



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROFORESTAL

**“IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS DE NEMÁTODOS EN QUINA
(*Cinchona spp.*) EN BOSQUES DE NEBLINA, DISTRITO
KAÑARIS, LAMBAYEQUE-PERÚ”**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERA AGROFORESTAL

Presentado por:

Andreina Katarin Escobar Coronado (0000-0001-6021-5976)

Asesor:

Hector Velasquez Alcantara (0000-0001-8181-4142)

Lima - Perú

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 13 de noviembre de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Luis Paul Quirós Rossi
Integrante: Mg. Duberli Geomar Elera Gonzales
Integrante: Lic. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS DE NEMÁTODOS EN QUINA (*Cinchona spp.*) EN BOSQUES DE NEBLINA, DISTRITO KAÑARIS, LAMBAYEQUE-PERÚ

Presentada por la tesista:

- Andreina Katarin Escobar Coronado

Para optar el Título Profesional de Ing. Agroforestal

Asesorada por: Lic. Héctor Domingo Velásquez Alcántara

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Tesista: Andreina Escobar		Nota (escrito): trece	
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Luis Paul Quirós Rossi
Presidente del jurado



Mg. Duberli Geomar Elera Gonzales
Miembro del jurado



Lic. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini
Miembro del jurado



Lic. Héctor Domingo Velásquez Alcántara
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 07 de enero del 2024

Señor,

Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación

Universidad Científica del Sur

Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Andreina Katarin Escobar coronado, egresado de la carrera de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Héctor Velasquez, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: "IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS DE NEMÁTODOS EN QUINA (Cinchona spp.) EN BOSQUES DE NEBLINA, DISTRITO KAÑARIS, LAMBAYEQUE-PERÚ", sustentado para obtener el título/grado de Ingeniera Agroforestal es original.

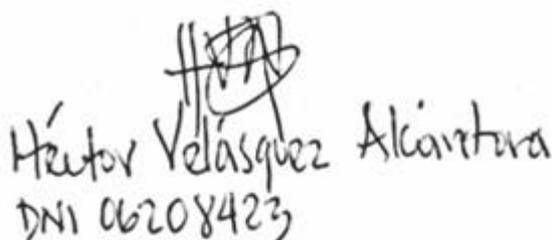
Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 74137590



Firma del asesor de tesis
DNI: 06208423

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Identificación de géneros de nemátodos en quina (Cinchona spp.) en bosques de neblina, distrito Kañaris, Lambayeque-Perú

Autores. Andreina Katarin Escobar Coronado

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2380152615).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.5.0. Identificación de géneros

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.inia.gob.pe

Fuente de Internet

1%

2

dspace.unl.edu.ec

Fuente de Internet

1%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

cfores.upr.edu.cu

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

ddd.uab.cat

Fuente de Internet

1%

1. DEDICATORIA:

Dedicado a Dios por protegerme y guiarme en toda esta travesía. A mi familia, por ser mi fuente de fortaleza en todo momento. A las personas que despertaron en mí un amor por la naturaleza. Dedicatoria en particular a mi asesor principal Raúl José Anguiz Chuquichanca, gracias por las enseñanzas académicas, la paciencia y dedicación, sobre todo el apoyo inicial para el desarrollo de este proyecto, sea una luz más en la eternidad.

2. AGRADECIMIENTOS:

Agradecida con el apoyo de mi asesor el Ing. Raúl Anguiz y del Ing Cosme Quispe del Laboratorio de Nematología de SENASA, por asesorarme en el análisis de muestras brindándome su tiempo y compartiendo su área de trabajo conmigo.

Al Ing. Alejandro Gómez Silvera y Bach. Omar Gómez Rengifo, por guiarme en el distrito de Kañaris y contactarme con sus personas de confianza de la zona que me apoyaron durante mi estadía.

3.	Índice general	
1.	DEDICATORIA:	1
2.	AGRADECIMIENTOS:	2
3.	Índice general	3
4.	RESUMEN	10
5.	SUMMARY	11
6.	INTRODUCCIÓN	12
7.	MARCO TEÓRICO.....	15
7.1	Historia de la quina o cascarilla (<i>Cinchona sp.</i>).....	15
7.2	Quina o cascarilla (<i>Cinchona sp.</i>): Taxonomía.....	16
7.3	Distribución geográfica del género <i>Cinchona</i>	19
7.4	Bosque de Neblina de Kañaris.....	21
7.5	Nemátodos: generalidades	22
7.6	Clasificación de nemátodos.....	24
7.7	Categoría trófica.....	25
8.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
9.	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	29
9.1	Objetivo general.....	29
9.2	Objetivos específicos.....	29
10.	HIPOTESIS.....	29
11.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
11.1	Extracción de nemátodos.....	32
a)	Muestra de suelo.....	32
b)	Muestras de raíces	33
c)	Diseño estadístico	35
12.	RESULTADOS	36
12.1	Géneros y poblaciones de nemátodos asociados al árbol de la quina (<i>Cinchona sp.</i>) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque	36
12.1.1	Descripción de géneros de nemátodos.....	36
A)	<i>Dorylaimus</i>	36
B)	<i>Rhabditis</i>	37
C)	<i>Helicotylenchus</i>	38
D)	<i>Tylenchus</i>	40

E) Trichodorus	41
F) Mononchus.....	42
12.2 Análisis estadístico de la población y composición de los Géneros de nemátodos asociados al árbol de la quina (<i>Cinchona</i> sp.).	43
Dinámica poblacional de géneros de nemátodos en de árbol de la quina (<i>Cinchona</i> sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque	46
12.3.....	46
13. DISCUSIONES	56
13.1 Géneros y poblaciones de nemátodos asociados al árbol de la quina (<i>Cinchona</i> sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque	56
13.2 Dinámica poblacional de géneros de nemátodos en el árbol de la quina (<i>Cinchona</i> sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque	58
14. CONCLUSIONES	60
15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
16. ANEXOS	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura N°1: a) Fotografía del árbol de quina de altura aproximada 15 metros. B) Fotografía de cerca de hojas de quina y en parte superior la característica estipula para su reconocimiento.17

Figura N°2: Flor de la quina [Fotografía].Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Photographer: © Rodolfo Vásquez CC-BY-NC-SA.....18

Figura N°3: Distribución geográfica del género *Cinchona* [Mapa]. Botánica (p. 138), Gonzáles C., 2021.....19

Figura N°4: Representación general de la morfología de un nemátodo Rhabditis parte superior.23

Figura N°5: Representación general de la morfología de un nemátodo Rhabditis parte inferior.24

Figura N°6 Elaboración propia. Distribución de las parcelas de extracción de muestras en Bosques de Neblina de distrito de Kañaris [Mapa].....30

Figura N°7: Muestras de los individuos colectados en Bosques de Neblina del distrito de Kañaris. a) Muestra de raíces de árbol de género *Cinchona*, b) Vista de árbol de *Cinchona pubescens* c) Vista la proyección de la copa del árbol.....32

Figura N°8. Procesamiento de muestras de suelo. a) Tamizado de muestras de suelo. b) Muestras tamizadas y rotuladas. c) Muestras previo reposo en agua. d) Muestras en agua por 48 horas.....33

Figura N°9. Procesamiento de muestras de raíz. a) Tamiz de 500 mesh. b) Raíces extraídas. c)Pesado de raíz. d) Identificar presuntos daños de nemátodo. e) Rotulado. f) Reposo de muestras por 48 horas.....34

Figura N°10. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Dorylaimus.....**37**

Figura N°11 . Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Rhabditis, a) Estilete del nemátodo. b) Parte superior del cuerpo del nemátodo.....38

Figura N°12. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Helicotylenchus, a) Estilete del nemátodo. b) Parte inferior del cuerpo del nemátodo. c) Posición en forma de C.....**39**

Figura N°13. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Tylenchus, a) Estilete del nemátodo. b) Parte inferior del cuerpo del nemátodo.....40

Figura N°14. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Trichodorus.....42

Figura N°15. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Mononchus, a) Aparato bucal, parte superior. b) Parte inferior del cuerpo del nemátodo, cola.....¡Error! Marcador no definido.

Figura N°16. Porcentaje relativo de géneros predominantes en cada parcela del árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....**45**

Figura N°17. Porcentaje relativo de categorías tróficas en cada parcela del árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....**46**

Figura N°18. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en todas las parcelas, asociadas al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....49

Figura N°19. Porcentaje relativo de los géneros predominantes en la parcela 01 asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....50

Figura N°20. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en la parcela 01, asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....51

Figura N°21. Porcentaje relativo de los géneros predominantes en la parcela 02 asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.)..... 52

Figura N°22. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en la parcela 02, asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....53

Figura N°23. Porcentaje relativo de los géneros predominantes en la parcela 03 asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....54

Figura N°24. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en la parcela 03, asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).....55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Taxonomía de árbol de la quina o cascarilla (<i>Cinchona sp.</i>).....	16
Tabla 02. Estadística Descriptiva de los principales géneros de nemátodos presentes en raíz y suelo asociados al árbol de la quina (<i>Cinchona sp.</i>) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque.....	44
Tabla 03. Tabla de frecuencias de los nemátodos por categoría trófica predominantes en cada parcela, presentes en raíz y suelo asociados al árbol de la quina (<i>Cinchona sp.</i>) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque.....	47
Tabla 04. Tabla de frecuencias de los nemátodos por género predominantes en cada parcela, presentes en raíz y suelo asociados al árbol de la quina (<i>Cinchona sp.</i>) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque.....	48
Tabla 05. Reporte de hallazgo de nemátodos en el género <i>Cinchona</i> [Fotografía]. Anónimo. (S.f.).....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Puntos geográficos de los individuos muestreados de árbol de la quina.....	68
Anexo 2: Datos dasonométricos de árbol de la quina.....	69
Anexo 3 : Valores de tendencia central.....	70

4. RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal la identificación de los géneros de nematodos asociados al árbol de quina (*Cinchona spp.*) en bosques de niebla del distrito de Kañaris en la región Lambayeque, zona con más investigaciones realizadas por el INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) donde destaca la quinua roja (*Cinchona pubescens*). La zona de estudio es de geografía accidentada pero accesible para la toma de muestras. El desarrollo de este proyecto estuvo motivado por, la limitada información sobre esta especie y su entorno, que servirá como fuente de información para futuras plantaciones.

La colecta de muestras de suelo del bosque se realizó en tres parcelas, se seleccionó en cada una de ellas 10 árboles al azar. Para la colecta muestras de suelo y raíces a dos profundidades, 14 cm y 28 cm, el área de proyección de la copa del árbol se tuvo como referencia; 1 kg de muestra compuesta por parcela fue extraída. Raíces activas del árbol del mismo punto de extracción de muestras de suelo anterior en la misma proporción fueron colectadas, las cuales fueron trasladadas al laboratorio del SENASA en Lima y procesadas para identificar los géneros de nematodos presentes. Los siguientes órdenes/géneros de nematodos fueron identificados: *Rhabditis*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Mononchus Trichodorus* y *Helicotylenchus*, considerando la clasificación trófica, de crucial importancia para poder anticipar su estilo de vida y el impacto que tendría en el hábitat de este árbol. En conclusión, es de vital importancia enriquecer la información sobre las especies nativas de valor nacional que se encuentran en vías de recuperación y son de importancia comercial, a fin de contar con una base de datos con información relevante sobre los posibles microorganismos que pueden beneficiar o perjudicar su entorno de desarrollo.

Palabras claves: Quina, nemátodos, suelo, raíces y géneros.

5. SUMMARY

The main objective of this research was to identify the genera of nematodes associated with the cinchona tree (*Cinchona spp.*) in cloud forests of the Kañaris district in the Lambayeque region, area with more research conducted by INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) where red quina (*Cinchona pubescens*) highlight. The study area is of rugged geography but accessible for sampling. The development of this project was motivated by the limited information on this species and its environment, which will serve as a source of information for future plantations.

The collection of soil samples from the forest was carried out in three plots and in each plot, 10 trees were randomly selected. For the collection of soil and root samples at two depths, 14 cm and 28 cm, the canopy projection area of the tree was used as reference; 1 kg of composite sample per plot was extracted. Similarly, active tree roots from the same point of extraction of soil samples in the same proportion were collected, which were transferred to the SENASA laboratory in Lima and processed to identify the genera of nematodes present. The following orders/genera of nematodes have been identified: *Rhabditis*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Mononchus Trichodorus* and *Helicotylenchus*, considering the trophic classification, of crucial importance in order to anticipate its lifestyle and the impact it would have on the habitat of this tree. In conclusion, it is of vital importance to enrich the information on native species of national value that are in the process of recovery and are of commercial importance, in order to have a database with relevant information on the possible microorganisms that can benefit or harm their development environment.

Keywords: Quina, nematodes, soil, roots and genera.

6. INTRODUCCIÓN

El reconocimiento de la quina (*Cinchona spp.*) en el mundo empezó debido a su poder medicinal que se atribuyó a los compuestos presentes en su corteza a pesar de no contar en ese momento de un correspondiente estudio fitoquímico. En el año 1611 Nicolás Monardes publicó los primeros boletines informativos sobre las especies de quina curativas procedentes de Occidente. Estudios realizados en 1638 reafirman las propiedades curativas de la quina, siendo Fray Antonio de Calancha quien realizó estudios más detallados sobre la corteza de la quina o quinilla (Larreategui & Lafuente, 2013). Así se inició el posicionamiento del árbol del género *Cinchona* en una época de complicaciones de salud pública en diferentes países del mundo como la malaria y el paludismo.

Cinchona fue el género mayor relevancia económicamente de la familia Rubiaceae, su corteza y raíces que contienen el principio activo quinina, que formó parte del tratamiento de la malaria; en 1944 se sintetizó la quinina siendo motivo de declinación del interés por la obtención natural de la quinina de *C. pubescens*. Sin embargo, la quinina natural aun es usada cuando el sintético no es disponible, para objetivos curativos (Jäger, 2018) como antipalúdicas y febrífugas, esta situación da inicio a la desvalorización del recurso como tal y además siendo limitante a escasa la información sobre este árbol, puesto que al tener acceso a un sustituto sintético se reduce el interés de investigación de la especie natural.

La distribución de la quina inicia en las montañas de Costa Rica hasta la serranía de los Andes de Perú y Bolivia. El género *Cinchona* posee una alta diversidad genética que es atribuida a su hibridación natural, en el norte del Perú se reportó la mayor densidad de las especies fundamental (Fernández, 2017). *Cinchona pubescens*, que ha sido denominada en diferentes localidades como “cascarilla”, “árbol de la Quina” o “cinchona”, situada en Perú en regiones

como Piura, Cajamarca, Amazonas, Lambayeque, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco y Puno, entre los 400 a 3 200 m s. n. m. (Campos et al., 2014). Se puede le puede imputar al Perú como el país con la mayor diversidad de especies del género *Cinchona* siendo acreedores de 18 especies nativas de las 25 especies existentes. En actuales reportes botánicos indican que 11 especies de *Cinchona* se hayan en Piura y Cajamarca, lo cual equivale al 48% del total de especies de este género en el Perú. La especie dominante en estas regiones es *Cinchona officinalis* (Huamán et al., 2019). En Lambayeque, en el distrito de Kañaris, en el bosque de neblina de Upaypíteq y Palpíteq que son de los relictos más representativos de la localidad se han reportado cinco especies del árbol según estudios realizados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria. En esta zona se haya en mayor población la quina roja (*Cinchona pubescens*) (Gomez et al., 2016), además en el lugar se encontró regeneración vegetativa natural de individuos del tipo “casarilla”, los cuales son de fácil identificación debido a la coloración de sus hojas rojas y las estípulas que es una característica propia de la familia Rubiaceae.

Según Gomez (2016) mencionada que la clasificación de ecosistemas según Holdridge el ecosistema de la quina corresponde a Bosque húmedo-Montano Bajo Tropical (bh-MBT), Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT), Bosque muy Húmedo Montano Tropical (bmh-MT) y Páramo Pluvial – Subalpino Tropical (pp-SaT); posicionándose en mayores áreas en la región de Lambayeque, donde se realizó la colecta de muestras y datos.

La identificación de las especies de quina se realizó mediante su morfología, las cuales tienen como índices de diferenciación, el tamaño de sus hojas y coloración. Así mismo la identificación sistemática de los ejemplares recaudados en campo se ejecutó a través del uso de claves taxonómicas y luego ratificadas con el experto nematólogo del laboratorio de SENASA. Las muestras colectadas han sido caracterizadas según Gomez (2016) como árboles o arbustos de 2 a 15 m, corteza amarga; hojas pecioladas, las láminas particularmente grandes y vistosas, con

frecuencia se tornan a un color rojizo cuando son adultas; estípulas caducas, interpeciolares, grandes y libres; flores pequeñas con cuantiosas panículas terminales con las ramitas opuestas y decusadas, corola blanca, rosada o gris, hipocrateriforme y pubescente por fuera un cáliz sin lóbulo expandido, en espigas y arregladas en panículas; semillas numerosas aladas y con disposición vertical; fruto que encierran a semillas tiene una cápsula subcilíndrica u ovoide-oblonga, bifurcada, dándole apertura desde la parte inicial del ápice.

El repertorio informativo respecto al género *Cinchona*, se convierte en una limitante para su manejo silvícola en la actualidad, así como el manejo o prevenciones fitosanitarias a desarrollar. La concurrencia de los nemátodos está bajo la competencia de los datos ecológicos y de la conducta de cada organismo, sumando a ello los efectos potenciales de la plaga en la industria, el medio ambiente y el comercio internacional (FAO, 2012). En el sector forestal nacional existe un vacío de expedientes sobre la nematofauna presente y la función que cumplirían en el entorno ecosistémico.

Los nemátodos han causado daños económicos dentro de la familia *Rubiaceae* en especies que habitan bajo condiciones similares a la quina, una de estas especies de gran valor es el café con una pérdida de 10 % a 20 % de sus cultivos, viéndose reflejada las afectaciones en el vivero y campo definitivo; en Perú tenemos reportes de poblaciones de nemátodos de los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Trichodorus*, *Xiphinema*, *Criconemoides* y *Paratylenchus* afectando este cultivo (Estelita, 2016). El principal objetivo del presente proyecto de investigación fue identificar el/los géneros de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) del distrito Kañaris, se colectaron muestras de suelo y raíces *in situ*, que fueron analizadas en el laboratorio del SENASA-La Molina, verificando la presencia e identificación de nemátodos que habitan en la rizosfera del árbol de la quina. Ello permitirá descifrar si en un futuro estos individuos serían un potencial problema o la relación

que mantendrían con las poblaciones de especies de *Cinchona* presentes a los ecosistema mencionados.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Historia de la quina o cascarilla (*Cinchona* sp.)

La cascarilla es un árbol con importancia medicinal que transformó la farmacología y la medicina, por sus diversas cualidades terapéuticas y por su aporte en los tratamientos de las pirexias intermitentes o como era la enfermedad más frecuente, el paludismo (Torres, 1994). No hay registros sobre la presencia de la malaria en el Nuevo Mundo que le antecede a la llegada de los conquistadores, sin embargo, se relata que los indios, especialmente los doctores de esa época que eran conocido como chamanes realizaban cortes a la corteza de la quina desde tiempos inmemoriales para preparación de sus brebajes (Regan,2003). Durante los años coloniales, fue transportada a Lima, se propagó sus beneficios terapéuticos por consiguiente se trasladó hasta España (Ortíz, 1994). A raíz de su arribo a continente europeo inicia las diversas historias sobre cómo se le asignó el nombre a su género *Cinchona*.

El relato más conocido apunta hacia los años 1630 a 1631 en que el Corregidor de Loja, Ecuador, Juan López de Cañizares, fue proveído con medicina a base de corteza de quina, siendo reservada la información; en 1590 Fray Reynaldo de Lizárraga da a conocer a sus trabajadores en Tucumán, lo cual llega a conocimiento del Padre Lozano que los indios mantienen reservado esta planta medicinal durante un siglo ("El Cultivo de La Quina ," n.d.). Se hace conocido en 1638 cuando Doña Francisca Henríquez de Ribera, esposa del 4^{to} Conde de Chinchón y quien en su momento fue Virrey del Perú; en uno de sus viajes la Condesa Francisca estuvo enferma con síntomas similares que sufrió la primera esposa Ana de Osorio en 1628 y fue causa de su muerte de ella, pero esta vez, siendo conocida como la enfermedad de la malaria; en los diversos

escritos indican que fue una de las primeras personas del continente Europeo en probar la corteza de quina, siendo nombrado en esas épocas como “polvos de la condesa”. La selección del nombre tanto para el remedio como para la planta tiene como persona principal al Conde de Chinchón en diversos relatos (Jiménez, 2019).

7.2 Quina o cascarilla (*Cinchona sp.*): Taxonomía

Según Tropicos.org, la taxonomía del árbol de la quina corresponde a la que se muestra en la

Tabla 01:

Tabla 01. Taxonomía de árbol de la quina o cascarilla (*Cinchona sp.*)

Clase:	Equisetopsida C. Agardh
Subclase:	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden:	Asteranae Takht.
Orden:	Gentianales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia:	Rubiaceae Juss.
Género:	<i>Cinchona</i> L.

La familia *Rubiaceae* está compuesta por 110 géneros y 782 especies en el Perú, es considerada como una de las familias de importancia comercial (Albán, 2015), se incluye en la familia individuos que son actualmente usados comercialmente : uña de gato (*Uncaria guianensis* (Aubl.) J.F. Gmel.) ,el café (*Coffea arabica* L.) y las quinas o cascarillas (*Cinchona* L.), que son reconocidas como un símbolo patrio en Perú; *Cinchona* L., está formada en la actualidad por 23 tipos de árboles o arbustos (Andersson, 1998). Teniendo en cuenta la complejidad del género en el país se procedió a desarrollar una descripción morfológica detallada de la especie; además recalcar la familiaridad con otras especies de valor económico es vital puesto se maneja mayor

información obteniendo consideraciones respecto a sus posibles comportamientos fisiológicos ante deficiencia nutricionales o reacción ante presencia de patógenos o plagas que la abordan.

La morfología de quina corresponde a arbustos o árboles medianos(Figura N°1, a), estructura de hojas (Figura N°1, b) pecioladas, decusadas; estípulas interpeciolares, usualmente de tamaño grandes, poca persistencia o caducas; Inflorescencias terminales o laterales, cimosa; flores (FiguraN°2) con aroma intenso , heterostilias; cáliz más o menos campanulado, en su mayoría con lóbulos distintivos, extrañamente truncados; corola de textura gruesa, de color rosado a púrpura, tubo más largo que los lóbulos, espesor puberulento en el exterior, glabros en el interior, o hirsutos, al recorrido de los márgenes en el interior; estambres en conexión con el tubo de la



Figura N°1: a) Fotografía del árbol de quina de altura aproximada 15 metros. B) Fotografía de cerca de hojas de quina y en parte superior la característica estipula para su reconocimiento.

corola, filamentos que son reducidos de tamaño , comúnmente iguales o más largos que las

anteras, glabros anteras, dorsifijadas, semiexertas, en las flores brevistilas; fruto cápsula septicidas; semillas irregularmente elípticas a oblongas en el contorno (ala incluida), el margen del ala por lo usual más dentada a fimbriada, hilium situado en la zona más céntrica de la semilla (Andersson y Taylor, 1994). Ante la gran diversidad hay características particulares que diferencian a varias especies, las cuales son limitadas de acuerdo con su distribución geográfica.



**Figura N°2: Flor de la quina [Fotografía].Tropicos.org. Missouri Botanical Garden.
Photographer: © Rodolfo Vásquez CC-BY-NC-SA**

Podría territorio nacional cuenta con un número considerable género *Cinchona* siendo acreedores de 18 especies nativas de las 25 especies existentes. La región Lambayeque, distrito Kañarís, bosque de neblina de Upaypíteq e incluso uno de menor dimensión Palpíteq, tienen identificadas en sus superficies las siguientes especies del árbol de la “quina” o “casarilla” (Gomez et al., 2016) :

- *Cinchona calisaya* Wedd.; NV: Entre los innumerables nombre asignados como kina, quina-quina, quina de pajonal, quina , calisaya blanca o verde, cascarilla , quina morada

que llega a una altura hasta 10 m; corola blanco-rosada y la cápsula tiende a tener una variación de tonalidad verde a rojizo.

- *Cinchona humboldtiana* Lambert, identificadas por el haz de las hojas de tono negro y ramas con pubescencia hirsuta, arbusto hasta 6 m.
- *Cinchona micrantha* Ruíz & Pavón; NV: quina canela, quina paili; corola rosada con pubescencia tomentosa de tonalidad blanco; tamaño de 10 m.
- *Cinchona officinalis* L.; NV: Sus diferentes nombres quina-quina, cascarilla, cascarilla morada jichu kina, calisaya, calisaya zamba, calisaya zambita, quina morada, calisaya blanca, quina amarilla, calisaya morada, calisaya verde morada, arbol arbusto; flores rosadas, con corteza muy agrietada; árbol de 10 m.
- *Cinchona pubescens* Vahl NV: con sus atributos específicos en su morfología de arbusto, sus hojas con peciolos de tonalidad rojos y corolas que tienden a ser de tonalidades blancas a blanco-rosadas; aceite, quina morada.

7.3 Distribución geográfica del género *Cinchona*

El género *Cinchona* tiene 24 especies que abarcan desde el sur Venezuela hasta Bolivia (Andersson, 1998; Aymard, 2019) (Figura N°3), el hábitat de las principales especies son las montañas de los Andes, además en las zonas bajas de los bosques del Pacífico de Colombia y Ecuador (Mendoza et al., 2004) usualmente en bosques de niebla donde la humedad relativa es de datos prominentes y su topografía es muy accidentada; la altitud en la cual se ubica varían

entre 600 y 3.200 m s. n. m. (Garmendia, 2017)



**Figura N°3: Distribución geográfica del género Cinchona [Mapa].
Botánica (p. 138), Gonzáles C., 2021.**

7.3 Distribución geográfica en el Perú

Quina habita en los ecosistemas de ceja de selva y ceja de montaña, pues requiere la calidez y humedad de esta geografía, zonas donde las lluvias y nubosidad son continuas, precipitaciones entre 790 mm y 1 972 mm, con temperaturas que varían de 6,5 °C hasta 24,9 °C; estas cualidades son pertenecientes a los bosques tropicales y de neblina que se caracterizan por ser de capacidad heterogéneos y fases diversas para la restauración natural de especies, sus suelos presentan ondulaciones con escasa área topográfica suaves y situado sobre laderas de los valles interandinos y otras áreas predominantemente empinada, conformados por las laderas que

enmarcan a dichos valles, formando límites con los páramo mostrando gradientes moderadas, tienen como localización las regiones de Puno, Cajamarca, Junín, Huánuco, Amazonas, Pasco, Lambayeque, Cusco y Piura (Zevallos, 1989). Los bosques de neblinas son ecosistemas que debido a las actividades de las comunidades que se encuentran en su entorno han sido reducidas y a través del tiempo han sufrido grandes impactos como el cambio de su composición de fauna y flora.

7.4 Bosque de Neblina de Kañaris

La ubicación geográfica del territorio de Kañaris en sus 376,05 km², se extiende desde los 750 m s. n. m. que tienen en colindancia con la localidad de Pucará (Cajamarca) hasta los 4061 m de altitud en el cerro San Lorenzo y cordillera de Chillvacala; deflexión de Huancabamba, donde ingresan vientos cargados con humedad atlántica ocasionando precipitaciones pluviales intensas, los vientos saturados de humedad una vez que se ponen en contacto con la serranía y son interrumpidos para alcanzar la vertiente occidental, generan una gran humedad en los bosques de Upaypíteq y las altas cimas de la cordillera de Tembladera, predominan humedales de montaña, cuyas zonas están cubiertas de neblina que generan garúas, que tienen el nombre de «chilampas», lloviznas y copiosas lluvias, estos factores macro y microecológicos complementan el establecimiento y regeneración de formaciones vegetales, los bosques corresponden a las zonas de vida del tipo bosque seco y según Llatas & López (2005) como indica Holdrige en su clasificación se determina Kañaris como bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT), bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT) y, Montano Bajo Tropical (bs-MBT) referenciado desde los 890 m hasta los 4061 m de altitud. Kañaris presenta uno de los bosques de neblina que tienen un área muy reducida en el país a pesar de ello el mismo ecosistema ha sido imponente ante todas las adversidades que la afectan para poder conservar la biodiversidad que habita en ella.

En su diversidad de flora presenta arboles caducifolios con alturas hasta de 25 m, siendo las de mayor copiosidad las siguientes especies: “polo polo” *Cochlospermum vitifolium* , “palo santo” *Bursera graveolens*, “ceibo” *Ceiba* sp., “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “hualtaco” *Loxopterigium huasango*, y “pasallo” *Eriotheca ruizii*, además de una epífita como la plantas que se alojan y desarrollan en otros arboles como la *Tilladnsia usneoides* “salvajina”; su sotobosque está formado por arbustos caducifolios como *Tecoma* sp . “palo negro”, *Cordia lutea* “overo”, *Grabowskia* sp. dentro del grupo de las cactáceas tenemos la *Espostoa mirabilis*, *Armatocereus cartwrightianus* y *Browningia altissima* etc, estando además compuesta por cobertura temporal herbácea en su mayoría por gramíneas (Técnico del Proceso ZEE –OT & - Perú, 2012).

7.5 Nemátodos: generalidades

Los nemátodos en el suelo son microscópicos sin embargo los daños causados en la agricultura son directos e indirectos y puede causar daños masivos en la económica de un país agrícola sin embargo su participación en la cadena alimenticia del ecosistema subterráneo es muy importante debido a que se alimentan de bacterias y hongos que asisten a la descomposición de la materia orgánica y por ello incrementan la fertilidad mientras que otros son parásitos de plantas, humanos y animales; otro grupo es depredador de microartrópodos del suelo y nemátodos (Allgén, 1993) ; por otra parte son considerados como bioindicadores fiables para monitoreo ambiental además se usan en los programas de manejo de plagas como entomopatógenos entre ellas *Steirnernema*, *Heterorhabditis*, *Neosteirnernema*, etc. , que se han utilizado en el manejo exitoso de muchas plagas de insectos económicamente importantes (Bongers & Ferris, 1999). Debido al impacto que tienen en el entorno es importante conocer su morfología para su reconocimiento.

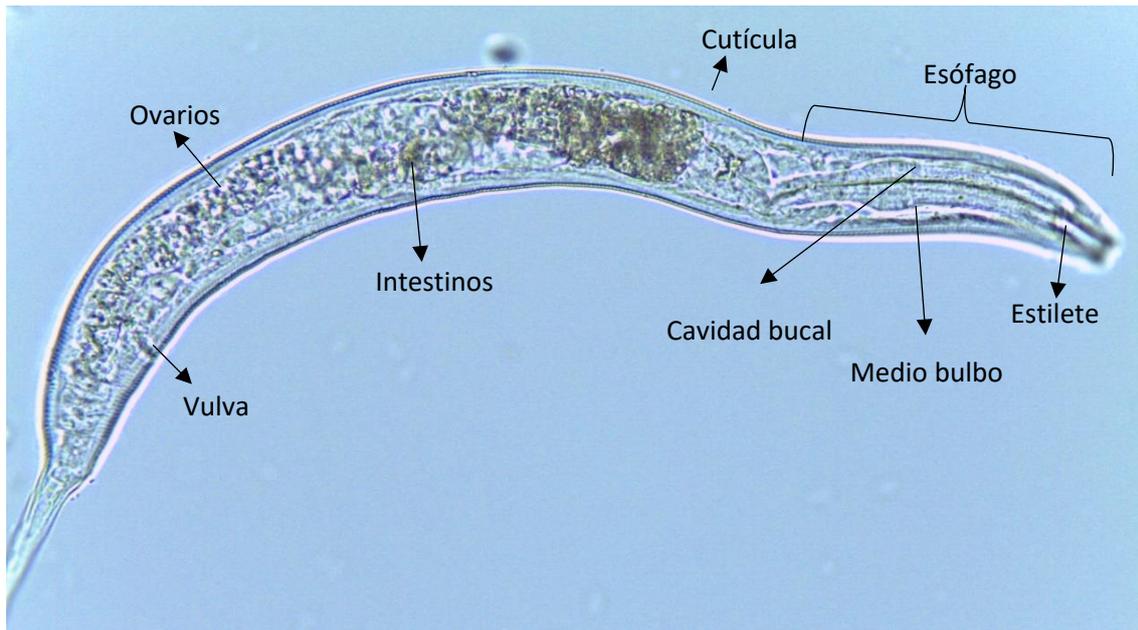


Figura N°4: Representación general de la morfología de un nemátodo Rhabditis parte superior.

Los nemátodos viven en todos los ecosistemas, en mayor parte acuáticos; abarcan una longitud entre 300 y 1000 μm de largo y entre 15 y 35 μm de ancho (Luc et al., 2005; Perry & Moens, 2006); estructuración de simetría bilateral, lo cual hace accesible la diferenciación de lado ventral y dorsal (Volcy 1997, p.6); presencia de ano es ventral y el cuerpo sigue la secuencia de formación con una cola pudiendo ser larga o curva (Figura 4) ; su corporación está cubierto por una cutícula y residido dos tubos concéntricos independizados por la cavidad del cuerpo o conocido como pseudoceloma; tubo exterior está compuesto por una cutícula, la epidermis o denominado hipodermis, la cual es la base de la cutícula, y los músculos longitudinales, tubo interior está integrado por el canal alimentario, que equivale de la cavidad bucal o “estoma”, el esófago o “faringe”, el intestino y el recto; sus órganos reproductores, que son de silueta tubulares, están en el pseudoceloma, en el masculino por lo común las estructuras cuyas son de denominación espículas se sitúan en la cloaca mientras que en la femenina muestra una abertura dividida siendo reconocida por vulva (Jesús-Navarrete, 2010) (Figura 5). La gran visibilidad que permite la estructuración de estos individuos facilite poder observar los órganos

internos sin el uso de algún reactivo que tenga que teñirlos y facilita su identificación por géneros.

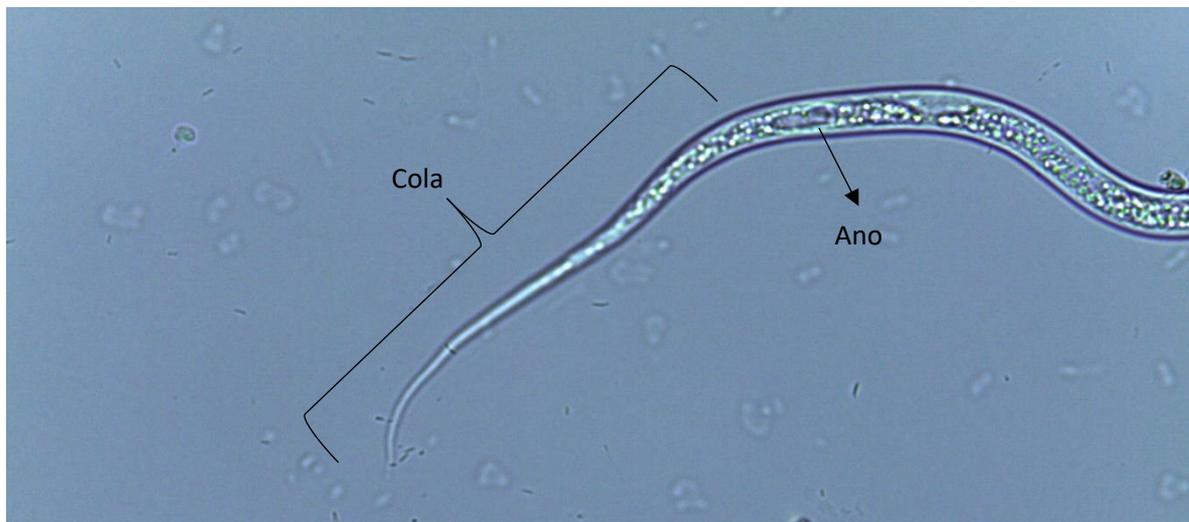


Figura N°5: Representación general de la morfología de un nemátodo *Rhabditis* parte inferior.

7.6 Clasificación de nemátodos

En su particularidad los nemátodos viven por lo general en el suelo, nutriéndose de las raíces y tallos, sin embargo hay excepciones sedentarias especializados, los huevecillos, el proceso larval y los adultos masculinos prevalecen en tierra a través de su vida o gran parte de ella (Talavera, 2003); la temperatura, humedad y aireación del suelo influyen en el estilo de vida y locomoción, se hallan en copiosidad entre los 0 y 15 cm de profundidad puesto que busca la disposición de los elementos liberados en la rizosfera por el motivo que quiere el medio de estas sustancias para la incubación de los huevos por lo contrario también se desarrollan en el agua sin requerimiento específico (Agrios, 2005).

En el Phylum Nematoda, se distinguen entre 16 a 20 órdenes diferentes, alrededor de 10 de estos órdenes ocurren regularmente en el suelo, además, cuatro de ellos (Rhabditida, Tylenchida, Aphelenchida y Dorylaimus) son comunes en el suelo; su identificación de los de

estilo libre de vida son extremadamente difícil, y solo unos pocos taxónomos de nemátodos en el mundo pueden describir formalmente nuevas especies de vida libre para la ciencia, en consecuencia la mayoría de los ecólogos los identifican por familia o género (Yeates & et al., 1993).

7.7 Categoría trófica

La clasificación descrita por hábitos alimenticios o categoría trófica (McSorley, 2009) es la siguiente:

- **Fitófagos:** Se alimentan de plantas, en su mayoría del orden Tylenchida, así como algunos géneros de los órdenes Aphelenchida y Dorylaimus, su aparato bucal es un estilete en forma de aguja perforan las células durante la alimentación; existe una diferenciación: ectoparásitos permanecen en el suelo y se alimentan en la superficie de la raíz, por su parte los endoparásitos ingresan a las raíces y pueden vivir y alimentarse dentro de la raíz.
- **Bacteriófagos:** Los nemátodos de vida libre se alimentan únicamente de bacterias, que siempre son extremadamente abundantes en el suelo. Partícipes de estos grupos son miembros del orden Rhabditida, así como varios otros órdenes que se encuentran con menos frecuencia; benefician la descomposición de la materia orgánica.
- **Micófagos:** Se alimentan de hongos y utiliza un estilete para perforar las hifas fúngicas, destacan el orden Aphelenchida, los micófagos al igual que los bacteriófagos son importantes en la descomposición.
- **Predadores :** Se alimentan de otros nemátodos del suelo y de otros animales de tamaño comparable, forma parte de este grupo el orden Mononchida, es exclusivamente depredador, aunque también se encuentran los Dorylaimus y algunos otros órdenes.
- **Omnívoros:** Los hábitos alimenticios de la mayoría de los nemátodos en el suelo son relativamente específicos; es decir los bacteriófagos se alimentan solo de bacterias y nunca de las raíces de las plantas, lo contrario para los parásitos de las plantas, algunos

se pueden alimentar de un tipo de material alimenticio, por lo tanto, se consideran omnívoros; en otros casos, algunos pueden ingerir esporas de hongos además de bacterias. Algunos miembros del orden Dorylaimus pueden alimentarse de hongos, algas y otros animales.

- Vida Libre: Dado que los nemátodos de vida libre no se han estudiado mucho, se desconocen los hábitos alimentarios de algunos de ellos. El tamaño microscópico de estos animales presenta dificultades adicionales. Por ejemplo, puede ser muy difícil distinguir si un nemátodo se alimenta de células muertas de la raíz de una planta o de hongos que crecen en la superficie celular. A veces, un nemátodo que muestra este comportamiento de alimentación puede clasificarse simplemente como asociado de raíces o plantas.

8. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La uso indiscriminado de la quina en su momento fue propiciada por los jesuitas, quienes iniciaron con una extracción mesurada, sin embargo, ante su exclusión de los territorios en 1767, se dio órdenes en 1839 de realizar un tala total, en cambio de extraer la corteza superficial lo cual provocó el aprovechamiento hasta los límites insostenibles (Jaramillo & Carrera, 2008). Habiendo repercutido hasta la actualidad en su densidad poblacional.

El desarrollo de este trabajo de investigación brinda referencias a la base de datos de los microorganismos relacionados con especies forestales en el país, la cual podrá ser de aporte para investigaciones futuras y consideraciones a tomar en cuenta en proyectos relacionados a estos temas.

Ante lo expuesto el presente trabajo contribuye al mayor conocimiento de las asociaciones árbol de la quina-microorganismos (fauna nematológica) y determinó los potenciales problemas en un futuro si se quiere masificar las poblaciones de esta especie forestal nativa del país con propiedades medicinales de importancia mundial.

Actualmente en la sistematización de especies en amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021) realizó un enfoque global de la situación de este género que si bien esta categorizada como Menor Preocupación debido que no hay un registro mundial de su población y mucho menos un inventario forestal en el país debido a su accidentada geografía en la cual se encuentra y la baja densidad debido a su uso indiscriminado desde su descubrimiento de poder medicinal que se encontraba en la quinina.

Según Gómez (2017), un kilogramo de corteza se cotiza en 70 dólares, además la valoración de un kilogramo de semillas en el mercado está cotizada en 800 soles, siendo una fuente de ingresos para la comunidad del distrito de Karañis y zonas donde habita la quina.

Es escasa la información sobre la asociación de microorganismos-*Cinchona sp.* en especial sobre la población y composición de la nematofauna presente en los bosques naturales de *Cinchona sp.* en consecuencia el aporte de la información obtenida de este estudio será de aporte informativo un vacío de conocimiento en el sector forestal siendo este el referente para futuras investigaciones en especies endémicas del Perú. Esta investigación podrá ser revisada con fin de apoyar investigaciones futuras sobre este tema.

Los nemátodos causan daños a las raíces impactando en las competencias de nutrición mineral y captura del agua, las modificaciones fisiológicas reducen el crecimiento y la clorosis de las hojas se reflejan en el agotamiento de la planta (Anzueto et al. 2000). Existen nueve géneros de nemátodos fitoparásitos que son relevantes: *Xiphinema sp.*, *Globodera sp.*, *Heterodera sp.*, *Ditylenchus sp.*, *Pratylenchus sp.*, *Tylenchulus sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Radopholus sp.* y *Meloidogyne sp.* (Rivera, 2007), siendo este dato considerado como referencia sobre la presencia de algunos géneros resultantes en la presente investigación.

El área donde se realizó el proyecto tiene como respaldo estudios previos realizados por instituciones estatales como el INIA y la Universidad Nacional de Trujillo sobre estudios botánicos y hábitat de la quina, con este conocimiento se tuvo una visión amplia y clara con la cual se procedió a recolectar las muestras de suelo que fueron analizadas en laboratorio.

La apreciación para las instalaciones de las parcelas del presente proyecto de investigación fue en base la presencia consecutiva de la quina en la zona del bosque, siendo directamente hallada la relación entre nematodos y el árbol, pues al tener mayor individuo de la cascarilla permite limitar al grupo de nematodos con el cual conviven. En base a los estudios previos ya realizados en esta área, fueron determinantes para su selección debido a que se está desarrollando una complementación informativa del sector en conexión con el género *Cinchona*. Los resultados

obtenidos servirán de apoyo en implementaciones de programas agroforestales que al tener acceso a lo obtenido será un soporte preventivo fitosanitario para las consideraciones que se tomen con las especies a seleccionar.

El conocimiento de la nematofauna asociada a quina permitirá establecer los criterios para el desarrollo de proyectos de reforestación por ello es prioritario realizar un estudio de identificación de géneros de nemátodos que componen el hábitat del suelo donde habita la quina y la posibilidad de que se presenten géneros de nemátodos potencialmente dañinos a plantaciones de esta especie.

9. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

9.1 Objetivo general

- Identificar el/los géneros de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en los bosques de neblina del distrito Kañaris.

9.2 Objetivos específicos

- Determinar población de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.)
- Determinar la frecuencia de los géneros de nemátodos asociados al árbol de la quina
- Determinar las características condicionadoras de la existencia de la densidad poblacional de los nemátodos de la quina.

10. HIPOTESIS

- Se puede demostrar la presencia de nemátodos que habitan en la rizósfera del árbol de la quina (*Cinchona* sp.) e identificarlos según su género.

11. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en los bosques de neblina de la región Lambayeque: a 265 km de Chiclayo; situados a una altitud de 2100 hasta 2800 m s. n. m., en las coordenadas 06° 02' 39" Sur y 79° 15' 48" Oeste. Las consideraciones para el muestreo fueron: especie del género *Cinchona*, características dendrométricas (diámetro, altura total) textura del suelo, donde se obtuvo la muestra, composición vegetal del área que rodea a la especie y extracción de muestras de suelo y raíz.

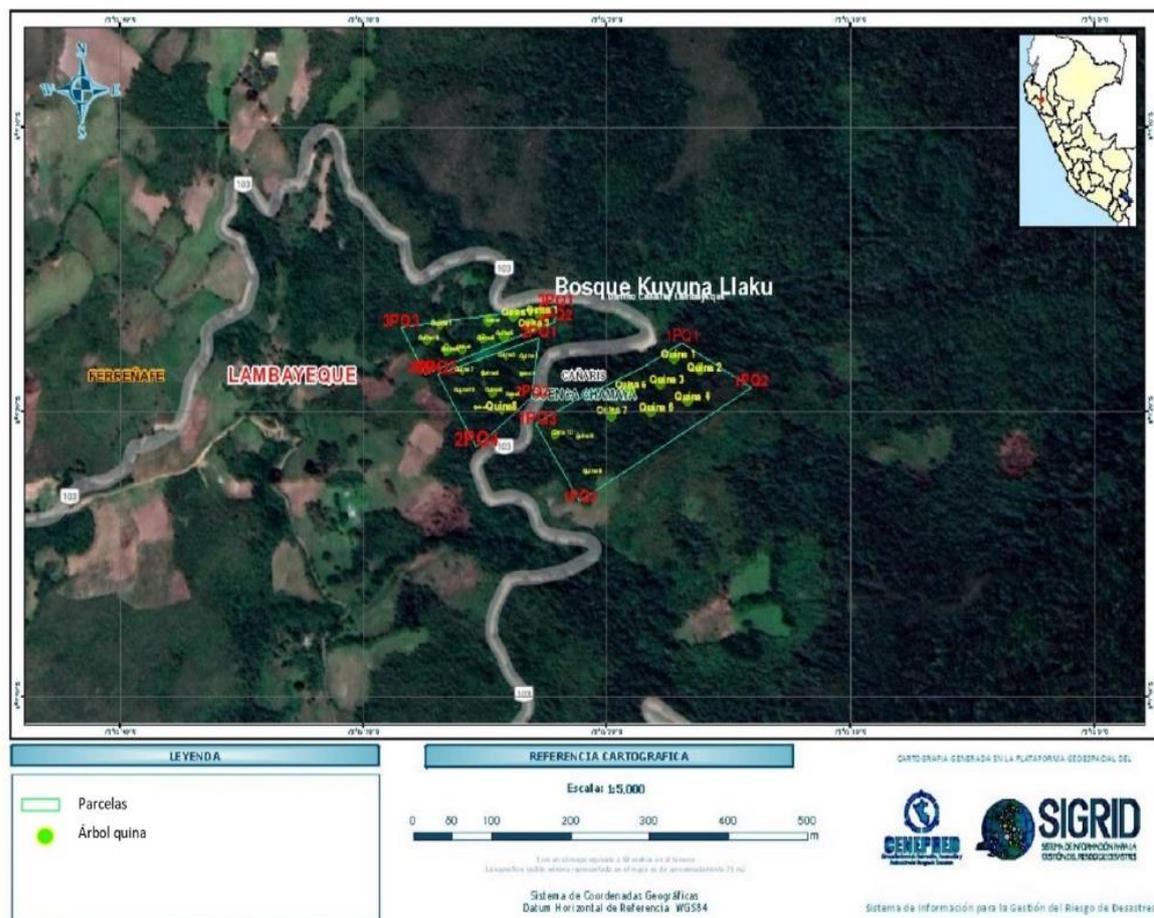


Figura N°.6 Distribución de las parcelas de extracción de muestras en Bosques de Neblina de distrito de Kañaris [Mapa].

Para la extracción de las muestras de suelo se instalaron y georreferenciaron en tres parcelas de 20 m x 100 m, dentro de cada parcela, se seleccionó de forma aleatoria 10 árboles (Figura 6), el área referenciada en esta investigación cuenta con estudios previos realizados por INIA en la cual se constató de la presencia de la especie *Cinchona pubescens*; el estado fenológico en que se encontró las plantas en el mes de julio según su calendario ya establecido fue de foliación en el proceso de formación hojas nuevas, maduras y defoliación (Villar et al., 2018). Las muestras de suelo y raíces se colectaron dentro del área de la proyección de la copa del árbol (Figura 7). Antes de coleccionar las muestras se removió el área superficial y con una pala se tomaron dos muestras a una profundidad de 14 cm y 28 cm. La pala se introdujo haciendo dos cortes en suelo en forma de "V", de la muestra extraída se removió los contornos laterales que hicieron contacto con la pala, posteriormente se mezclaron todas las muestras extraídas de la parcela y de esta se extrajo 1 kg de muestra compuesta por parcela. Se dio prioridad a las muestras con presencia raíces; del mismo modo se colectaron raíces activas del árbol del mismo punto donde se extrajeron las muestras de suelo; así mismo, se colectó 1 kg de raíces por parcela, se realizó un lavado ligero con agua para eliminar residuos que no formen parte de la raíz. Las muestras obtenidas tanto de suelo y raíces fueron colocadas en bolsas de plástico con su respectiva identificación, y almacenadas a temperatura de referencia de 5°C para evitar alterar la viabilidad de los nemátodos.



Figura N°7: Muestras de los individuos colectados en Bosques de Neblina del distrito de Kañaris. a) Muestra de raíces de árbol de género Cinchona, b) Vista de árbol de *Cinchona pubescens* c) Vista la proyección de la copa del árbol.

11.1 Extracción de nemátodos

La recepción, preparación y análisis se realizó en el Laboratorio de Nematología del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) con el procedimiento indicado en la Guía del Laboratorio de Nematología - Método de ensayo: Extracción de nemátodos de suelo y tejido vegetal por el método Baermann modificado (Método de la Bandejita) e identificación con la supervisión del especialista Ing. Cosme Quispe, luego de haber recuperado los nemátodos del tejido vegetal y suelo en suspensión para proceder a su determinación de género y su población en términos cuantitativos:

a) Muestra de suelo

Las muestras de suelo fueron colocadas en un tamiz de malla gruesa de 450 mesh para eliminar las piedras y residuos ajenos a la muestra, deshacer los grumos o terrones de suelo, y para la

extracción de nemátodos se tomaron dos submuestras de 50 cc en recipientes, mezclándolos de manera homogénea, se colocó sobre un tamiz vacío papel absorbente que lo cubrió por completo, se depositó los 50 cc de suelo sobre el papel y una bandeja bajo el tamiz, a continuación se agregó agua corriente hasta cubrir la muestra de suelo (Figura 8). Se repuso el agua de las bandejas cuando había posibilidad de que se sequen



Figura N°8. Procesamiento de muestras de suelo. a) Tamizado de muestras de suelo. b) Muestras tamizadas y rotuladas. c) Muestras previo reposo en agua. d) Muestras en agua por 48 horas.

b) Muestras de raíces

Se inició con un lavado de raíces para eliminar restos de suelo que puedan tener adheridas, luego fueron secadas con papel absorbente, posteriormente se realizó la evaluación de las raíces para identificar síntomas de infección de nemátodos como necrosis, nodulación, raíces atrofiadas, etc. Luego, se realizaron cortes transversales de 1 cm de longitud y se tomaron dos submuestras de 5 g de raíces/submuestra. Posteriormente se dispuso sobre un tamiz vacío de 3 mm, papel absorbente que lo cubra por completo y colocó una bandeja a modo de base de la estructura, se acondicionó las submuestras sobre el papel absorbente, agregando agua corriente

hasta que cubran las raíces, los días siguientes se reponía el agua siempre y cuando se haya secado (Figura 9).



Figura N°9. Procesamiento de muestras de raíz. a) Tamiz de 500 mesh. b) Raíces extraídas. c)Pesado de raíz. d) Identificar presuntos daños de nemátodo. e) Rotulado. f) Reposo de muestras por 48 horas.

Ambas muestras (suelo y raíces) reposaron por 48 horas bajo las condiciones descritas anteriormente, luego se procedió al periodo de extracción, para lo cual se levantó el tamiz que contiene las raíces o suelo y dejar que el agua escurra sobre la bandeja de extracción, con la ayuda de una pizeta se vertió el agua de la bandeja en un vaso previamente etiquetado, dejando que las muestras sedimenten, para contar los nemátodos extraídos, se concentró el volumen de la suspensión eliminando el exceso de agua, pasar la extracción por un tamiz de 500 mesh (28 μ m), finalmente se colectó con una pizeta los nemátodos retenidos en este tamiz y se recogieron en un vaso.

En los extractos obtenidos se capturaron los nemátodos en placas petri y fueron visualizados en el estereoscopio y se identificaron los géneros presentes en la suspensión, así como la cuantificación de la población de cada uno de estos, ambas actividades fue realizada con la colaboración del especialista del Área de Nematología de SENASA .

c) Diseño estadístico

La información que se obtuvo permitió mediante un análisis de estadística descriptiva determinar la predominancia de géneros de nematodos, dinámica, frecuencia y comportamiento poblacional por parcela del árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en relación con su categoría trófica.

12. RESULTADOS

12.1 Géneros y poblaciones de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque

12.1.1 Descripción de géneros de nemátodos.

La ubicación geográfica de la zona de estudio se muestra en el Anexo 1 y los datos dasométricos de los 30 individuos muestreados en el Anexo 2. En la parcela 1 se identificaron los géneros *Rhabditis*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Mononchus* y *Trichodorus* en los tres tipos de muestra, en la parcela 2 y 3 se identificaron los géneros ya mencionados y adicionalmente el género *Helicotylenchus*. No hay alguna condición geográfica que influyan en los datos obtenidos. Según la clasificación realizada, los suelos corresponden a Andisoles con un pH de 5.5 y 307 cg/kg de N, (International Soil Reference and Information Centre, n.d.), las pendientes de la zona oscilan entre de 8% a 15% (Gobierno Regional de Lambayeque, 2012). Respecto al estado fenológico del árbol se confirma lo ya calendarizado (Villar, 2018) en etapa de defoliación y hojas madura con fructificación madura.

A) *Dorylaimus*

El cuerpo del género *Dorylaimus* (Figura 10), se caracteriza por la presencia de poros esparcidos en su lateral además poros de células epidérmicas glandulares, en uno o dos hileras, de acuerdo con el ancho de la cuerda lateral; la cutícula tiene finas estrías transversales, se observa lisa bajo microscopio de luz con menor aumento, se logra apreciar que su aparato bucal esta armado de

un estilete perforado; poseen un diente dorsal o ventral móvil o un estilete axial de diferente forma y tamaño, originarios de la pared del esófago y falta de sistema excretor (Chaves et al., 2019). Según su morfología se alimentan de plantas, bacterias y otras partículas como algas, se considera que consumen raíces de plantas superiores, sin embargo, no hay estudios que indiquen de que plantas se alimentan (Bongers, 2015), Se encontraron con alguna frecuencia en las muestras pero nunca en altas densidades, son nemátodos dentro de la categoría de vida libre y por su diversidad en algunas situaciones como indicadores ambientales.



Figura N°10. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Dorylaimus.

B) Rhabditis

Respecto a la identificación para el género Rhabditis (Figura 11) son nematodos dimensiones variables. Estructurado por una cutícula lisa o anillada con carencia de campos laterales, poro excretor evidente, región anterior del cuerpo es ovada y seis labios parcial o totalmente fusionados, con una papila labial en cada labio y en ocasiones diferentes conformación papilares presentes, cuatro papilas cefálicas, anfidios presentes, de pequeño tamaño. Aparato bucal colapsado constituido por un anillo formado por dos grandes puntos esclerotizados en vista lateral, moldean un canal asimétrico con un estrechamiento en la parte anterior; esófago de Rhabditis con el metacorpus prontamente hinchado, istmo estrecho rodeado por el anillo

nervioso y bulbo basal alargado con una manguada válvula cardiaca, válvula esofágica-intestinal normalmente pronunciada; sistema reproductor didélfico, anfidélfico, retroflexo con la vulva localizada en la mitad del cuerpo (Morton, 2009). Se considera a este género un nemátodo depredador, pues se alimenta de una gran multitud de hongos y bacterias fitopatógenas que habitan en el suelo, así como de algunos insectos que parasitan el intestino de otros insectos, su importancia radica en ser degradador de materia orgánica, categoría de vida libre y en su mayoría las especies de este género son de dimensión pequeña (Cepeda 1996). Este género es de fácil identificación ante el estereoscopio. Además, tiene reportes de investigación para uso agrícola como un entomopatógeno para el control de lepidópteros, que se les atribuye a sus características de aparato bucal ya mencionados anteriormente.

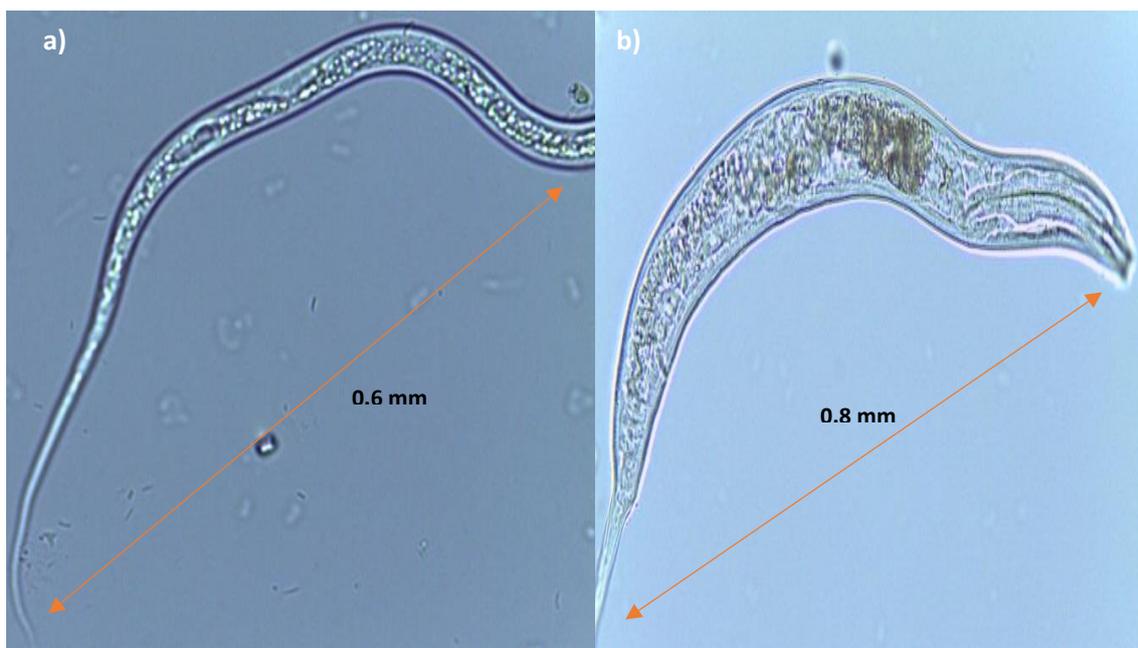


Figura N°11 . Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Rhabditis, a) Estilete del nemátodo. b) Parte superior del cuerpo del nemátodo.

C) Helicotylenchus

El género Helicotylenchus (Figura 12) morfología en forma de C cuando está relajado; posee anulaciones distintivas, campos laterales no areolados, con cuatro incisuras, una cuarta parte

del ancho del cuerpo. Una región labial hemisférica, prestamente compensada, con 3-5 (en su mayoría 4) anulaciones y una depresión oral prominente terminal, marco cefálico reciamente esclerotizado, con conspicuas márgenes exteriores extendiéndose posteriormente a través de 3 a 4 anulaciones del cuerpo, las cuales son mucho más estrechas en esa región que en las otras (Solano, 2019). Nemátodos alimentados sin penetrar a las raíces, están dentro de la categoría de ectoparásitos son de mayor tamaño y con estiletos más largos que los endoparásitos con el fin de penetrar el tejido de las raíces (Guzmán et al., 2011). Se debe considerar que hay géneros de los grupos nemátodos que pueden poner en riesgo cultivos agrícolas y forestales, que por ser llevado el material genético de bosques a viveros o laboratorios desencadenaría potenciales plagas.



Figura N°12. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Helicotylenchus, a) Estilete del nemátodo. b) Parte inferior del cuerpo del nemátodo. c) Posición en forma

D) Tylenchus

El género *Tylenchus* (Figura N°13), se caracteriza por presentar estructura estilete delicado con cono alrededor del 41-50% del total de largo, con pequeñas protuberancias, glándula esofágica dorsal orificio procorpus cilíndrico, de la misma longitud que istmo; bulbo mediano desarrollado y musculoso, ubicado en la primera mitad del esófago con engrosamientos cuticulares distintos, excretor de poro a nivel del bulbo basal y presentan intestino contiguo (Husseinvand, Abdollahi, & Karegar, 2016). Tiene una gama de huéspedes, parasita cítricos como la naranja trifoliada y aceituna (Sekora & Crow, n.d.). Ante lo mencionado, este género pertenece a la categoría de fitoparásitos.



Figura N°13. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Tylenchus, a) Estilete del nemátodo. b) Parte inferior del cuerpo del nemátodo.

E) *Trichodorus*

La descripción del género *Trichodorus* (Figura 14) es la siguiente: cuerpo cilíndrico, ventralmente curvado, con vaina prominente, estrechándose cada vez más desde la mitad del cuerpo hasta la cabeza; Tailterminus suavemente ahusado, redondeado con un ligero engrosamiento cuticular en el terminal con el ano subterminal; estoma tubular, expandido en la base, con varillas esclerotizadas; anillo guía alrededor del 15% de la longitud del onquioestilo curvado ventralmente desde la parte anterior; poro secretor-excretor a medio camino entre el anillo nervioso y la unión faríngea-intestinal, aparato reproductor apareado, simétrico, extendido, 35% de la longitud del cuerpo, con ovarios en forma de media luna en vista lateral, la cola se estrecha suavemente, plano en la punta y el sistema reproductivo masculino con un solo testículo extendido llega muy por delante de la mitad del cuerpo (Carta & Skantar, 2014). Su alimentación es caracterizada por ser ectoparásitos migratorios por su estilete largo, se alimentan conservando el cuerpo fuera del tejido, colocan los huevos por unidad en el suelo o en la rizósfera, su alimentación es en base de células corticales y establecen simbiosis parasíticas especializados en escenarios y en todos sus cursos de vida tienen comportamiento parasíticos (Guzmán et al., 2012), siendo de importancia en el rubro agrícola debido a su comportamiento, es riesgoso no considerar su afectación a los cultivos, existiendo reportes de daños a alta escala en sembríos de escalas mayores como es en el caso del tomate.



Figura N°14. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Trichodorus.

F) Mononchus

Los nématodos del género *Mononchus* (Figura 15) morfología vermiforme, la cola larga y fina con inclinación a doblarse hacia el interior, de dimensión alargada y cavidad bucal, la estructura de la faringe que es de grosor uniforme de dimensión semejante 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; la longitud de un cuerpo es entre 5 a 6 mm y de espesor de 0,9 a 2,5 mm, la cavidad bucal varía de 19 a 50 μm (Garambel, 2017). Cabe mencionar que la presencia de este grupo ha sido reportada como problema fitosanitario en la familia Rubiaceae precisamente en cultivos de café (Vidal, 2021), es indicio de considerarlo en futuros proyectos como amenaza sanitaria tanto en vivero como en campo definitivo, debido a que en el área de nuestro

apreció presencia de parcelas cafetaleras.



Figura N°15. Captura fotográfica desde el estereoscopio, genero Mononchus, a) Aparato bucal, parte superior. b) Parte inferior del cuerpo del nemátodo, cola.

12.2 Análisis estadístico de la población y composición de los Géneros de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).

Una vez tomado el registro de los géneros presentes en los cultivos, los valores cuantificables en función a la abundancia media nos indican una predominancia del género *Rhabditis* y *Dorylaimius*, sobre los demás nemátodos, aunque cabe resaltar que en el caso de *Rhabditis* esta abundancia promedio no es sostenida, ya que, en todas las profundidades evaluadas, la desviación estándar fue mucho mayor que el de los demás (media poco representativa). Como se muestra (**Tabla 02**), presenta un valor mínimo de 14 y máximo de 91 a 14 cm del suelo; y un mínimo de 31 y máximo de 109 a 28 cm del suelo. Otro detalle importante es que el nemátodo *Helicotylenchus* solo aparece a 28 cm de profundidad del suelo (2.00) y a nivel de raíces (1.83), pero no a los 14 cm del suelo (**Tabla 02**).

Tabla 02. Estadística Descriptiva de los principales géneros de nemátodos presentes en raíz y suelo asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypiteq en la región Lambayeque. 2020

Muestras	Genero	Media	Desv. Estand.	Valor mínimo	Valor máximo
Suelo a 14 cm de profundidad	<i>Dorylaimus</i>	21,50	6,89	16,00	35
	<i>Helicotylenchus</i>	0,00	0,00	0,00	0
	<i>Mononchus</i>	6,67	3,33	2,00	11
	<i>Rhabditis</i>	56,33	25,03	28,00	91
	<i>Trichodorus</i>	4,33	4,08	0,00	12
	<i>Tylenchus</i>	4,17	2,99	1,00	8
Suelo a 28 cm de profundidad	<i>Dorylaimus</i>	22,67	17,29	9,00	56
	<i>Helicotylenchus</i>	2,00	3,10	0,00	6
	<i>Mononchus</i>	2,33	1,75	0,00	5
	<i>Rhabditis</i>	65,67	31,33	31,00	109
	<i>Trichodorus</i>	4,67	3,93	1,00	10
	<i>Tylenchus</i>	4,17	2,48	0,00	7
Raíces	<i>Dorylaimus</i>	6,83	4,31	3,00	15
	<i>Helicotylenchus</i>	1,83	3,13	0,00	8
	<i>Mononchus</i>	1,00	1,26	0,00	3
	<i>Rhabditis</i>	19,50	10,25	5,00	34
	<i>Trichodorus</i>	0,17	0,41	0,00	1
	<i>Tylenchus</i>	1,33	1,21	0,00	3

Con relación al análisis por parcelas, podemos decir que en la parcela 01, el género *Rhabditis* fue el que se presentó con mayor predominancia que los demás nemátodos, en todas las muestras tomadas a distinta profundidad ($34,5 \pm 15,53$), siendo siempre *Dorylaimus*, el segundo con mayor abundancia promedio ($14,33 \pm 11,66$). Por otro lado, no se encontraron individuos del género *Helicotylenchus* en esta parcela (Anexo 3 Tabla C, Figura 16). En cada muestra evaluada a distinta profundidad, encontramos que nuevamente el género *Rhabditis*, es el que se presenta con mayor número a 14 cm, 28 cm y a nivel de raíces (con 52,5, 31 y 20, respectivamente), seguido de *Dorylaimus* (con 28, 9,5 y 5,5, respectivamente). Sin embargo, hay otro género que no presentó ningún individuo a nivel de raíces (*Trichodorus*) (Anexo 3 Tabla A). Además, en función a las categorías tróficas, observamos que los nemátodos bacteriófagos y micófagos son los que presentaron mayor predominancia, en la parcela 01 en muestras tomadas a una profundidad de 14 cm, 28 cm y a nivel de raíces, con 52,5, 31 y 20, respectivamente; seguido de los nemátodos omnívoros con 28, 9,5 y 5,5, respectivamente (Anexo 3 Tabla B, Figura 17).

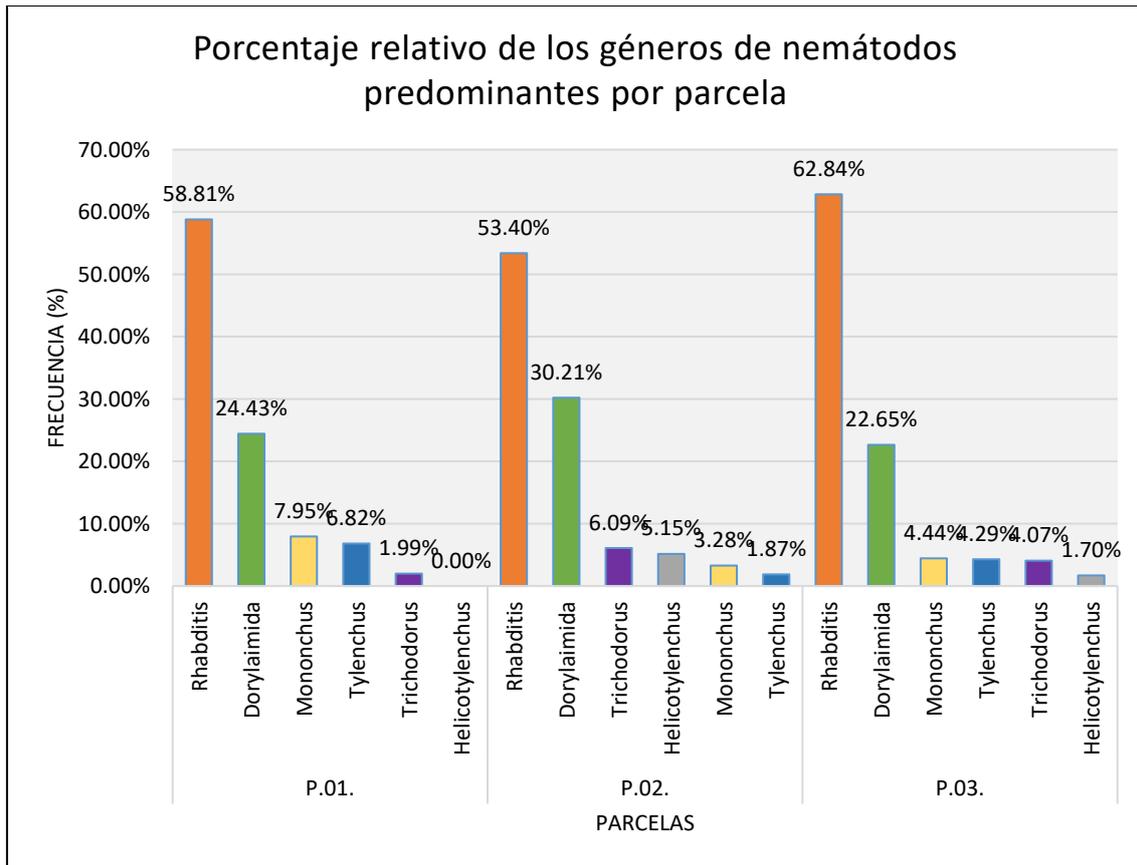


Figura N°16. Porcentaje relativo de géneros predominantes en cada parcela del árbol de la quina (*Cinchona* sp.)

En la parcela 02, el género *Rhabditis* también fue el que se presentó con mayor predominancia que los demás nemátodos, en todas las muestras tomadas a distinta profundidad ($38 \pm 30,25$, mayor que en la parcela 01), siendo de igual manera *Dorylaimus*, el segundo con mayor abundancia promedio ($21,5 \pm 18,77$, menor que en la parcela 01). (Anexo 3 Tabla C, Figura 16). En cada muestra evaluada a distinta profundidad, encontramos que nuevamente el género *Rhabditis*, es el que se presenta con mayor número a 14 cm, 28 cm y a nivel de raíces (con 31, 73 y 10, respectivamente), seguido de *Dorylaimus* a 14 cm y 28 cm, con 19,5 y 40 especímenes, respectivamente; y a nivel de raíces los géneros *Dorylaimus* y *Helicotylenchus*, ambos con cinco individuos registrados (Anexo 3 Tabla A). Con relación a las categorías tróficas, observamos que los nemátodos bacteriófagos y micófagos son los que presentaron mayor predominancia, en la parcela 02 en muestras tomadas a una profundidad de 14 cm, 28 cm y a nivel de raíces, con 31,

73 y 10 individuos, respectivamente; seguido de los nemátodos omnívoros con 19,5 , 40 y 5 individuos, respectivamente (Anexo 3 Tabla B, Figura 17).

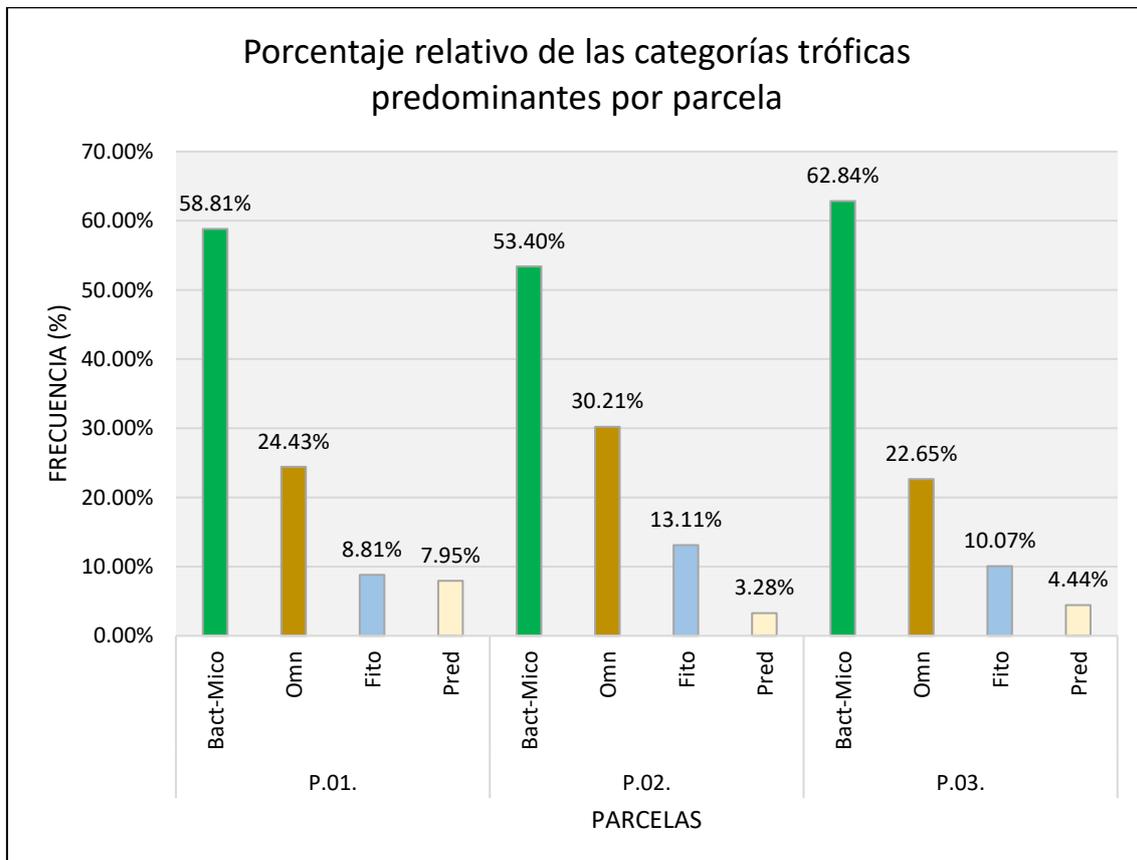


Figura N°17. Porcentaje relativo de categorías tróficas en cada parcela del árbol de la quina (*Cinchona* sp.). Nota. Abreviación de Bacteriófago: Bac, Micófago: Mico, Omnívoro: Omni, Fitófago: Fito, Predador: Pred.

12.3 Dinámica poblacional de géneros de nemátodos en de árbol de la quina

(*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque

En función a las categorías tróficas a la cual pertenecen los géneros registrados, pudimos apreciar que los nemátodos con comportamiento bacteriófago y micófago, fueron los que se presentaron con mayor frecuencia en todas las parcelas (58,35%, en promedio), con 62,84% en la parcela 03, 58,81% en la parcela 01 y 53,4% en la parcela 02. Seguido de los nemátodos con comportamiento omnívoro (25,76% de frecuencia, en promedio), con 30,21% en la parcela 02, 24,43% en la parcela 01 y 22,65% en la parcela 03. Con relación a los géneros de las categorías

tróficas con menor frecuencia en todas las parcelas evaluadas, encontramos a los nemátodos con comportamiento fitófago (10,66%, en promedio), con 13,11% en la parcela 02, 10,07% en la parcela 03 y 8,81% en la parcela 01. Finalmente, con menor densidad, observamos a los nemátodos con comportamiento predador (5,22% de frecuencia, en promedio), con 7,95% en la parcela 01, 4,44% en la parcela 03 y 3,28% en la parcela 02 (**Tabla 03**).

Tabla 03. Tabla de frecuencias de los nemátodos por categoría trófica predominantes en cada parcela, presentes en raíz y suelo asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque.

Categoría	Parcela	Frecuencia
Bacteriófago (Bac) – Micófago (Mico)	1	58,81%
	2	53,40%
	3	62,84%
Omnívoro (Omni)	1	24,43%
	2	30,21%
	3	22,65%
Fitófago (Fito)	1	8,81%
	2	13,11%
	3	10,07%
Predador (Pred)	1	7,95%
	2	3,28%
	3	4,44%

Nota. Abreviación de Bacteriófago: Bac, Micófago: Mico, Omnívoro: Omni, Fitófago: Fito, Predador: Pred.

En todas las parcelas evaluadas, se registró al género *Rhabditis* sp., como el nemátodo de mayor frecuencia relacionado a la de árboles de la quina (*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq, Lambayeque. Donde observamos una mayor presencia en la parcela 03 con 62,84% de abundancia con relación al total en dicha parcela. Seguido después de la parcela 01 con 58,81% y parcela 02 con 53,4% (58,35%, en promedio). Luego como segundo mayor en frecuencia encontramos al género *Dorylaimus* sp., con 30,21% en la parcela 02, 24,43% en la parcela 01 y 22,65% en la parcela 03 (25,76%, en promedio). Entre los géneros con menor frecuencia en todas las parcelas, observamos a los nemátodos *Trichodorus* sp., con 6,09% en la

parcela 02, 4,07% en la parcela 03 y 1,99% en la parcela 01 (4,05%, en promedio); y a los nemátodos *Helicotylenchus* sp. con 5,15% en la parcela 02 y 1,7% en la parcela 03 (2,28%, en promedio) (Tabla 04, Figura 18).

Tabla 04. Tabla de frecuencias de los nemátodos por género predominantes en cada parcela, presentes en raíz y suelo asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypiteq en la región Lambayeque.

Género	Parcela	Frecuencia
<i>Rhabditis</i>	1	58,81%
	2	53,40%
	3	62,84%
<i>Dorylaimus</i>	1	24,43%
	2	30,21%
	3	22,65%
<i>Tylenchus</i>	1	6,82%
	2	1,87%
	3	4,29%
<i>Mononchus</i>	1	7,95%
	2	3,28%
	3	4,44%
<i>Trichodorus</i>	1	1,99%
	2	6,09%
	3	4,07%
<i>Helicotylenchus</i>	1	0,00%
	2	5,15%
	3	1,70%

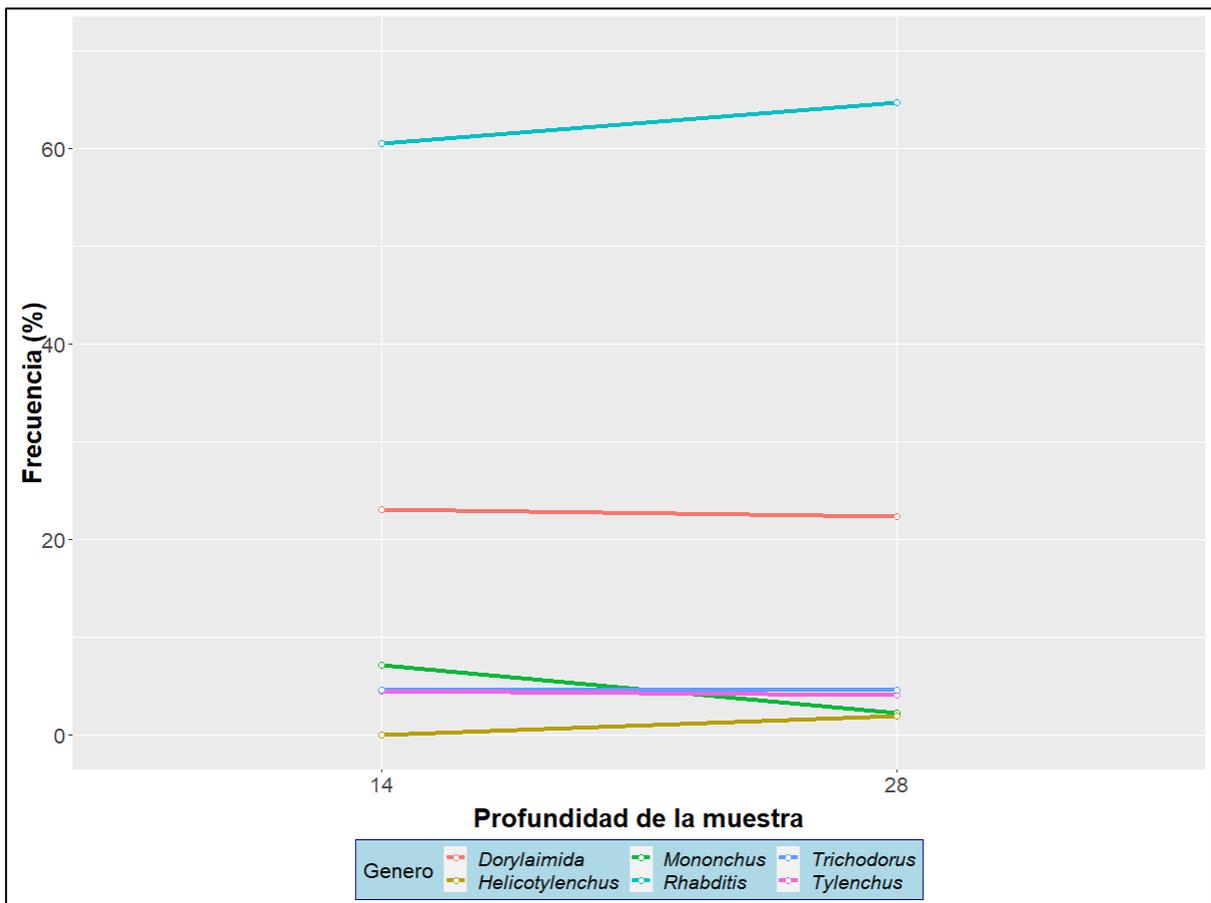


Figura N°18. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en el área de estudio

12.3.1 Parcela 01

En la parcela 01, con relación al comportamiento poblacional de los nemátodos registrados en las evaluaciones, pudimos observar que, si bien es cierto el género *Rhabditis* es el que se presenta con mayor frecuencia que los demás géneros, esta abundancia promedio de individuos va en incremento (de 53,85% a 72,73%) en función a las muestras tomadas a distintas profundidades del suelo, lo cual resalta la predominancia de este género en cada muestreo (Anexo 3 Tabla E, Figura 19, Figura 20).

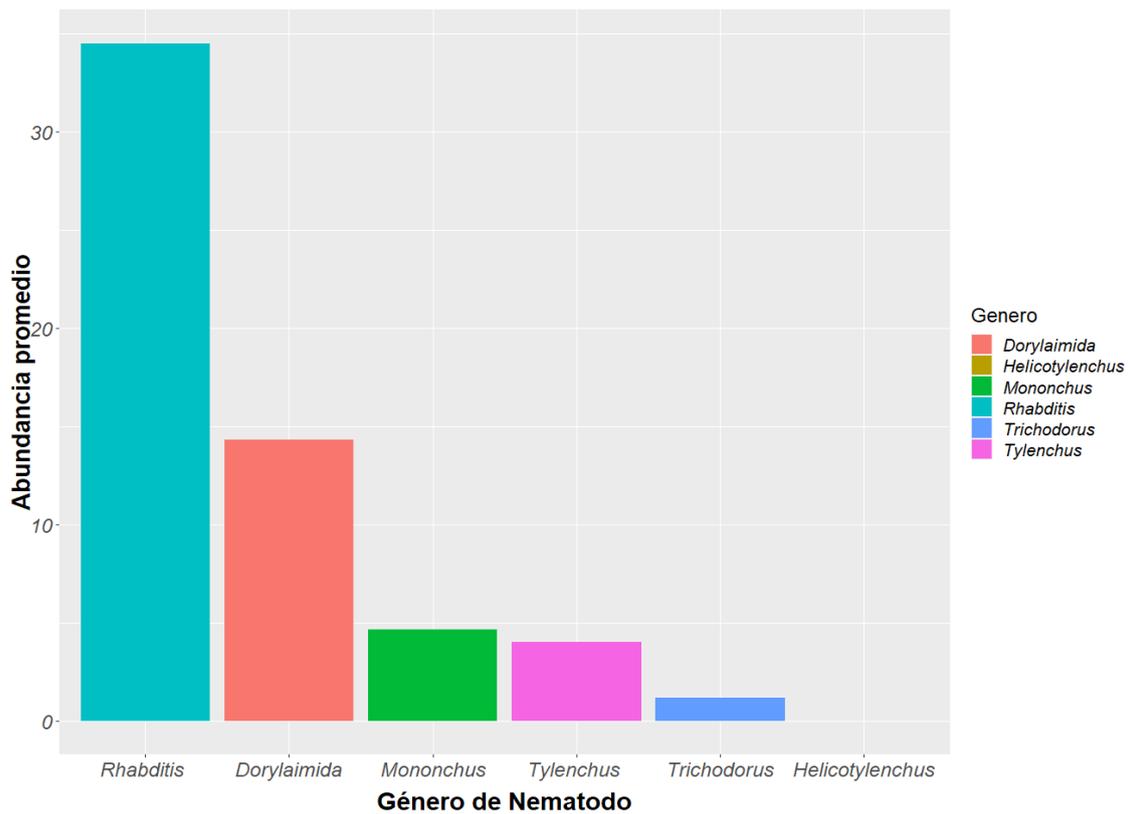


Figura N°19. Porcentaje relativo de los géneros predominantes en la parcela 01 asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.)

Por otro lado, se observó al género *Dorylaimus* como el segundo con mayor frecuencia, aunque con un comportamiento población diferente al género *Rhabditis*, ya que los primeros fueron más recurrentes en las muestras tomadas a 14 cm del suelo, luego se aprecia un decrecimiento marcado (de 28,72% a 18,63% y luego se incrementa a 20%). No se encontraron individuos del género *Helicotylenchus*, en esta parcela. *Mononchus*, por el contrario, evidencia un descenso en su frecuencia, la cual va desde 9,74% a 1,82% (Anexo 3 Tabla E, Figura 20).

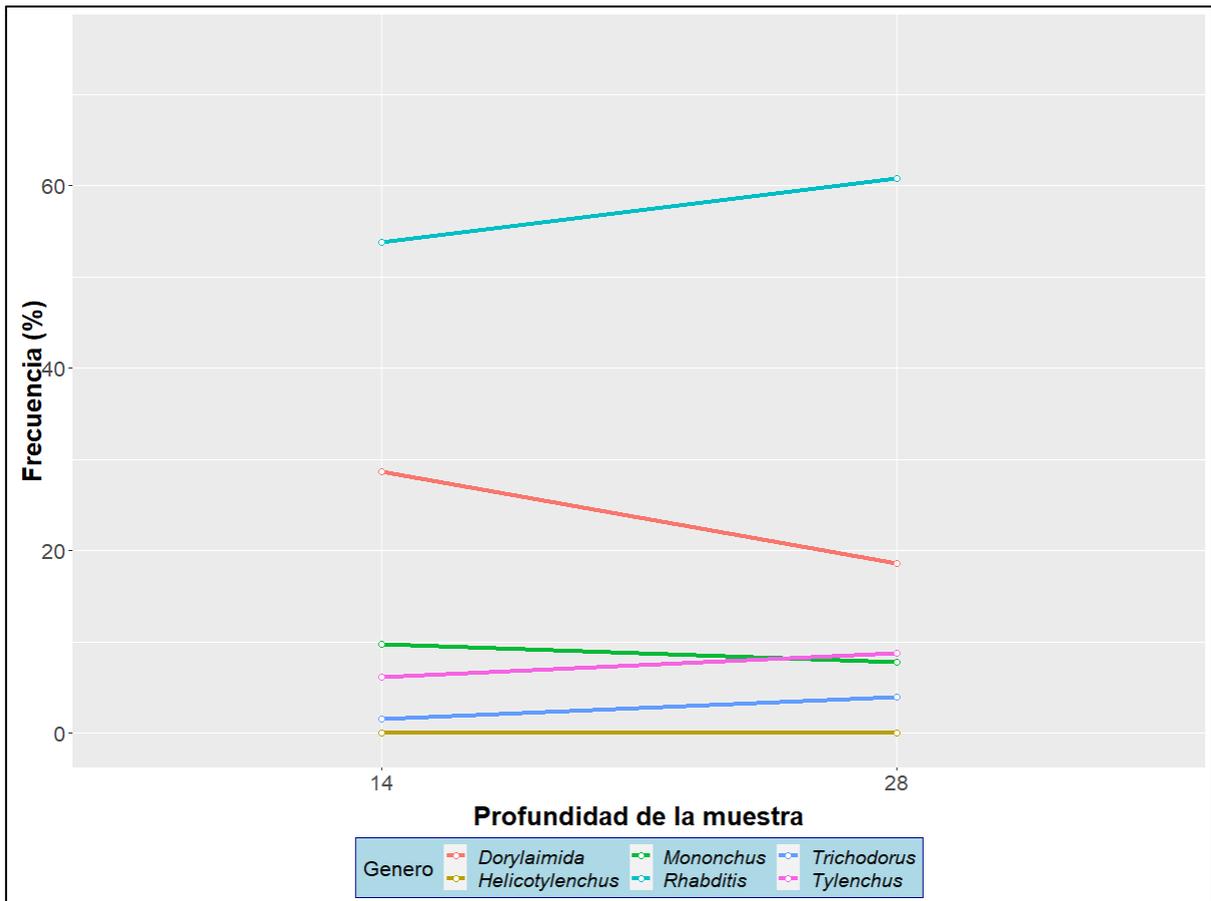


Figura N°20. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en la parcela 01, asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.)

12.3.2. Parcela 02

En la parcela 02, con relación al comportamiento poblacional de los nemátodos registrados en las evaluaciones, encontramos que, el género *Rhabditis* sigue siendo el que se presenta con mayor frecuencia que los demás géneros, esta abundancia promedio de individuos, distinto a lo observado en la parcela 01, va en decrecimiento (de 52,10% a 43,48%) en función a las muestras tomadas a las dos profundidades del suelo, lo cual evidencia la predominancia de este género (Anexo 3 Tabla E, Figura 21, Figura 22).

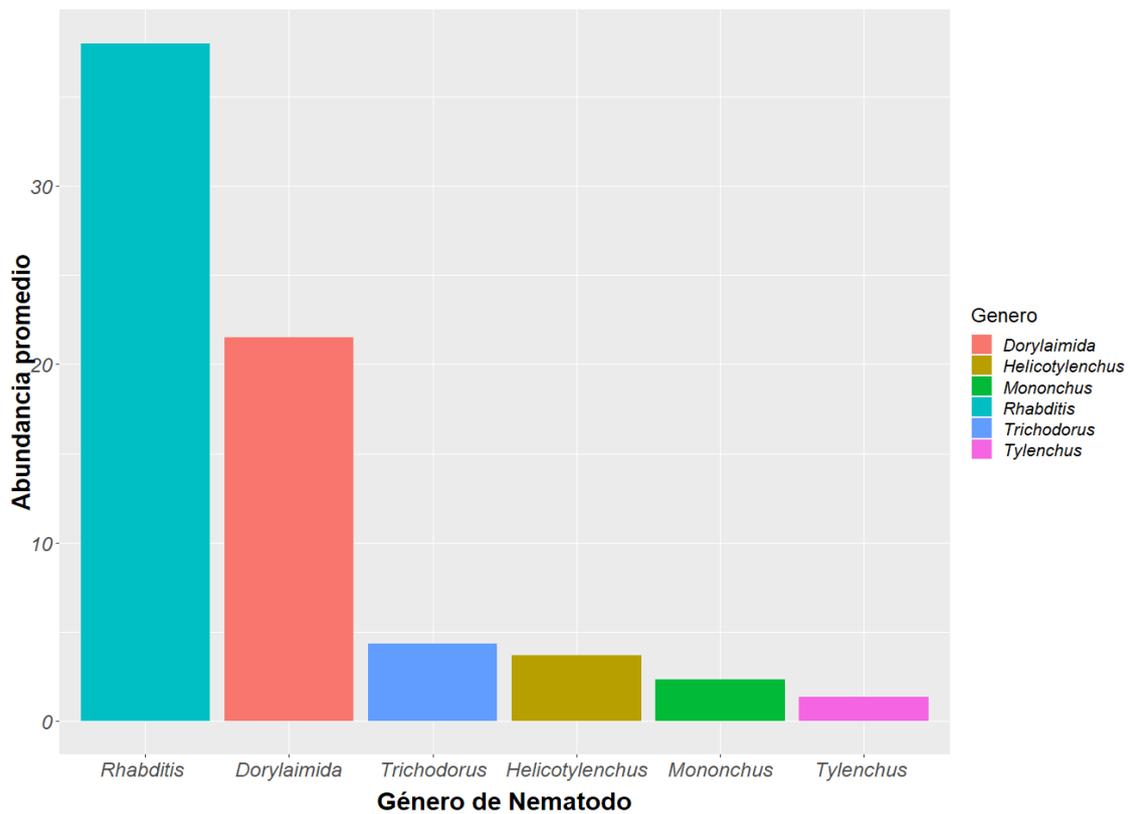


Figura N°21. Porcentaje relativo de los géneros predominantes en la parcela 02 asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).

De igual modo, el género *Dorylaimus* es el segundo con mayor frecuencia, con un comportamiento población parecido al género *Rhabditis* (de 32,77% a 21,74%). Sin embargo, cabe resaltar que los individuos del género *Helicotylenchus*, muestran un incremento en su densidad poblacional relacionado a la frecuencia en la cual se presentan en cada muestra tomada a distintas profundidades del suelo, donde el aumento va desde 0% a 21,74%; significando incluso, este último, mayor que los demás géneros, a excepción de los nemátodos del género *Rhabditis*. Otro género que evidencia un incremento en su densidad población en función a las muestras tomadas, es *Mononchus*; no obstante, este incremento se da a partir de la muestra tomada a los 28 cm del suelo (0,38%) (Anexo 3 Tabla E, Figura 22).

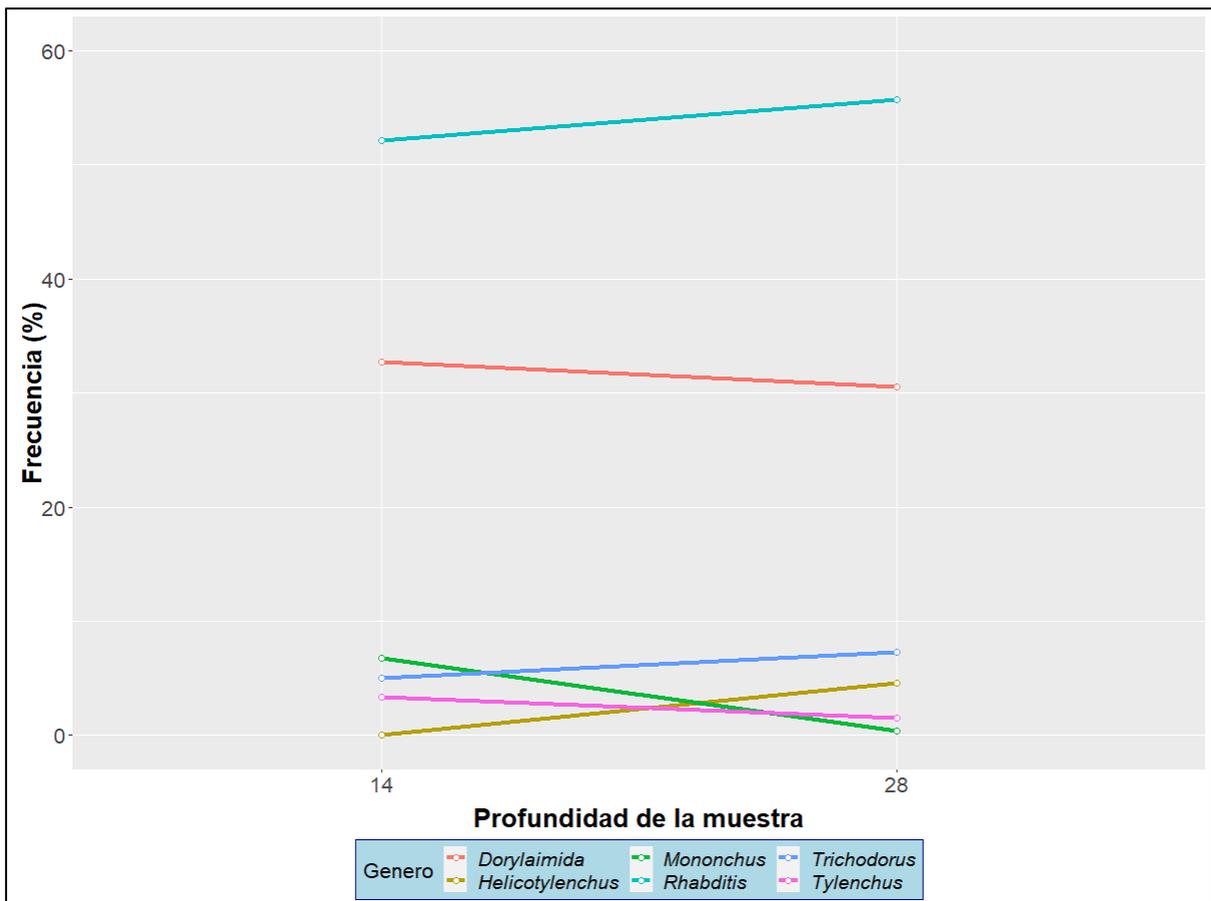


Figura N°22. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en la parcela 02, asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.)

12.3.3. Parcela 03

Por último, en la parcela 03, con relación al comportamiento poblacional de los nemátodos registrados en las evaluaciones, vemos que, el género *Rhabditis* sigue siendo el que se presenta con mayor frecuencia que los demás géneros, esta abundancia promedio de individuos va en incremento en función a las muestras tomadas a 14 cm y 28 cm del suelo (de 70,08% a 75,92%, respectivamente), lo cual por lejos demuestra la predominancia de este género por sobre los demás en todas las parcelas evaluadas (Anexo 3 Tabla E, Figura 23, Figura 24).

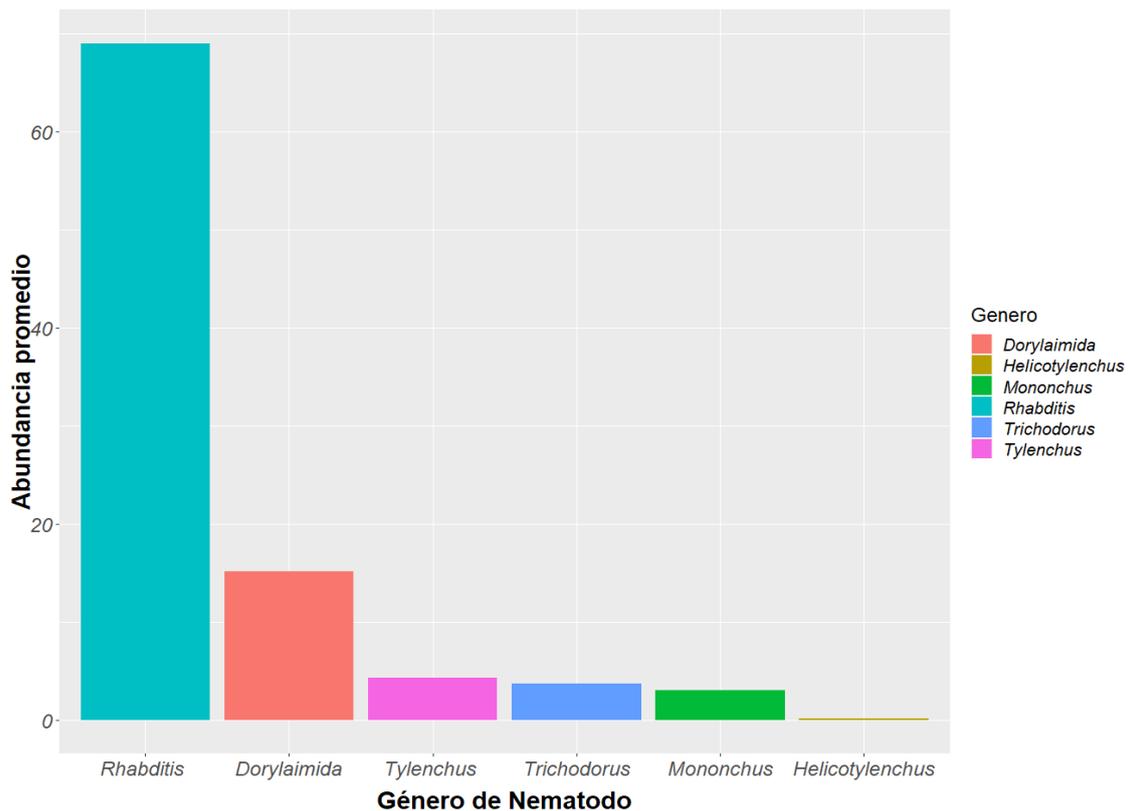


Figura N°23. Porcentaje relativo de los géneros predominantes en la parcela 03 asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.).

Al igual que en las demás parcelas, el género *Dorylaimus* es el segundo con mayor frecuencia, con un comportamiento población diferente al género *Rhabditis*, ya que el primero muestra un incremento en su densidad poblacional a partir de las muestras tomadas a 28 cm de profundidad a las tomadas a nivel de raíces (de 15,10% a 24,10%, respetivamente). Todos los demás nemátodos se encuentran por debajo del 6,1%, lo cual nuevamente resalta la predominancia de los dos primeros géneros en cada parcela evaluada con muestras tomadas a distintas profundidades (Anexo 3 Tabla E, Figura 24).

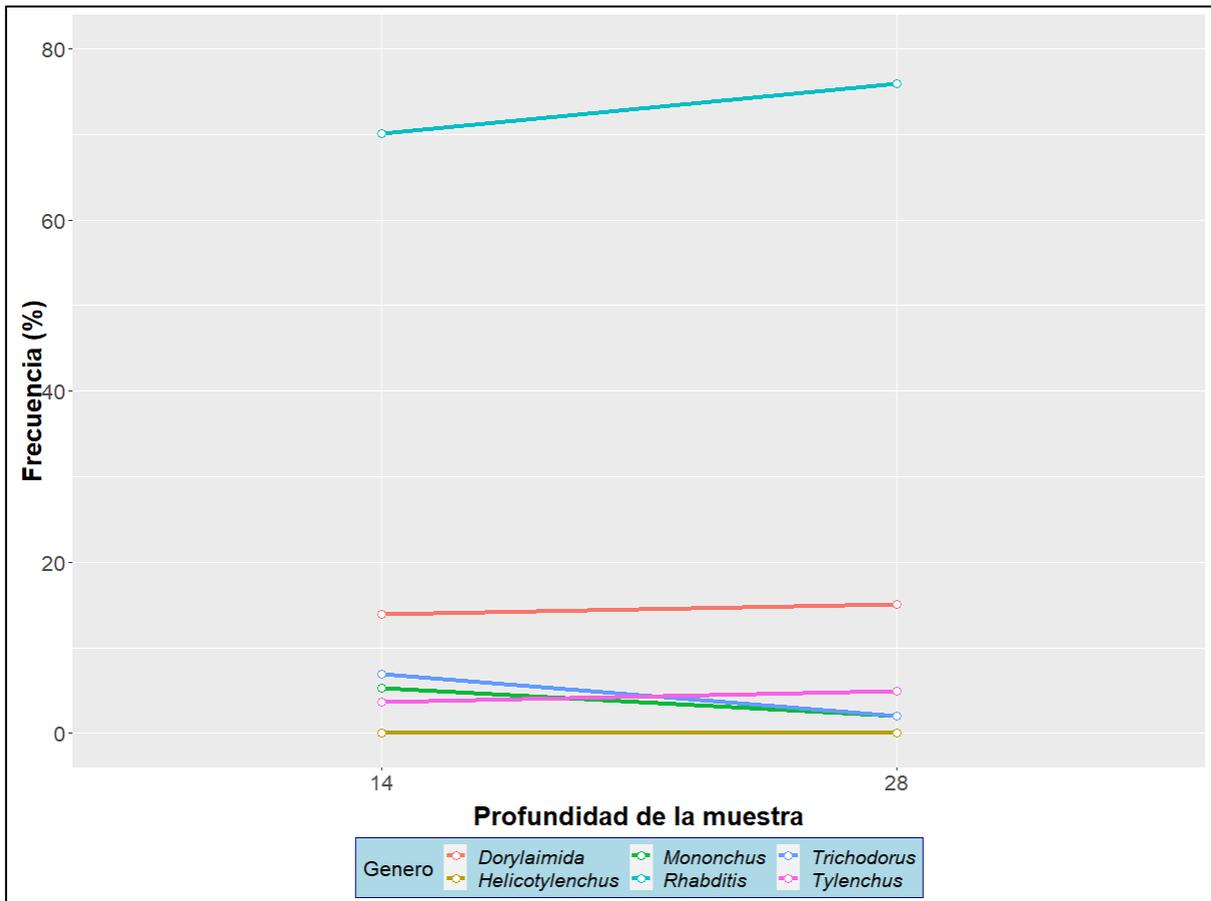


Figura N°24. Comportamiento poblacional de los géneros de nemátodos en la parcela 03, asociada al árbol de la quina (*Cinchona* sp.)

13. DISCUSIONES

13.1 Géneros y poblaciones de nemátodos asociados al árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypíteq en la región Lambayeque

En reportes previos que existen sobre la cascarilla se indicó que hay presencia de nemátodos como *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus coffeae* y *Tylenchus alatus* (Tabla N°05) (Anónimo, s.f.) sin embargo no hay detalle de la zona de investigación para una mayor comparación con lo asociados de árbol de la quina (*Cinchona* sp.) en los bosques de neblina de Upaypíteq; en el suelo y raíces son similares en las tres parcelas, con una riqueza de seis géneros presentes; en las muestras el género dominante en 100 g de suelo fue el nemátodo *Dorylaimus* y *Rhabditis* con una frecuencia de 30,21% y 62,94% respectivamente y una proporción de hábito bacteriófagos y micófagos en diferenciación de los grupos tróficos que fueron hallados en los ecosistemas similares en otros países por ejemplo en ecosistemas boscosos de Colombia se obtuvo de lo recolectado de dominancia de los nemátodos de hábito fitoparásito con un 49 y 43% además un grupo de 16 nemátodos (Chica et al., 2013), si bien es cierto estos individuos no requieren de condiciones rigurosas condiciones ambientales pues existe alguna que favorece una mayor población de fitoparásito a comparación con lo hallado en territorio peruano.

Tabla N°05: Reporte de hallazgo de nemátodos en el género *Cinchona*. Anónimo (S.f.).

<i>Cinchona calisaya</i> Wedd.	<i>Mel. sp.</i>Ghesquière, 1921
<i>Cinchona josephiana</i> Wedd.	<i>Mel. sp.</i>Ghesquière, 1921
<i>Cinchona ledgeriana</i> Moens	<i>Mel. incognita acrita.</i>Luc & de Guiran, 1960
<i>Cinchona micrantha</i> Ruiz & Pav.	<i>Mel. incognita</i>Szkolnik, 1950
<i>Cinchona sp.</i>	<i>Mel. sp.</i>Barber, 1901
<i>Cinchona succirurra</i> Pav.	<i>Mel. sp.</i>Ghesquière, 1921
	<i>Pra. coffeae</i>Fluiter & Mulholland, 1941
	<i>Tylenchus alatus</i> (sic).....Cobb, 1930 & Strong, 1930

En la familia *Rubiacea* , encontramos especies de importancia comercial como es el caso del café, que ya tiene identificado sus enemigos biológicos como es el caso de los géneros de

nemátodos que lo afectan sanitariamente, en la Selva Central de Perú hay estudios que confirman la presencia de *Aphelenchoides Helicotylenchus*, *Tylenchus Paratylenchus*, *Xiphinema*, *Tylenchulus*, *Dolichodorus*, *Aphelenchus*, *Meloidogyne*, asociados a la planta de café (Alvarado et al., 2019). Considerando que la quina pertenece a la misma familia taxonómica y ambas especies habitan en condiciones ambientales con características similares, demuestra una relación con lo reportado en la presente investigación que existen nemátodos asociados a especies de la familia *Rubiacea*, siendo de valor conocer información sobre la sintomatología que desarrollan las plantas ante el daño que causa una alta población de los nemátodos fitoparásitos.

En los resultados obtenidos se destaca la presencia de los géneros *Rhabditis* y *Dorylaimus* con estilo de vida libre, clasificación trófica predadores y omnívoros en general donde la condición se le atribuye a como es la composición del hábitat donde se ubica la quina pues al estar rodeada de especies forestales y malezas se convierte en una fuente de alimento atractivo para estos individuos que no demandan requisitos específicos para subsistir. Sin embargo, a profundidad de 28 cm y en raíces en la parcela 2 se halló *Helicotylenchus* siendo de condición fitoparásitos, esta información es relevante debido a que en la familia Rubiácea también han sido reportados asociados a plantas de café (García, 2004), cuyo dato respalda una relación que existe entre ambas especies.

Tylenchus y *Trichodorus* con una incidencia menor de 7% y 4% respectivamente en parcelas donde tuvieron mayor frecuencia son géneros de clasificación fitoparásito cuyas afectaciones agrícolas son de importancia en cultivo de cítricos, olivo y tomates (Sekora & Crow, n.d.). mientras que la presencia de *Mononchus* con una frecuencia de 6% ha sido reportado como plaga fitosanitaria en la familia Rubiácea en zonas cafetaleras.

En exploraciones en la Selva Central de Perú en zonas cafetaleras se les adiciona a sus reportes de nemátodos a los siguientes géneros: *Criconematidae*, *Trichodorido* y *Hetroderidae* (Julca et

al., 2009; Julca et al., 2010) siendo de clasificación trófica fitoparásito las que tienen una relación a diversas malezas pertenecientes a familias *Asteraceae*, *Poaceae* y *Amaranthaceae*, los cuales se proveen de hospedaje en la rizosfera.

13.2 Dinámica poblacional de géneros de nemátodos en el árbol de la quina

(*Cinchona* sp.) en bosques de neblina de Upaypiteq en la región Lambayeque

En estudios previos realizados en donde se desarrolla cultivos de la familia *Rubiaceae*, se encontró que el grupo de nemátodos fitoparásito *Helicotylenchus* presenta una densidad de 25% en los 100 gr de suelo alrededor de la planta, además *Meloidogyne* en un 13% en los 100 gr de suelo alrededor de la planta de café (Cantos, 2020), mientras lo que se obtuvo en las muestras recogidas de Kañaris el género fue de *Helicotylenchus* 5,15% en mayor porcentaje, teniendo como consideración que a futuro pueda ser un problema fitosanitario no es un indicador alarmante. La información previa respecto a la presencia de fitoparásitos como *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Tylenchus* no indica detalles como en qué tipo de ecosistema o bajo qué condiciones ambientales se desarrolla de tal forma permitiese una comparación más detallada a la obtenida.

Estudios realizados en el bosque de neblina del distrito de Kañaris indican que el grupo trófico más abundante fueron los nemátodos bacteriívoros con el 54,3% en época seca y 60,2% para época de lluvias; mientras que omnívoros y depredadores son los menos abundantes con del 6,39% y 5,12% en época seca y 6,15% y 3,52% en época de lluvias, indicando además que los depredadores disminuyeron en 1,6% en la época de lluvias (Achicanoy Ch et al., 2012). En los bosques de Kañaris las clases predominantes de bacteriófagos y micófagos en un 58,35% y 62,84% respectivamente en promedio, omnívoro en un 25,76% en mayor frecuencia a lo

contrario de fitófagos 10,66%, predador en 5,22% y fitófagos de 10,66%, ante la referencia se podría inferir que los cambios de temperaturas y precipitación son condicionante para la población de nemátodos en el suelo por lo que al realizar una medición similar en estos bosques se obtendría información análoga.

En la selva central de Perú hay reportes que evidencian la misma presencia del grupo de nematodos fitófagos obtenidos en Kañaris los cuales son *Tylenchus*, *Trichodorus* y *Helicotylenchus*, siendo el ultimo mencionado de prominencia frecuencia de ocurrencia y nivel poblacional encontrados en el cultivo de piña considerado de mayor relevancia por el daño radicular que ocasiona, además *Trichodorus* y *Tylenchus*, también son los más asiduos en muestras de suelo del cultivo (Vera & et al,2017), *Tylenchus* tiene una presión de parasitismo adicional y podría aparentar una amenaza para diversos cultivos que se desarrollen en zonas similares. En las muestras que se colectaron no se reflejaron signos por nematodos, lo cual hubiera sido de mayor ventaja con fines de corroborar previos informes.

14. CONCLUSIONES

- Los árboles muestreados de quina de los bosques de neblina del distrito de Kañaris en las tres parcelas evaluadas corresponden a la especie *Cinchona pubescens*.
- Los géneros de nemátodos fitoparásitos asociados a *Cinchona pubescens* en los bosques de neblina del distrito de Kañaris en las tres parcelas evaluadas presentaron una variación en la población total de individuos en muestras de suelo y raíces en orden descendente, fueron las siguientes: *Rhabditis* 58,35%, *Dorylaimus* a 25,76%, *Mononchus* a 5,22%, *Tylenchus* a 4,32%, *Trichodorus* a 4,05%, *Helicotylenchus* a 2,28%.
- La categoría trófica en las tres parcelas evaluadas fue variable, más uniforme para el caso de los bacteriófago y micófago en un promedio de ambos de 58.35%, omnívoros 25-76%, fitófago 10.66% y predadores 5.22%.
- Entre los nemátodos fitoparásitos asociados a la quina tenemos a *Helicotylenchus* y *Tylenchus* que serían un riesgo a futuro si se instala en la zona un manejo intensivo de la plantación comercial del árbol de la quina pues la identificación de las especies es relevante para la toma de decisiones para sus medidas de control debido a la existencia de especies más agresivas y de difícil control.
- El aporte de la presente investigación es servir de fuente literaria a recurrir ante alguna problemática sanitaria que acontezca o información para ayudar a comparaciones futuras con trabajos similares.
- La disponibilidad de información científica/técnica es escasa respecto a nemátodos asociados con el árbol de la quina *Cinchona* spp. así como a otras especies forestales de importancia económica, es necesario complementar esta información para proyectos forestales a futuro pues en vivero sería fundamental porque es el estado fenológico donde podrían tener mayor afectación.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Achicanoy Ch, J., Navia, J. E., Betancourth, C. G., & Asociado, P. I. (2012). Dinámica poblacional de nemátodos de vida libre en diferentes usos y manejos del suelo. *Revista de ciencias agrícolas* , 2, 26–38.

Agrios, G. (2005). *Fitopatología*, 2da edición. México, Limusa, 952 p. Reunión Internacional ACORBAT. pp. 84-105.

Albán J. (2015). *Etnobotánica de Rubiaceae peruanas*. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.

Allgén C. (1993). *Sobre algunos nemátodos de vida libre del Bajo Congo*. Zoologischer Anzeiger, pp. 103:312-320

Alvarado, L., Castro, V., Tejada, J., Borjas, R., & Julca, A. (2019). Hongos y nemátodos asociados a malezas presente en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la selva central del Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6, 37–45.

Andersson L.(1998). *A revision of the genus Cinchona (Rubiaceae-Cinchoneae)*. Memoirs of the New York Botanical Garden. 80(1): 1–75.

Andersson, L. Y Taylor, CH. M. (1994). Rubiaceae-Cinchoneae-Coptosapelteae. Flora of Ecuador N°50. Berlings, Arlov, Sweden.

Anzueto, F; Molina, A; Figueroa, P; Martinez, A. 2000 situación de los nemátodos del cafeto en Guatemala. In Memoria: Taller mejoramiento sostenible del café arabica por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, con énfasis en la resistencia a los nemátodos. F. Anthony & E. Rodríguez eds, CATIE/IRD, San José, pp. 39.

Bongers, T. (2015). *Manual morfología de los nemátodos*. pp. 1–42.

Bongers T, Ferris H.(1999). *Nematode community structureas a bioindicator inenvironmental monitoring*. Trends Ecology;14(6):224

- Campos, J., Cerna, L., & Chico, J. (2014). *Efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco en la germinación de semillas de Quina, Cinchona pubescens*. Revista Científica de Estudiantes. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, 2(1), 20.
- Cantos, E. (2020). *Caracterización de géneros de nemátodos fitoparásitos del suelo y raíz en cafécaturre rojo (Coffea arabica) 24 De Mayo-Manabí* [Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Agraria del Ecuador.
- Carta, L. K., & Skantar, A. M. (2014). A Trichodorus (Triplonchida: Trichodoridae) Nematode from Thrips (Thysanoptera: Panchaetothripinae). In *Journal of Nematology* (Vol. 46, Issue 3). <http://www>.
- Cepeda M. S. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas. Primera Edición. México, 301 p.
- Chaves, E., Mercedes Echeverría, M., Merlo Álvarez, H., & Salas, A. (2019). Clave para determinar géneros de nemátodos del suelo de la República Argentina. *Universidad Maimónides*, 35.
- Chica, P., Guzmán, Ó., & Cruz, G. (2013). Nematofauna asociada a ecosistemas de Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) Y bosque secundario en Santágueda, Palestina, Caldas*. *Boletín Científico Centro de Museos- Museo de Historia Natural*, 17(1), 226–250.
- Estelita, S. (2016). "Comportamiento en vivero de seis variedades de café injertadas sobre Coffea Canephora Var. Robusta en San Ramón (Chanchamayo). Tesis Título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 150 p.
- FAO. (2012). Directrices para los proyectos de campo de la FAO. *Evaluación del impacto ambiental, ii*. Roma.
- El cultivo de la quina . (n.d.). *Quina* , 578–598.

- García, M. (2004). *Estudio de la Distribución Horizontal de los nemátodos fitoparásitos en áreas cultivadas con café de la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla*. San Vicente - Pacaya, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala.
- Garambel, S. (2017). *Caracterización de poblaciones del nemátodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne Spp) de las zonas productoras de café (Coffea arabica L.) de Puno*. Universidad Nacional Del Altiplano.
- Gómez, A., Beraun, L., Gómez, O., & Llatas, E. (2016). Identificación de la regeneración natural de la Quina roja o cascarilla. *Metodología y diseño para restaurar el ecosistema del árbol de Quina, mediante plantaciones, manejo forestal sostenible y transferencia tecnológica en el distrito de Kañaris, región Lambayeque*. INIA. Estación Experimental Agraria Vista Florida - Lambayeque
- Gómez, A., Beraun, L., Gómez, O., & Llatas, E. (2016). Las Quinas de los bosques de neblina del distrito de kañaris - Lambayeque. *“metodología y diseño para restaurar el ecosistema del árbol de Quina, mediante plantaciones, manejo forestal sostenible y transferencia tecnológica en el distrito de Kañaris, región Lambayeque*. Lambayeque: INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida.
- Gómez, A., Beraun, L., Gómez, O., & Llatas, E. (2016). Restauración del bosque de neblina, hábitat del árbol de la Quina en el distrito de Kañaris, provincia de Ferreñafe, región Lambayeque: experiencias, lecciones aprendidas y recomendaciones. *Metodología y diseño para restaurar el ecosistema del árbolde Quina, mediante plantaciones, manejo forestal sostenible y transferencia tecnológica en el distrito de Kañaris, región Lambayeque*. Lambayeque: INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida.
- Guzmán, O. (2011). *Importancia de los nemátodos espiral, Helicotylenchus multicinctus (Cobb) Golden y H. dihystra (Cobb) Sher, en banano y plátano*. Agron. 19(2): 19- 32.

- Guzmán, Ó., Castaño, J., & Villegas, B. (2012). *Principales nemátodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica*. 20(1), 38–50.
[http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia20\(1\)_5.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia20(1)_5.pdf)
- Gobierno Regional de Lambayeque. (2012). *Estudio de suelos con fines de zonificación ecológica económica 2012* (pp. 1–260).
- Huamán, L., Albán, J., & Chilquillo, Y. E. (2019). *Aspectos taxonómicos y avances en el conocimiento del estado actual del árbol de la quina (Cinchona officinalis L.)* En el norte de Perú. *Ecología Aplicada*, 18(2), 18. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1333>
- Husseinvand, M., Abdollahi, M., & Karegar, A. (2016). Description of Some Nematode Species of Tylenchidae, Associated with Polianthes tuberosa from Iran. *J. Agr. Sci. Tech*, 18, 1953–1966.
- Hodge, W.(1948). *Wartime Cinchona procurement in Latin America*. *Economic Botany* 2, 229–257.
- International Soil Reference and Information Centre. (n.d.). *SoilGrids250m 2.0*. Retrieved November 8, 2020, from <https://soilgrids.org/>
- Jaramillo J. & Carrera D. 2008. *Una aproximación CTS al análisis de la industria de la quinina en la zona de Loja en el siglo XVIII*. En *Cortocircuito*, 17: 58-64.
- Jiménez, P. (2019). *Historia de la quina : De la lucha contra la malaria a la aparición contra la tónica*. [Universidad Complutense].
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/PATRICIA JIMENEZ-ALFARO ORTEGO.pdf>
- Julca, A.; Carhuallanqui, R.; Julca, N.; Bello, S.; Crespo, R.; Echevarría, C.; Borjas, R. (2010). *Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. Catimor en Villa Rica*. Pasco, Perú. UNALM-FDA. Lima. 23 pp.
- Julca, A.; Crespo, R.; Echevarría, C.; Bello, S.; Borjas, R. (2009). *Selección de fuentes naturales*

para la fertilización de café en el marco de una agricultura orgánica (Resultados de ensayos en vivero y campos comerciales). Informe Final de proyecto financiado por INCAGRO. UNALM-FDA-INIA-Café Perú –JNC. Lima. 59 pp.

Llatas, S., & López, M. (2005). Bosques montanos-relictos en Kañaris (Lambayeque, Perú).

Bosques Relictos Del NO Del Perú y SO de Ecuador , 12(2), 299–308.

Larreategui, D., & Lafuente, L. (2013). Ciencia Revisión Histórica MEDICA : *El Árbol de Quina*,

400 Años de Su Descubrimiento En El Ecuador, 21(1), 1–8.

Luc, M., Sikora, R.A. & Bridge, J.(2005). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2nd Edition. CABI Publishing.

McSorley, R. (2009, July). *Common name: soil-inhabiting nematodes scientific name: Phylum Nematoda*. University of Florida .

https://entnemdept.ufl.edu/creatures/nematode/soil_nematode.htm

Morton Juaneda, A. (2009). *Los nemátodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae)*.

Universitat Autònoma de Barcelona.

Navarrete,J. (2010). Catálogo de los nemátodos acuáticos de vida libre, de la cuenca de la

Laguna de Términos Campeche . *Nemátodos Acuáticos de La Laguna de Términos* , 1–133.

Perry, R. & Moens, M. (2006). *Plant nematology*. CAB International, London.

Ortiz F.(1994) *La cinchona antes y después del Virreinato del Conde de Chinchón*, *Inter-ciencia*.

pp. 1-7.

Rivera, G. 2007. *Conceptos Introductores a la Fitopatología*. San José Costa Rica. (En Red).

Disponible en: http://books.google.com.gt/books?id=xpTHXEWG_t8C&pg.

- Regan G.(2003). *The Joy of Mixology*, Clarkson Potter. Nueva York. 2003;p.p.2612. MSNBC:
"Secrets to a perfect gin and tonic".
- Sekora, N. S., & Crow, W. (n.d.). *Citrus Nematode, Tylenchulus semipenetrans (Cobb 1913)*
(*Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Tylenchulidae: Tylenchulinae*) 1. Retrieved
October 11, 2021, from <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Solano, T. (2019). *Identificación de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (Coffea arabica L.) en la provincia de Loja*. Universidad Nacional De Loja .Técnico del Proceso
- ZEE –OT, E., & - Perú, L. (2012). *Estudio de zonas de vida con fines de zonificación ecológica económica*. 24–26.
- Talavera. R. M. (2003). *Manual De Nematología Agrícola*. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. Instituto de formación agraria y pesquera. Brasil. 23. P.
- Torres, A. M. (1994). *Auge y crisis de la cascarilla en la audiencia de quito, siglo xviii*. Facultad Latinoamericana de ciencias sociales sede Ecuador .
- Tropicos.org.(2022). Missouri Botanical Garden. 23 May 2022
<http://www.tropicos.org/Name/40009072>
- UICN. (2021). *Cinchona pubescens*,. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 8235.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T49839551A176094290>.en Copyright:
- Vera, N. ; Maicelo, J.; Heredia, E. y Oliva S. (2017).*Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de piña (Ananas comosus) en Amazonas, Perú*. Scientia Agropecuaria [online]. 2017, vol.8, n.1, pp.79-84. ISSN 2077-9917.
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.01.08>.
- Vidal, J. (2021). *Vista de Prospección de poblaciones del nemátodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne spp.) y otros géneros de nemátodos asociados al cultivo de café (Coffea arabica L.)*. Revista de investigaciones de la escuela de posgrado, 10, 2129–2140.

<http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/2678/494>

Villar, M., Marcelo, F., & Baselly, J. (2018). *Calendario fenológico de la Cinchona officinalis (árbol de la quina)*.

[https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/190/1/Arbol de la Quina - Calendario.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/190/1/Arbol%20de%20la%20Quina%20-%20Calendario.pdf)

Volcy, C. (1998). *Nemátodos*. Tomo II. Diversidad y Parasitismo en plantas. (1° Edición).

Colombia: Litografía Gráficas Montoya.

Yeates GW, Bongers T, de Goede RGM, Freckman DW, Georgieva SS. (1993). *Feeding habits in soil nematode families and genera- an outline for soil ecologists*. Journal of Nematology 25: 315-331.

Zevallos P. (1989). *Taxonomía, distribución geográfica y estatus del género Cinchona en el Perú*. Lima, Perú: Centro de Datos Para la Conservación (CDC). Edit. Virginia Isayama Okamoto.

16. ANEXOS

Anexo 1: Puntos geográficos de los individuos muestreados de árbol de la quina

N°	Especie	Ubicación geográfica (UTM)	Elevación (m)
1	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691676 9331483	2416 m
2	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691673 9331481	2420 m
3	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691694 9331493	2417 m
4	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691689 9331492	2419 m
5	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691686 9331486	2418 m
6	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691683 9331481	2415 m
7	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 691681 9331479	2414 m
8	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693143 9330440	2527 m
9	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693013 9330453	2524 m
10	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693024 9330453	2527 m
11	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693006 9330457	2525 m
12	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693035 9330478	2527 m
13	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693080 9330440	2530 m
14	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693085 9330432	2548 m
15	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693050 9330441	2560 m
16	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693078 9330527	2577 m
17	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693171 9330498	2538 m
18	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693078 9330527	2577 m
19	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693171 9330498	2538 m
20	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693130 9330553	2534 m
21	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693115 9330466	2595 m
22	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693095 9330450	2596 m
23	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693077 9330443	2595 m
24	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693077 9330472	2594 m
25	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693071 9330481	2594 m
26	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693060 9330479	2600 m
27	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693073 9330489	2595 m
28	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693035 9330490	2609 m
29	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693045 9330501	2611 m
30	<i>Cinchona sp.</i>	17 M 693064 9330457	2614 m

Anexo 2: Datos dasonométricos de árbol de la quina.

N°	Especie	DAP (cm)	Altura (m)
1	<i>Cinchona sp.</i>	7,32	5
2	<i>Cinchona sp.</i>	11,59	6
3	<i>Cinchona sp.</i>	6,37	4
4	<i>Cinchona sp.</i>	4,77	4,3
5	<i>Cinchona sp.</i>	4,14	3,5
6	<i>Cinchona sp.</i>	4,77	3
7	<i>Cinchona sp.</i>	4,36	2,75
8	<i>Cinchona sp.</i>	3,41	2,5
9	<i>Cinchona sp.</i>	4,87	3,25
10	<i>Cinchona sp.</i>	6,33	3
11	<i>Cinchona sp.</i>	6,53	5,25
12	<i>Cinchona sp.</i>	5,73	4
13	<i>Cinchona sp.</i>	3,41	4,25
14	<i>Cinchona sp.</i>	5,73	6
15	<i>Cinchona sp.</i>	7,7	10
16	<i>Cinchona sp.</i>	3,5	2,5
17	<i>Cinchona sp.</i>	5,09	4
18	<i>Cinchona sp.</i>	8,91	12
19	<i>Cinchona sp.</i>	6,05	10
20	<i>Cinchona sp.</i>	7,64	15
21	<i>Cinchona sp.</i>	8,5	7,25
22	<i>Cinchona sp.</i>	9,84	15
23	<i>Cinchona sp.</i>	6,94	8
24	<i>Cinchona sp.</i>	14,01	17,25
25	<i>Cinchona sp.</i>	7,23	10
26	<i>Cinchona sp.</i>	8,5	5
27	<i>Cinchona sp.</i>	13,66	8,75
28	<i>Cinchona sp.</i>	5,19	6,25
29	<i>Cinchona sp.</i>	9,07	10
30	<i>Cinchona sp.</i>	4,07	4,5

Anexo 3: Valores de tendencia central

Tabla A. Valores de tendencia central del número de nemátodos por géneros registrados en cada parcela, a dos profundidades y a nivel de raíz

Parcela	Profundidad (cm)	Genero	Abundancia media de nemátodos	Desv. Estand.	Valor mínimo	Valor máximo
1	14	<i>Dorylaimus</i>	28	9.90	21	35
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00	0	0
		<i>Mononchus</i>	9.5	2.12	8	11
		<i>Rhabditis</i>	52.5	6.36	48	57
		<i>Trichodorus</i>	1.5	2.12	0	3
		<i>Tylenchus</i>	6	1.41	5	7
	28	<i>Dorylaimus</i>	9.5	0.71	9	10
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00	0	0
		<i>Mononchus</i>	4	1.41	3	5
		<i>Rhabditis</i>	31	0.00	31	31
		<i>Tylenchus</i>	4.5	2.12	3	6
	Raíces	<i>Dorylaimus</i>	5.5	2.12	4	7
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00	0	0
		<i>Mononchus</i>	0.5	0.71	0	1
		<i>Rhabditis</i>	20	8.49	14	26
<i>Tylenchus</i>		1.5	0.71	1	2	
2	14	<i>Dorylaimus</i>	19.5	2.12	18	21
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00	0	0
		<i>Mononchus</i>	4	2.83	2	6
		<i>Rhabditis</i>	31	4.24	28	34
		<i>Trichodorus</i>	3	0.00	3	3
		<i>Tylenchus</i>	2	1.41	1	3
	28	<i>Dorylaimus</i>	40	22.63	24	56
		<i>Helicotylenchus</i>	6	0.00	6	6
		<i>Mononchus</i>	0.5	0.71	0	1
		<i>Rhabditis</i>	73	19.80	59	87
		<i>Tylenchus</i>	2	2.83	0	4
	Raíces	<i>Dorylaimus</i>	5	2.83	3	7
		<i>Helicotylenchus</i>	5	4.24	2	8
		<i>Mononchus</i>	2.5	0.71	2	3
		<i>Rhabditis</i>	10	7.07	5	15
<i>Tylenchus</i>		0	0.00	0	0	
3	14	<i>Dorylaimus</i>	17	1.41	16	18
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00	0	0
		<i>Mononchus</i>	6.5	3.54	4	9
		<i>Rhabditis</i>	85.5	7.78	80	91
		<i>Trichodorus</i>	8.5	4.95	5	12
		<i>Tylenchus</i>	4.5	4.95	1	8
	28	<i>Dorylaimus</i>	18.5	0.71	18	19
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00	0	0
		<i>Mononchus</i>	2.5	0.71	2	3
		<i>Rhabditis</i>	93	22.63	77	109
		<i>Tylenchus</i>	2.5	2.12	1	4
	Raíces	<i>Dorylaimus</i>	6	1.41	5	7
		<i>Dorylaimus</i>	10	7.07	5	15
		<i>Helicotylenchus</i>	0.5	0.71	0	1
		<i>Mononchus</i>	0	0.00	0	0
<i>Rhabditis</i>		28.5	7.78	23	34	
<i>Trichodorus</i>	0	0.00	0	0		
<i>Tylenchus</i>	2.5	0.71	2	3		

Tabla B. Valores de tendencia central del número de nemátodos por categoría trófica registrados en cada parcela, a dos profundidades y a nivel de raíz

Parcela	Profundidad (cm)	Categoría trófica	Abundancia media de nemátodos	Desv. Estand.	Valor mínimo	Valor máximo
1	14	Bacteriófago y Micófago	52.50	6.36	48	57
		Fitófago	2.50	3.02	0	7
		Omnívoro	28.00	9.90	21	35
		Predador	9.50	2.12	8	11
	28	Bacteriófago y Micófago	31.00	0.00	31	31
		Fitófago	2.17	2.32	0	6
		Omnívoro	9.50	0.71	9	10
		Predador	4.00	1.41	3	5
	Raíces	Bacteriófago y Micófago	20.00	8.49	14	26
		Fitófago	0.50	0.84	0	2
		Omnívoro	5.50	2.12	4	7
		Predador	0.50	0.71	0	1
2	14	Bacteriófago y Micófago	31.00	4.24	28	34
		Fitófago	1.67	1.51	0	3
		Omnívoro	19.50	2.12	18	21
		Predador	4.00	2.83	2	6
	28	Bacteriófago y Micófago	73.00	19.80	59	87
		Fitófago	5.83	3.60	0	10
		Omnívoro	40.00	22.63	24	56
		Predador	0.50	0.71	0	1
	Raíces	Bacteriófago y Micófago	10.00	7.07	5	15
		Fitófago	1.83	3.13	0	8
		Omnívoro	5.00	2.83	3	7
		Predador	2.50	0.71	2	3
3	14	Bacteriófago y Micófago	85.50	7.78	80	91
		Fitófago	4.33	4.93	0	12
		Omnívoro	17.00	1.41	16	18
		Predador	6.50	3.54	4	9
	28	Bacteriófago y Micófago	93.00	22.63	77	109
		Fitófago	2.83	2.93	0	7
		Omnívoro	18.50	0.71	18	19
		Predador	2.50	0.71	2	3
	Raíces	Bacteriófago y Micófago	28.50	7.78	23	34
		Fitófago	1.00	1.26	0	3
		Omnívoro	10.00	7.07	5	15
		Predador	0.00	0.00	0	0

Tabla C. Valores de tendencia central del número de nemátodos por géneros registrados en cada parcela

Parcela	Genero	Abundancia media de nemátodos	Desv. Estand.	Valor mínimo	Valor máximo
1	<i>Dorylaimus</i>	14.33	11.66	4	35
	<i>Helicotylenchus</i>	0.00	0.00	0	0
	<i>Mononchus</i>	4.67	4.23	0	11
	<i>Rhabditis</i>	34.50	15.53	14	57
	<i>Trichodorus</i>	1.17	1.47	0	3
	<i>Tylenchus</i>	4.00	2.37	1	7
2	<i>Dorylaimus</i>	21.50	18.77	3	56
	<i>Helicotylenchus</i>	3.67	3.44	0	8
	<i>Mononchus</i>	2.33	2.07	0	6
	<i>Rhabditis</i>	38.00	30.25	5	87
	<i>Trichodorus</i>	4.33	4.18	0	10
	<i>Tylenchus</i>	1.33	1.75	0	4
3	<i>Dorylaimus</i>	15.17	5.19	5	19
	<i>Helicotylenchus</i>	0.17	0.41	0	1
	<i>Mononchus</i>	3.00	3.35	0	9
	<i>Rhabditis</i>	69.00	33.50	23	109
	<i>Trichodorus</i>	3.67	4.59	0	12
	<i>Tylenchus</i>	4.33	2.80	1	8

Tabla D. Valores de tendencia central del número de nemátodos por géneros registrados todas las parcelas

Genero	Abundancia media de nemátodos	Desv. Estand.	Valor mínimo	Valor máximo
<i>Dorylaimus</i>	17.00	12.74	3	56
<i>Helicotylenchus</i>	1.28	2.56	0	8
<i>Mononchus</i>	3.33	3.29	0	11
<i>Rhabditis</i>	47.17	30.41	5	109
<i>Trichodorus</i>	3.06	3.73	0	12
<i>Tylenchus</i>	3.22	2.60	0	8

1.1. Dinámica poblacional

Tabla E. Tabla de frecuencias de los nemátodos por género y categoría trófica a distintas profundidades predominantes en cada parcela

Parcela	Profundidad	Categoría	Género	Abundancia	Frecuencia
1	14	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	105	53.85%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	56	28.72%
		Pred	<i>Mononchus</i>	19	9.74%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	12	6.15%
			<i>Trichodorus</i>	3	1.54%
			<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%
	28	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	62	60.78%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	19	18.63%
		Pred	<i>Mononchus</i>	8	7.84%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	9	8.82%
			<i>Trichodorus</i>	4	3.92%
			<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%
	Raíces	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	40	72.73%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	11	20.00%
		Pred	<i>Mononchus</i>	1	1.82%
Fito		<i>Tylenchus</i>	3	5.45%	
		<i>Trichodorus</i>	0	0.00%	
		<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%	
2	14	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	62	52.10%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	39	32.77%
		Pred	<i>Mononchus</i>	8	6.72%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	4	3.36%
			<i>Trichodorus</i>	6	5.04%
			<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%
	28	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	146	55.73%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	80	30.53%
		Pred	<i>Mononchus</i>	1	0.38%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	4	1.53%
			<i>Trichodorus</i>	19	7.25%
			<i>Helicotylenchus</i>	12	4.58%
	Raíces	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	20	43.48%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	10	21.74%
		Pred	<i>Mononchus</i>	5	10.87%
Fito		<i>Tylenchus</i>	0	0.00%	
		<i>Trichodorus</i>	1	2.17%	
		<i>Helicotylenchus</i>	10	21.74%	
3	14	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	171	70.08%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	34	13.93%
		Pred	<i>Mononchus</i>	13	5.33%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	9	3.69%
			<i>Trichodorus</i>	17	6.97%
			<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%
	28	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	186	75.92%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	37	15.10%
		Pred	<i>Mononchus</i>	5	2.04%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	12	4.90%
			<i>Trichodorus</i>	5	2.04%
			<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%
	Raíces	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	57	68.67%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	20	24.10%
		Pred	<i>Mononchus</i>	0	0.00%

Parcela	Profundidad	Categoría	Género	Abundancia	Frecuencia
Todas		Fito	<i>Tylenchus</i>	5	6.02%
			<i>Trichodorus</i>	0	0.00%
			<i>Helicotylenchus</i>	1	1.20%
	14	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	338	60.57%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	129	23.12%
		Pred	<i>Mononchus</i>	40	7.17%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	25	4.48%
			<i>Trichodorus</i>	26	4.66%
			<i>Helicotylenchus</i>	0	0.00%
	28	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	394	64.70%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	136	22.33%
		Pred	<i>Mononchus</i>	14	2.30%
		Fito	<i>Tylenchus</i>	25	4.11%
			<i>Trichodorus</i>	28	4.60%
			<i>Helicotylenchus</i>	12	1.97%
	Raices	Bact-Mico	<i>Rhabditis</i>	117	63.59%
		Omn	<i>Dorylaimus</i>	41	22.28%
		Pred	<i>Mononchus</i>	6	3.26%
Fito		<i>Tylenchus</i>	8	4.35%	
		<i>Trichodorus</i>	1	0.54%	
		<i>Helicotylenchus</i>	11	5.98%	