	Total	944	500	500	0	111	0	0	0	0	0	
	Casahuiri	3-1	Total	778	1028	0	833	528	0	0	0	0	0	
			Sumas											
		100	Total	3167	2750	778	2500	639	0	0	0	0	0	9833
Porcentaje de nematodos por género				32.20	27.97	7.91	25.42	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Región Puno	Meloidogyne	Helicotylenchus	Mesocriconema	Dorylaimus	Pratylenchus	Xiphinema	Hemicyclophora	Total fitoparásitos	Vida libre	Mononchus	Tylenchus
Distrito	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE	X ± EE
San Juan de Oro	226,4 ± 2,1	108,2 ± 1,1	49,6 ± 1,1	5,1 ± 0,7	9,0 ± 0,4	3,5 ± 0,2	0,7 ± 0,1	402,5 ± 3,1	192,6 ± 2,3	1,3 ± 0,1	0,0 ± 0,0
San Pedro de Putina Puno	324,8 ± 3,9	206,7 ± 1,9	144,4 ± 2,4	10,0 ± 0,6	12,3 ± 0,6	28,5 ± 0,9	6,5 ± 0,5	733,1 ± 6,4	365,5 ± 3,6	14,1 ± 0,7	2,3 ± 0,2
San Gabán	351,9 ± 33,9	86,4 ± 13,2	277,8 ± 41,6	71,0 ± 19,5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	787,0 ± 69,3	305,6 ± 21,5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Anexo 7: Densidad de las localidades de la Región Puno

Distrito	Localidad	<i>Meloidiognys</i>		<i>Helicoglyphichus</i>		<i>Mesocricetomys</i>		<i>Dorylaimus</i>		<i>Pauglencichus</i>		<i>Xiphinema</i>		<i>Hemicyclorhiza</i>		Total		Vida libre		<i>Mononchus</i>		<i>Tylenchus</i>	
		X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE	X	EE
San Juan de Oro	Challuma	269,6	± 6,6	96,3	± 3,9	16,3	± 4,8	15,4	± 3,4	0,0	± 1,6	0,0	± 0,3	0,0	± 0,0	397,5	± 10,3	164,6	± 6,6	0,0	± 0,5	0,0	± 0,0
	Yanamayo	193,3	± 10,6	135,4	± 4,9	91,3	± 4,0	0,0	± 0,0	26,7	± 2,5	9,6	± 1,7	0,0	± 0,0	456,3	± 14,6	178,8	± 10,7	3,8	± 0,6	0,0	± 0,0
San Martín	San Martín	216,3	± 11,0	92,9	± 5,0	41,3	± 7,8	0,0	± 1,7	0,4	± 2,5	0,8	± 0,2	2,1	± 0,5	353,8	± 21,1	234,6	± 8,3	0,0	± 0,0	0,0	± 0,0
	Chunuchumayo	401,6	± 12,8	206,0	± 9,0	208,3	± 13,3	17,4	± 2,7	18,5	± 0,0	0,0	± 5,4	0,0	± 0,0	851,9	± 23,0	390,0	± 11,3	0,0	± 2,7	0,0	± 0,0
San Pedro de	Huaranka	195,6	± 23,3	167,8	± 14,0	92,6	± 10,8	9,3	± 4,5	0,0	± 3,7	39,4	± 3,2	0,0	± 5,6	504,6	± 37,6	273,1	± 23,1	9,3	± 6,1	0,0	± 2,0
	Santa Fé	420,1	± 10,3	235,0	± 7,7	88,0	± 9,3	23,1	± 0,0	26,6	± 3,0	18,5	± 6,4	32,4	± 0,0	843,8	± 26,7	452,5	± 17,5	42,8	± 4,0	6,9	± 0,0
Putina Puncu	Arco Puncu	216,4	± 20,1	235,0	± 9,1	195,6	± 10,3	0,0	± 0,0	10,4	± 1,2	56,7	± 4,8	0,0	± 0,0	714,1	± 28,5	368,1	± 18,9	13,9	± 1,3	0,0	± 1,3
	Tunshi Pata	390,0	± 25,4	189,8	± 9,9	137,7	± 31,2	0,0	± 14,6	5,8	± 0,0	27,8	± 0,0	0,0	± 0,0	751,2	± 52,0	343,8	± 16,2	4,6	± 0,0	4,6	± 0,0
San Gabán	San Garani	481,5	± 55,5	92,6	± 34,5	555,6	± 24,5	0,0	± 1,7	0,0	± 2,1	0,0	± 5,2	0,0	± 1,2	1130	± 122	407,4	± 60,9	0,0	± 2,6	0,0	± 0,4
	Churumayo	314,8	± 12,0	166,7	± 11,2	0,0	± 28,4	37,0	± 10,0	0,0	± 1,7	0,0	± 2,5	0,0	± 0,6	518,5	± 34,4	166,7	± 4,2	0,0	± 1,2	0,0	± 0,2
Casaburi	Casaburi	259,3	± 26,0	0,0	± 13,3	277,8	± 22,4	17,6	± 5,9	0,0	± 6,4	0,0	± 0,0	0,0	± 0,0	713,0	± 25,5	342,6	± 15,7	0,0	± 0,8	0,0	± 0,0

Anexo 8: Nodulos en 10g de raíz del cultivo de café para el conteo de individuos juveniles y huevos

Departamento	Districto	Sector	Cultivo	Coordenadas	Edad	ALTURA (m.s.n.m.)	Especie	Fenotipo esterasa	Incidencia %
Puno	San Juan de Oro	San Martín	café	19L 04822801 UTM 9426050	8 AÑOS	1360	M exigua	E2	100
Puno	San Juan de Oro	Yanamayo (Nogalamu)	café	19L 0482760 UTM 8426016	8 AÑOS	1093	M exigua	E2	100
Puno	San Juan de Oro	Yanamayo (Nueva esperanza)	café	19L 0489054 UTM 8429470	15 AÑOS	1257	M exigua	E2	100
Puno	San Juan de Oro	Challuma	café	19L 0483446 UTM 8428044	2 AÑOS	1227	M exigua	E2	100
Puno	San Juan de Oro	Challuma	café	19L 0483856 UTM 8428753	4 AÑOS	1309	M exigua	E2	100
Puno	San Juan de Oro	UNA (CIP-UNA)	café	19L 0483457 UTM 8428038	8 AÑOS	1370	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Chunchumayo	café	19L 0496818 UTM 8441043	8 AÑOS	888	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Chunchumayo	café	19L 0502803 UTM 8442907	8 AÑOS	841	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Huaranca	café	19L 0502789 UTM 8442917	10 AÑOS	1030	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Huaranca	café	19L 0502789 UTM 8442917	8 AÑOS	1130	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Santa fe	café	19L 0497192 UTM 8438972	8 AÑOS	1339	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Santa fe	café	19L 0496002 UTM 8439620	16 AÑOS	1113	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Arco Punco	café	19L 0500722 UTM 8446568	11 AÑOS	987	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Arco Punco	café	19L 0500729 UTM 8446564	11 AÑOS	1002	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Tunquipata	café	19L 0500729 UTM 8440564		1100	M exigua	E2	100
Puno	San Pedro de Putina Punco	Tunquipata	café	19L 0500729 UTM 8440564		1124	M exigua	E2	100
Puno	San Gabán	Sangari	café	Sur 13°31.803 Oeste 070° 23.982		863	M exigua	E2	100
Puno	San Gabán	Churumayo	café	Sur 13°35.239 Oeste 070° 27.209		1056	M exigua	E2	100
Puno	San Gabán	Cashurite	café	Sur 13°38.375 Oeste 070° 27.608		1416	M exigua	E2	100

Anexo 9 : Analisis de varianza para el género *Meloidogyne*

Género *Meloidogyne*

Análisis de varianza para distritos

ANOVA

Meloidogyne

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	210,471	2	105,236	2,887	,059
Dentro de grupos	4592,220	126	36,446		
Total	4802,691	128			

Análisis de varianza por localidad

ANOVA

Meloidogyne

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	764,726	10	76,473	2,235	,020
Dentro de grupos	4037,964	118	34,220		
Total	4802,691	128			

Meloidogyne

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
San Juan del Oro	60	14,2908
Putina Punku	60	16,7055
San Gabán	9	17,5589
Sig.		,193

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Meloidogyne

HSD Tukey^{a,b}

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Yanamayo	20	12,7405
Huaranca	12	12,8325
San Martin	20	14,0800
Arco Punku	12	14,2150
Challuma	20	16,0520
Casahuiri	3	16,1133
Churumayo	3	16,9600
Santa Fe	12	18,2750
Tunkipata	12	18,8533
Chunchumayo	12	19,3517
Sangarani	3	19,6033
Sig.		,511

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,021.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis de varianza por altitud

ANOVA

Meloidogyne

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	70,815	2	35,408	,943	,392
Dentro de grupos	4731,876	126	37,555		
Total	4802,691	128			

Análisis de varianza para edad

ANOVA

Meloidogyne

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	146,933	3	48,978	1,315	,273
Dentro de grupos	4655,758	125	37,246		
Total	4802,691	128			

Meloidogyne

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1000 a 1200	49	15,1084
1200 a 1400	59	15,5051
800 a 1000	21	17,2714
Sig.		,303

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.

b. Los tamaños de grupo no son iguales.

Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Meloidogyne

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
10 a 13	21	13,7762
15 a mas	16	15,0550
6 a 9	60	15,6725
2 a 5	32	17,1025
Sig.		,217

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 10: Analisis de varianza para el género *Helicotylenchus*

Genero *Helicotylenchus*

Análisis de varianza para distritos

ANOVA

Helicotylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	643,944	2	321,972	16,135	,000
Dentro de grupos	2514,238	126	19,954		
Total	3158,182	128			

Análisis de varianza por localidad

ANOVA

Helicotylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	943,015	10	94,301	5,023	,000
Dentro de grupos	2215,168	118	18,773		
Total	3158,182	128			

Helicotylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
San Gabán	9	6,6011	
San Juan del Oro	60	9,8337	
Putina Punku	60		13,5973
Sig.		,055	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Helicotylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Casahuiri	3	1,0000		
Sangarani	3	6,2333	6,2333	
San Martín	20		9,1520	9,1520
Challuma	20		9,4535	9,4535
Yanamayo	20		10,8955	10,8955
Huaranca	12		12,0425	12,0425
Churumayo	3		12,5700	12,5700
Tunkipata	12		12,9900	12,9900
Santa Fe	12			13,8575
Chunchumayo	12			14,0092
Arco Punku	12			15,0875
Sig.		,466	,129	,278

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,021.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis de varianza por altitud

ANOVA

Helicotylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	379,607	2	189,803	8,607	,000
Dentro de grupos	2778,576	126	22,052		
Total	3158,182	128			

Helicotylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1200 a 1400	59	9,4986	
800 a 1000	21		12,5881
1000 a 1200	49		13,0714
Sig.		1,000	,902

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis por edad

ANOVA

Helicotylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21,044	3	7,015	,280	,840
Dentro de grupos	3137,138	125	25,097		
Total	3158,182	128			

Helicotylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
2 a 5	32	10,7797
15 a mas	16	10,9550
10 a 13	21	11,6605
6 a 9	60	11,6695
Sig.		,922

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 11: Analisis de varianza para el género *Mesocriconema*

Género *Mesocriconema*

Análisis de varianza por distrito

ANOVA

Mesocriconema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	819,820	2	409,910	10,053	,000
Dentro de grupos	5137,568	126	40,774		
Total	5957,388	128			

Análisis de varianza por localidad

ANOVA

Mesocriconema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2241,543	10	224,154	7,118	,000
Dentro de grupos	3715,845	118	31,490		
Total	5957,388	128			

Mesocriconema

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
San Juan del Oro	60	5,3883	
Putina Punku	60	10,0335	10,0335
San Gabán	9		12,2500
Sig.		,053	,504

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Mesocriconema

HSD Tukey^{a,b}

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Churumayo	3	1,0000		
Challuma	20	2,7550		
San Martin	20	5,4595	5,4595	
Huaranca	12	6,6650	6,6650	
Santa Fe	12	7,1175	7,1175	
Yanamayo	20	7,9505	7,9505	
Tunkipata	12	10,1000	10,1000	
Chunchumayo	12		13,0608	13,0608
Arco Punku	12		13,2242	13,2242
Casahuiri	3		13,5600	13,5600
Sangarani	3			22,1900
Sig.		,097	,211	,094

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,021.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis de varianza por altitud

ANOVA

Mesocriconema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1098,624	2	549,312	14,245	,000
Dentro de grupos	4858,764	126	38,562		
Total	5957,388	128			

Análisis de varianza por edad

ANOVA

Mesocriconema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	567,854	3	189,285	4,390	,006
Dentro de grupos	5389,534	125	43,116		
Total	5957,388	128			

Mesocriconema

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1200 a 1400	59	5,3529		
1000 a 1200	49		8,8806	
800 a 1000	21			13,5519
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Mesocriconema

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2 a 5	32	5,5094	
15 a mas	16	5,5638	
6 a 9	60	8,8855	8,8855
10 a 13	21		11,2910
Sig.		,265	,563

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 12: Analisis de varianza para el género *Dorylaimus*

Genero *Dorylaimus*

Análisis de varianza por distrito

ANOVA

Dorylaimus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	82,332	2	41,166	4,347	,015
Dentro de grupos	1193,284	126	9,471		
Total	1275,615	128			

Análisis de varianza por localidad

ANOVA

Dorylaimus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	206,173	10	20,617	2,275	,018
Dentro de grupos	1069,443	118	9,063		
Total	1275,615	128			

Dorylaimus

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
San Juan del Oro	60	1,2765	
Putina Punku	60	1,8238	
San Gabán	9		4,5100
Sig.		,835	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Dorylaimus

HSD Tukey^{a,b}

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Yanamayo	20	1,0000	
San Martin	20	1,0000	
Arco Punku	12	1,0000	
Tunkipata	12	1,0000	
Sangarani	3	1,0000	
Huaranca	12	1,7992	
Challuma	20	1,8295	
Chunchumayo	12	2,5183	
Santa Fe	12	2,8017	
Churumayo	3	4,1967	4,1967
Casahuiri	3		8,3333
Sig.		,656	,274

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,021.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis de varianza por altitud

ANOVA

Dorylaimus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,163	2	,581	,057	,944
Dentro de grupos	1274,453	126	10,115		
Total	1275,615	128			

Dorylaimus

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1200 a 1400	59	1,6541
1000 a 1200	49	1,8327
800 a 1000	21	1,8676
Sig.		,957

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis de varianza por edad

ANOVA

Dorylaimus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,317	3	3,439	,340	,797
Dentro de grupos	1265,299	125	10,122		
Total	1275,615	128			

Dorylaimus

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
2 a 5	32	1,5184
6 a 9	60	1,6233
10 a 13	21	2,0476
15 a mas	16	2,3513
Sig.		,788

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 13: Analisis de varianza para el género *Pratylenchus*

Genero *Pratylenchus*

Análisis de varianza por distrito

ANOVA

Pratylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9,169	2	4,585	,636	,531
Dentro de grupos	908,655	126	7,212		
Total	917,825	128			

Pratylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
San Gabán	9	1,0000
San Juan del Oro	60	1,9528
Putina Punku	60	2,0822
Sig.		,399

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis de varianza por localidad

ANOVA

Pratylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	35,486	2	17,743	2,534	,083
Dentro de grupos	882,339	126	7,003		
Total	917,825	128			

Pratylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1200 a 1400	59	1,4941
800 a 1000	21	1,6638
1000 a 1200	49	2,6124
Sig.		,182

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Análisis por Edad

ANOVA

Pratylenchus

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	66,671	3	22,224	3,264	,024
Dentro de grupos	851,154	125	6,809		
Total	917,825	128			

Genero *Xiphinema*

Análisis de varianza para distrito

ANOVA

Xiphinema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	152,660	2	76,330	8,441	,000
Dentro de grupos	1139,392	126	9,043		
Total	1292,051	128			

Pratylenchus

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2 a 5	32	1,3091	
10 a 13	21	1,4867	
6 a 9	60	1,9800	1,9800
15 a mas	16		3,6994
Sig.		,797	,094

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Xiphinema

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
San Gabán	9	1,0000	
San Juan del Oro	60	1,4690	1,4690
Putina Punku	60		3,5765
Sig.		,870	,066

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 14: Analisis de varianza para el género *Xiphinema*

Análisis de varianza por altitud

ANOVA

Xiphinema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	105,387	2	52,693	5,595	,005
Dentro de grupos	1186,665	126	9,418		
Total	1292,051	128			

Análisis de varianza para localidad

ANOVA

Xiphinema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	340,885	10	34,089	4,229	,000
Dentro de grupos	951,166	118	8,061		
Total	1292,051	128			

Xiphinema

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1200 a 1400	59	1,6812	
800 a 1000	21	1,7900	
1000 a 1200	49		3,5704
Sig.		,988	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Xiphinema

HSD Tukey^{a,b}

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Challuma	20	1,0000	
Chunchusmayo	12	1,0000	
Sangarani	3	1,0000	
Churumayo	3	1,0000	
Casahuiri	3	1,0000	
San Martin	20	1,1600	1,1600
Yanamayo	20	2,2470	2,2470
Santa Fe	12	2,8558	2,8558
Tunkipata	12	3,5217	3,5217
Huaranca	12	4,4242	4,4242
Arco Punku	12		6,0808
Sig.		,468	,055

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,021.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

análisis de varianza por edad

ANOVA

Xiphinema

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	247,566	3	82,522	9,876	,000
Dentro de grupos	1044,486	125	8,356		
Total	1292,051	128			

Nematodos de vida libre

Análisis de varianza por distrito

ANOVA

vidalibre

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	805,363	2	402,681	11,064	,000
Dentro de grupos	4586,004	126	36,397		
Total	5391,367	128			

Xiphinema

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
6 a 9	60	1,4500	
2 a 5	32	1,9456	
15 a mas	16	3,1975	3,1975
10 a 13	21		5,3005
Sig.		,143	,052

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.
- Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

vidalibre

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
San Juan del Oro	60	12,8370	
San Gabán	9	16,7167	16,7167
Putina Punku	60		17,9717
Sig.		,100	,781

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.
- Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 15: Analisis de varianza para el género *Hemicyclophora*

Genero *Hemicyclophora*

Distrito

ANOVA

Hemicyclophora

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,683	2	2,842	1,040	,356
Dentro de grupos	344,182	126	2,732		
Total	349,866	128			

Hemicyclophora

HSD Tukey^{a,b}

Distrito	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
San Gabán	9	1,0000
San Juan del Oro	60	1,0922
Putina Punku	60	1,4985
Sig.		,596

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,769.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Localidad

ANOVA

Hemicyclophora

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	66,343	10	6,634	2,761	,004
Dentro de grupos	283,522	118	2,403		
Total	349,866	128			

Hemicyclophora

HSD Tukey^{a,b}

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Challuma	20	1,0000
Yanamayo	20	1,0000
Chunchumayo	12	1,0000
Huaranca	12	1,0000
Arco Punku	12	1,0000
Tunkipata	12	1,0000
Sangarani	3	1,0000
Churumayo	3	1,0000
Casahuirí	3	1,0000
San Martín	20	1,2765
Santa Fe	12	3,4925
Sig.		,103

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,021.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Altitud

ANOVA

Hemicyclophora

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,711	2	1,356	,492	,613
Dentro de grupos	347,155	126	2,755		
Total	349,866	128			

Hemicyclophora

HSD Tukey^{a,b}

Rango altitud	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
800 a 1000	21	1,0000
1000 a 1200	49	1,2327
1200 a 1400	59	1,4075
Sig.		,559

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 35,304.

b. Los tamaños de grupo no son iguales.

Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Edad

ANOVA

Hemicyclophora

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8,018	3	2,673	,977	,406
Dentro de grupos	341,848	125	2,735		
Total	349,866	128			

Hemicyclophora

HSD Tukey^{a,b}

Rango edad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
2 a 5	32	1,0000
10 a 13	21	1,0000
6 a 9	60	1,4007
15 a mas	16	1,7125
Sig.		,421

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,311.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo 16: Analisis de varianza para el nemátodos de vida libre

Según altitud

Descriptivos

Vidalibre

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					800 - 1000	21		
1000 - 1200	49	306,9167	206,86972	29,55282	247,4968	366,3367	,00	875,00
1200 - 1400	59	229,1436	192,96706	25,12217	178,8561	279,4311	,00	861,11
Total	129	280,9219	198,59368	17,48520	246,3244	315,5193	,00	875,00

Según edad

Descriptivos

Vidalibre

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					2 a 5 años	32		
5 a 10 años	60	299,6762	194,57573	25,11962	249,4119	349,9404	,00	861,11
10 a 13 años	21	336,6395	185,91951	40,57096	252,0100	421,2691	,00	875,00
4,00	16	235,7644	225,76780	56,44195	115,4612	356,0675	,00	708,33
Total	129	280,9219	198,59368	17,48520	246,3244	315,5193	,00	875,00

Anexo 17: Analisis de varianza para el nemátodos fitoparásitos total

Según altitud

Descriptivos

Totalparasitos

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					800 - 1000	21		
1000 - 1200	49	643,9339	325,96779	46,56683	550,3050	737,5628	,00	1430,56
1200 - 1400	59	462,3356	305,78919	39,81036	382,6465	542,0247	,00	1513,89
Total	129	583,0965	368,80261	32,47126	518,8466	647,3464	,00	2194,44

Según edad

Descriptivos

Totalparasitos

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					2 a 5 años	32		
5 a 10 años	60	603,7500	420,03190	54,22589	495,2443	712,2557	,00	2194,44
10 a 13 años	21	634,2586	359,54133	78,45835	470,5973	797,9198	,00	1416,67
4,00	16	544,4450	313,57097	78,39274	377,3548	711,5352	,00	1180,56
Total	129	583,0965	368,80261	32,47126	518,8466	647,3464	,00	2194,44

Anexo 18: Analisis de varianza para San Juan de Oro

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Meloidogyne	Entre grupos	244896,796	2	122448,398	2,049	,138
	Dentro de grupos	3405731,214	57	59749,670		
	Total	3650628,010	59			
Helicotylenchus	Entre grupos	89388,964	2	44694,482	2,684	,077
	Dentro de grupos	949237,433	57	16653,288		
	Total	1038626,397	59			
Mesocriconema	Entre grupos	233350,000	2	116675,000	7,766	,001
	Dentro de grupos	856345,799	57	15023,611		
	Total	1089695,799	59			
Dorylaimus	Entre grupos	12677,296	2	6338,648	1,000	,374
	Dentro de grupos	361302,946	57	6338,648		
	Total	373980,242	59			
Pratylenchus	Entre grupos	37350,852	2	18675,426	8,866	,000
	Dentro de grupos	120065,173	57	2106,407		
	Total	157416,026	59			
Xiphinema	Entre grupos	4508,796	2	2254,398	3,910	,026
	Dentro de grupos	32864,171	57	576,564		
	Total	37372,967	59			
Monochus	Entre grupos	750,000	2	375,000	2,083	,134
	Dentro de grupos	10262,780	57	180,049		
	Total	11012,780	59			
Tylenchus	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	57	,000		
	Total	,000	59			
Hemicycliopho	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	57	,000		
	Total	,000	59			
Totalfito	Entre grupos	473152,241	2	236576,120	1,782	,178
	Dentro de grupos	7568499,667	57	132780,696		
	Total	8041651,908	59			
Vidalibre	Entre grupos	228240,019	2	114120,010	1,549	,221
	Dentro de grupos	4198350,214	57	73655,267		
	Total	4426590,233	59			

Meloidogyne

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Yanamayo	20	386,6700	
San Martin	20	432,5050	
Challuma	20	539,1700	
Sig.		,128	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Helicotylenchus

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
San Martin	20	185,8250	
Challuma	20	192,4950	
Yanamayo	20	270,8350	
Sig.		,102	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Dorylaimus

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Yanamayo	20	,0000	
San Martin	20	,0000	
Challuma	20	30,8350	
Sig.		,444	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Mesocriconema

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Challuma	20	32,4950	182,5000
San Martin	20	82,4950	
Yanamayo	20		
Sig.		,407	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Pratylenchus

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Challuma	20	,0000	53,3400
San Martin	20	,8350	
Yanamayo	20		
Sig.		,998	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Monochus

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Challuma	20	,0000	
San Martin	20	,0000	
Yanamayo	20	7,5000	
Sig.		,190	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Xiphinema

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Challuma	20	,0000	
San Martin	20	1,6650	1,6650
Yanamayo	20		19,1650
Sig.		,974	,063

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Totalfito

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
San Martin	20	703,3330
Challuma	20	794,9990
Yanamayo	20	920,0005
Sig.		,154

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Vidalibre

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Challuma	20	329,1600
Yanamayo	20	350,0000
San Martin	20	469,1650
Sig.		,241

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

Anexo 19: Analisis de varianza para San Gabán

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Meloidogyne	Entre grupos	28888,889	2	14444,444	,362	,711
	Dentro de grupos	239420,007	6	39903,334		
	Total	268308,896	8			
Helicotylenchus	Entre grupos	15061,976	2	7530,988	1,755	,251
	Dentro de grupos	25753,707	6	4292,284		
	Total	40815,682	8			
Mesocriconema	Entre grupos	166666,667	2	83333,333	2,098	,204
	Dentro de grupos	238289,333	6	39714,889		
	Total	404956,000	8			
Dorylaimus	Entre grupos	18583,087	2	9291,543	,798	,493
	Dentro de grupos	69831,853	6	11638,642		
	Total	88414,940	8			
Pratylenchus	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,000	8			
Xiphinema	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,000	8			
Monochus	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,000	8			
Tylenchus	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,000	8			
Hemicycliopho	Entre grupos	,000	2	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,000	8			
Totalfito	Entre grupos	210559,667	2	105279,833	,695	,535
	Dentro de grupos	909448,444	6	151574,741		
	Total	1120008,111	8			
Vidalibre	Entre grupos	33681,680	2	16840,840	1,349	,328
	Dentro de grupos	74902,060	6	12483,677		
	Total	108583,740	8			

Meloidogyne

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Casahuiri	3	155,5667
Churumayo	3	188,9000
San Garani	3	288,9000
Sig.		,707

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Mesocriconema

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Churumayo	3	,0000
Casahuiri	3	166,6667
San Garani	3	333,3333
Sig.		,181

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media

Vidalibre

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Churumayo	3	99,8667
Casahuiri	3	205,6667
San Garani	3	244,6667
Sig.		,321

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
armónica = 3,000.

Helicotylenchus

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Casahuiri	3	,0000
San Garani	3	55,5667
Churumayo	3	100,0000
Sig.		,227

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Dorylaimus

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
San Garani	3	,0000
Churumayo	3	22,2333
Casahuiri	3	105,5667
Sig.		,496

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Totalfito

HSD Tukey^a

Localidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Churumayo	3	311,1100
Casahuiri	3	427,7767
San Garani	3	677,7800
Sig.		,520

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 10: Datos colectados

Meloidogyne	Helicotylenchus	Mesocriconema	Dorylaimus	Pratylenchus	Xiphinema	Hemicyclophora	TOTAL fitoparacitos	Vida libre	Mononchus	Tylenchus	DISTRITO	LOCALIDAD	Rango altitud	Rango edad
417	92	83	0	0	0	0	592	67	0	0	1	1	3	1
367	108	0	0	0	0	0	475	167	0	0	1	1	3	1
167	92	0	0	0	0	0	258	42	0	0	1	1	3	1
117	33	0	0	0	0	0	150	50	0	0	1	1	3	1
142	75	0	0	0	0	0	217	58	0	0	1	1	3	1
242	0	0	0	0	0	0	242	0	0	0	1	1	3	1
208	83	0	0	0	0	0	292	175	0	0	1	1	3	1
383	92	42	0	0	0	0	517	142	0	0	1	1	3	1
167	200	0	0	0	0	0	367	158	0	0	1	1	3	1
150	108	0	0	0	0	0	258	417	0	0	1	1	3	1
108	83	92	0	0	0	0	283	108	0	0	1	1	3	1
375	217	0	0	0	0	0	592	117	0	0	1	1	3	1
183	117	0	0	0	0	0	300	125	0	0	1	1	3	1
183	92	0	0	0	0	0	275	517	0	0	1	1	3	1
300	142	0	0	0	0	0	442	292	0	0	1	1	3	1
258	117	42	0	0	0	0	417	83	0	0	1	1	3	1
458	42	0	308	0	0	0	808	383	0	0	1	1	3	1
333	67	0	0	0	0	0	400	67	0	0	1	1	3	1
325	83	67	0	0	0	0	475	192	0	0	1	1	3	1
508	83	0	0	0	0	0	592	133	0	0	1	1	3	1
33	133	42	0	50	0	0	258	292	0	0	1	2	2	2
167	117	350	0	0	0	0	633	275	0	0	1	2	2	2
208	292	133	0	75	0	0	708	92	0	0	1	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2
67	158	158	0	0	0	0	383	292	42	0	1	2	2	2
292	325	117	0	108	0	0	842	75	0	0	1	2	2	2
283	125	133	0	0	0	0	542	408	0	0	1	2	2	2
133	208	242	0	0	0	0	583	217	0	0	1	2	2	2
108	158	150	0	67	0	0	483	208	0	0	1	2	2	2
183	125	0	0	33	0	0	342	292	0	0	1	2	2	2
100	33	50	0	0	25	0	208	275	0	0	1	2	3	4
258	167	100	0	0	0	0	525	292	0	0	1	2	3	4
450	100	42	0	0	42	0	633	83	0	0	1	2	3	4
492	117	0	0	8	8	0	625	117	33	0	1	2	3	4
225	150	58	0	0	42	0	475	133	0	0	1	2	3	4
233	150	183	0	0	0	0	567	67	0	0	1	2	3	4
192	100	67	0	0	75	0	433	333	0	0	1	2	3	4

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4
367	67	0	0	108	0	0	542	50	0	0	1	2	3	4
75	183	0	0	83	0	0	342	75	0	0	1	2	3	4
308	225	0	0	0	0	0	533	92	0	0	1	3	3	2
108	67	25	0	0	0	0	200	117	0	0	1	3	3	2
183	83	0	0	0	0	0	267	133	0	0	1	3	3	2
150	92	0	0	0	0	0	242	75	0	0	1	3	3	2
225	108	75	0	0	0	0	408	175	0	0	1	3	3	2
83	42	0	0	0	0	0	125	150	0	0	1	3	3	2
92	100	0	0	0	0	0	192	208	0	0	1	3	3	2
250	25	42	0	0	0	0	317	142	0	0	1	3	3	2
117	42	50	0	0	0	0	208	117	0	0	1	3	3	2
283	192	0	0	0	0	0	475	317	0	0	1	3	3	2
175	158	100	0	0	0	0	433	492	0	0	3	3	3	2
317	92	67	0	0	0	0	475	425	0	0	1	3	3	2
383	117	67	0	0	0	0	567	408	0	0	1	3	3	2
292	42	50	0	8	0	42	433	442	0	0	1	3	3	2
342	183	75	0	0	0	0	600	83	0	0	1	3	3	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2
133	92	125	0	0	0	0	350	367	0	0	1	3	3	2
350	75	42	0	0	0	0	467	233	0	0	1	3	3	2
300	75	33	0	0	17	0	425	383	0	0	1	3	3	2
233	50	75	0	0	0	0	358	333	0	0	1	3	3	2
222	153	375	0	0	0	0	750	347	0	0	2	4	1	2
458	264	167	0	0	0	0	889	375	0	0	2	4	1	2
333	181	139	0	0	0	0	653	444	0	0	2	4	1	2
486	250	167	0	0	0	0	903	569	0	0	2	4	1	2
292	125	125	0	0	0	0	542	569	0	0	2	4	1	2
264	278	69	0	0	0	0	611	250	0	0	2	4	1	2
569	42	28	69	0	0	0	708	486	0	0	2	4	1	2
208	333	431	0	222	0	0	1194	139	0	0	2	4	1	2
500	333	222	0	0	0	0	1056	153	0	0	2	4	1	2
1083	222	597	139	0	0	0	2042	611	0	0	2	4	1	2
194	125	0	0	0	0	0	319	278	0	0	2	4	1	2
208	167	181	0	0	0	0	556	458	0	0	2	4	1	2
556	111	97	0	0	0	0	764	472	0	0	2	5	2	3
69	167	28	0	0	194	0	458	292	0	0	2	5	2	3
347	69	56	0	0	139	0	611	319	0	0	2	5	2	3
125	167	167	0	0	0	0	458	236	0	0	2	5	2	3
56	222	0	0	0	42	0	319	306	0	0	2	5	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	2	3
306	181	0	0	0	0	0	486	250	0	0	2	5	2	2
139	306	0	0	0	28	0	472	153	0	0	2	5	2	2
139	375	542	0	0	0	0	1056	514	0	0	2	5	2	2
125	28	0	0	0	0	0	153	306	0	0	2	5	2	2
264	194	0	111	0	69	0	639	236	111	0	2	5	2	123

222	194	222	0	0	0	0	639	194	0	0	2	5	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	3	2
278	250	458	0	0	0	0	986	681	0	0	2	6	3	2
625	139	139	0	0	56	194	1153	444	83	0	2	6	3	2
792	194	0	0	0	42	42	1069	861	222	0	2	6	3	2
694	611	139	0	69	0	0	1514	792	0	0	2	6	3	2
569	431	42	0	0	0	0	1042	306	0	83	2	6	3	2
681	250	0	153	97	0	0	1181	139	139	0	2	6	2	4
389	222	83	0	28	0	0	722	639	0	0	2	6	2	4
444	278	125	0	0	0	0	847	306	0	0	2	6	2	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	2	4
514	167	0	125	0	125	0	931	708	69	0	2	6	2	4
56	278	69	0	125	0	153	681	556	0	0	2	6	2	4
250	194	167	0	0	0	0	611	333	0	0	2	7	1	3
250	153	111	0	0	42	0	556	111	0	0	2	7	1	3
69	139	0	0	0	0	0	208	319	0	0	2	7	1	3
139	139	125	0	0	42	0	444	347	0	0	2	7	1	3
83	125	222	0	0	0	0	431	306	0	0	2	7	1	3
111	264	111	0	0	42	0	528	361	0	0	2	7	1	3
486	222	264	0	0	264	0	1236	194	0	0	2	7	2	3
375	347	194	0	125	0	0	1042	458	0	0	2	7	2	3
236	375	444	0	0	139	0	1194	875	167	0	2	7	2	3
278	361	194	0	0	28	0	861	625	0	0	2	7	2	3
153	194	222	0	0	69	0	639	153	0	0	2	7	2	3
167	306	292	0	0	56	0	819	333	0	0	2	7	2	3
375	361	208	0	0	0	0	944	597	0	0	2	8	2	1
847	139	125	0	42	42	0	1194	153	0	0	2	8	2	1
139	125	0	0	0	0	0	264	333	0	0	2	8	2	1
319	333	97	0	0	0	0	750	347	0	0	2	8	2	1
444	264	250	0	0	0	0	958	667	0	0	2	8	2	1
139	222	222	0	0	0	0	583	514	0	0	2	8	2	1
458	139	69	0	0	0	0	667	389	0	0	2	8	2	1
69	83	111	0	28	28	0	319	139	0	56	2	8	2	1
806	139	417	0	0	69	0	1431	167	56	0	2	8	2	1
319	306	153	0	0	0	0	778	153	0	0	2	8	2	1
458	0	0	0	0	0	0	458	0	0	0	2	8	2	1
306	167	0	0	0	194	0	667	667	0	0	2	8	2	1
278	0	222	0	0	0	0	500	250	0	0	3	9	1	2
1083	0	1111	0	0	0	0	2194	278	0	0	3	9	1	2
83	278	333	0	0	0	0	694	694	0	0	3	9	1	2
111	278	0	111	0	0	0	500	56	0	0	3	10	2	2
556	83	0	0	0	0	0	639	306	0	0	3	10	2	2
278	139	0	0	0	0	0	417	139	0	0	3	10	2	2
278	0	222	0	0	0	0	500	250	0	0	3	11	3	3
222	0	0	0	0	0	0	222	250	0	0	3	11	3	3
278	0	611	528	0	0	0	1417	528	0	0	3	11	3	3

RANGOS ALTITUD	Código	DISTRITO	Código	RANGOS EDAD	Código	LOCALIDAD	Código
800 - 1000	1	San Juan del Oro	1	2 a 5	1	Challuma	1
1001 - 1200	2	Putina Punku	2	6 a 9	2	Yanamayo	2
1201 - 1400	3	San Gabán	3	10 a 13	3	San Martín	3
				15 mas	4	Chunchusmayo	4
						Huaranka	5
						Santa Fé	6
						Arco Punku	7
						Tunki Pata	8
						San Garani	9
						Churumayo	10
						Casahui	11



CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LA OFICINA DE MEGALABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO:

Dr. ANGEL CANALES GUTIERREZ, otorga la presente Constancia de Ejecución de Tesis de Investigación a:

STHEWAR IRWIN GARAMBEL ACURIO, bachiller en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional del Altiplano, identificado con DNI N° 46411132.

Quien ha realizado la ejecución de su tesis de investigación denominada **CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DEL NEMÁTODO DEL NÓDULO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne* spp.) DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DE PUNO**, en el MEGALABORATORIO ambiente de **BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**, desde el 2 noviembre del 2015 al 18 de noviembre del 2016, tendientes a la obtención de su título profesional.

Es cuanto puedo hacer constar, en honor a la verdad y para los fines que el interesado considere conveniente.

Puno, 17 de diciembre del 2018




Dr. Cs. Ángel Canales Gutiérrez
DIRECTOR DE LOS INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN
UNA - PUNO