



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Ocurrencia de nematodos fitopatógenos asociados
al cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. var) en
los departamentos de Matagalpa y Jinotega, 2023**

Autores:

Br. Javier de Jesús López Ortiz
Br. Kevin Rivaldo López Balladares

Asesores:

MSc. Markelyn Jose Rodriguez Zamora
MSc. Víctor Hugo Rodríguez Salguera

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Sanidad vegetal

Managua, Nicaragua
Noviembre 2025

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero en Sanidad Vegetal

Miembros del Honorable Comité evaluador

MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Presidente

MSc. Ariel Alexander Mena García
Secretario

MSc. Santos David Romero
Vocal

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua, 14 de noviembre de 2025

DEDICATORIA

Dedico la culminación de este trabajo a mi familia, padres y hermana.

Br. Javier de Jesús López Ortiz

A mi madre, Lucía Balladares, por su amor incondicional, su sabiduría y su apoyo constante. Gracias por ser mi guía y por brindarme siempre la fuerza para seguir adelante.

A mi padre, Manuel López, cuyo esfuerzo y dedicación han sido el pilar sobre el que construyo mis sueños. Tu ejemplo de trabajo y perseverancia me inspira a cada paso.

Y, especialmente, a mi abuelo, Justo Ordoñez, quien fue mi ejemplo a seguir en la agricultura. Su pasión por la tierra y su visión del trabajo en el campo me han dejado una huella imborrable y me han motivado a continuar su legado.

Gracias a todos por ser mi fuente de inspiración y mi motor en cada logro.

Br. Kevin Rivaldo López Balladares

AGRADECIMIENTO

Doy inmensamente gracias a Dios por prestarme la fuerza, la vida y la paciencia, para finalizar este proceso tan importante en mi vida. Agradezco a mi familia por el apoyo incansable que me brindaron, así como a mis asesores y a la administración de la universidad por guiarme en la culminación de este proyecto.

Br. Javier de Jesús López Ortiz

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, fuente de toda sabiduría, quien me ha guiado con su luz y fuerza en cada paso de este camino. Su amor, gracia y providencia han sido mi sustento constante, especialmente en los momentos de incertidumbre y dificultad. Todo lo logrado es un reflejo de Su bondad infinita y Su presencia en mi vida.

Br. Kevin Rivaldo López Balladares

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Nematodos fitoparásitos	4
3.2 Sistema digestivo y nutricional	6
3.3 Reproducción y ciclo de vida	6
3.4 Tipo de habito alimenticio según su modo de alimentación	7
3.5 Síntomas asociados a nematodos fitoparasitos	8
3.6 Nematodos en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata	10
3.7 Características morfológicas de los principales géneros de nematodos reportado en repollo 11	
3.8 Investigaciones recientes sobre nematodos en repollo de Nicaragua	11
IV MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1 Ubicación del estudio	13

4.2	Diseño metodológico	13
4.3	Material biológico	14
4.4	Colecta de muestras de suelo en plantaciones de repollo	14
4.4	Extracción e identificación de nematodos fitoparásitos	14
4.5	Identificación de nematodos	15
4.6	Cálculo de diversidad de nematodos fitopatógenos en el cultivo de papa	15
4.7	Variables evaluadas	16
4.8	Análisis de datos	16
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1	Identificación morfológica de nematodos fitopatógenos	17
5.2	Frecuencia absoluta de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de los departamentos de Jinotega y Matagalpa.	19
5.3	La frecuencia relativa de nematodos fitoparásitos en suelos de Jinotega y Matagalpa evidencia	21
5.4	Prominencia absoluta de nematodos fitoparásitos en el cultivo de repollo	23
VI	CONCLUSIONES	25
VII	RECOMENDACIONES	26
VIII	LITERATURA CITADA	27
IX	ANEXOS	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Distribución mundial de nematodos fitoparásitos que afectan al repollo.	5
2	Ciclo de vida de Fito nematodos	6
3	Zonas de alimentación de algunos nematodos fitoparásitos (E=epidermis; C=corteza; En=endodermis; P=periciclo; Cv=cilindro vascular; Xi=Xilema). Ectoparásitos: <i>Tylenchorhynchus</i> , <i>Paratrichodorus</i> , <i>Mesocriconema xenoplax</i> ; Semiendoparásitos: <i>Helicotylenchus</i> , <i>Rotylenchus</i> , <i>Rotylenchulus</i> , <i>Tylenchulus semipenetrans</i> ; Endoparásitos: <i>Globodera rostochiensis</i> , <i>Meloidogyne</i>	7
4	Mapa de ubicación de parcelas muestreadas de repollo.	13
5	Generos de nematodos asociados al cultivo de repollo, (A) <i>Tylenchus</i> (B) <i>Criconemoides</i> , (C) <i>Psilenchus</i> , (D) <i>Helicotylenchus</i> .	18
6	Frecuencia absoluta de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de los departamentos de Jinotega y Matagalpa.	19
7	Frecuencia relativa de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de los departamentos de Jinotega y Matagalpa.	21
8	Prominencia de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de departamentos de Jinotega y Matagalpa	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Finca del propietario Franklin Sáenz del departamento de Matagalpa.	27
2.	Finca del propietario Carlos Paz del departamento de Jinotega.	27
3.	Montaje de nematodos para observación.	33

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Nematodos fitopatógenos identificados en los departamentos de estudio	17

RESUMEN

Los fitonematodos son pequeños organismos parásitos de plantas causantes de daños económicos en la agricultura alimentándose del citoplasma de las células vegetales vivas perjudicando a un rango amplio de cultivos afectados como *Brassica oleracea* una de las hortalizas ampliamente cultivada en Nicaragua en los departamentos de Jinotega, Matagalpa y Estelí, el objetivo de esta investigación fue determinar ocurrencia de nematodos fitopatógenos asociados a *Brassica oleracea* en los departamentos de Jinotega y Matagalpa. Las muestras de suelo fueron proporcionadas por la Universidad Nacional Agraria (UNA) que datan de investigaciones previas, procedentes de fincas productoras de repollo en los departamentos de Jinotega y Matagalpa, con un total de 26 muestras de las cuales 10 correspondieron a Jinotega y 16 a Matagalpa tomándose a 15 cm de profundidad y a 10 cm de la base del tallo, en 10 puntos por planta, procesadas mediante el método de decantación y tamizado, seguido de centrifugación con solución azucarada los nematodos fueron identificados y cuantificados mediante microscopía óptica utilizando claves taxonómicas. Se calculó la frecuencia absoluta, relativa y el valor de prominencia de los nematodos por departamentos. Los nematodos fitoparásitos identificados fueron *Helicotilenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Rotylenchus* spp. y *Psilenchus* spp. El departamento de Matagalpa presentó los valores mas altos de frecuencia absoluta, relativa y prominencia, dominando en ambos departamentos el género *Helicotilenchus* spp con un 100% en frecuencia absoluta y una prominencia de 467 en Matagalpa y 206 en Jinotega.

Palabras claves: *Brassica oleracea*, prominencia, fitonematodos.

ABSTRACT

Phytoparasitic nematodes are small parasitic organisms that cause economic damage in agriculture by feeding on the cytoplasm of living plant cells, thereby harming a wide range of affected crops such as *Brassica oleracea*, one of the most widely cultivated vegetables in Nicaragua, particularly in the departments of Jinotega, Matagalpa. The objective of this research was to determine the occurrence of phytopathogenic nematodes associated with *Brassica oleracea* in the departments of Jinotega and Matagalpa. The soil samples were provided by the National Agrarian University (UNA) and originated from previous investigations conducted on cabbage-producing farms in these departments. A total of 26 samples were analyzed, of which 10 corresponded to Jinotega and 16 to Matagalpa. Samples were taken at a depth of 15 cm and 10 cm from the base of the stem, at 10 points per plant. They were processed using the decantation and sieving method, followed by centrifugation with a sugar solution. The nematodes were identified and quantified through optical microscopy using taxonomic keys. Absolute frequency, relative frequency, and prominence values were calculated for the nematodes in each department. The phytoparasitic nematodes identified were *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Rotylenchus* spp., and *Psilenchus* spp. The department of Matagalpa presented the highest values of absolute frequency, relative frequency, and prominence, with the genus *Helicotylenchus* spp. dominating in both departments, showing 100% absolute frequency and a prominence value of 467 in Matagalpa and 206 in Jinotega.

Keywords: *Brassica oleracea*, prominence, plant-parasitic nematodes

I INTRODUCCIÓN

Los nematodos fitoparásitos son organismos microscópicos con forma de gusano que constituyen una de las principales amenazas para la agricultura mundial. Actualmente, se han descrito más de 4,000 especies que parasitan plantas, ocasionando daños morfológicos y fisiológicos significativos, lo que se traduce en pérdidas agrícolas estimadas en más de 125 mil millones de dólares anuales (Concepción et al., 2020; Perry et al., 2024).

El repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) es una hortaliza de la familia Brassicaceae, domesticada a partir de sus ancestros silvestres en la región mediterránea de Europa. Su cultivo se ha distribuido globalmente, adaptándose a una amplia gama de condiciones climáticas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022), China es el principal productor mundial, seguido de India y Rusia. En América, países como Estados Unidos, México y Brasil también figuran entre los líderes en producción.

En Nicaragua, el repollo es un cultivo de gran importancia económica y nutricional, constituyendo una fuente esencial de vitaminas A, C y K, así como de fibra dietética. Su producción se concentra en las regiones montañosas del norte y centro del país, siendo los departamentos de Jinotega, Matagalpa y Estelí los principales productores. Según datos del Banco Central de Nicaragua (BCN, 2024), este rubro genera rendimientos aproximados de 1.5 millones de quintales por ciclo productivo, representando una significativa fuente de ingresos para las economías locales y contribuyendo a la seguridad alimentaria nacional.

Sin embargo, la producción de repollo enfrenta numerosos desafíos fitosanitarios que limitan su potencial yield. Entre las plagas más relevantes se encuentran el complejo de insectos como la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) y el gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), así como enfermedades fúngicas como la mancha negra (*Alternaria brassicicola*) y la podredumbre negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). No obstante, entre los problemas más severos y subestimados se encuentran los ocasionados por los nematodos fitoparásitos.

Estos nematodos invaden los tejidos vegetales, especialmente las raíces, para alimentarse del contenido celular, lo que provoca la disminución de la absorción de agua y nutrientes, debilitamiento general de la planta, formación de agallas o lesiones necróticas, y una marcada reducción del rendimiento y calidad de la cabeza.

Diversos géneros de nematodos han sido reportados como fitoparásitos relevantes en el cultivo de repollo a nivel global, entre ellos *Meloidogyne* (nematodo agallador), *Heterodera* y *Globodera* (nematodos quistadores), *Pratylenchus* (nematodo lesionador) y *Ditylenchus* (nematodo del tallo y el bulbo), cuyas infestaciones pueden causar pérdidas de hasta el 100%, dependiendo del manejo agrícola y las condiciones agroecológicas (Grabau et al., 2022; Wesemael et al., 2011; Kumar et al., 2017).

No obstante, en Nicaragua se carece de estudios actualizados y respaldados científicamente sobre la nematofauna asociada a este cultivo, limitando la toma de decisiones fitosanitarias y el desarrollo de estrategias de manejo eficaces.

En este contexto, el presente estudio se planteó con el objetivo de determinar la ocurrencia de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de repollo en los departamentos de Jinotega y Matagalpa durante el año 2023, generando información clave para el diagnóstico y manejo de estos patógenos en sistemas productivos locales.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar la diversidad de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) en los departamentos de Jinotega y Matagalpa durante el año 2023.

2.2 Objetivos específicos

Identificar morfológicamente los géneros de nematodos fitopatógenos presentes en muestras de suelo de parcelas de repollo en los departamentos de Jinotega y Matagalpa.

Estimar la frecuencia absoluta, frecuencia relativa y valor de prominencia de los géneros de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de repollo en las áreas de estudio.

III MARCO DE REFERENCIA

3.1 Nematodos fitoparásitos

Los nematodos fitoparásitos constituyen uno de los principales factores limitantes en la producción de hortalizas a nivel mundial. Se estima que ocasionan pérdidas anuales superiores a los 173 mil millones de dólares, afectando directamente el sistema radicular, interfiriendo con la absorción de nutrientes y facilitando la entrada de patógenos secundarios (Meza, 2019; Coyne et al., 2009). Estos organismos pueden actuar de manera solitaria o en complejos con hongos, bacterias y virus, incrementando el nivel de daño a la planta.

Los nematodos son microorganismos del reino animalia que afectan a diversas clases de organismos como las plantas, denominándose nematodos Fitopatógenos (Agrios, 2001). Crozzoli (2014) menciona que los fitonematodos fueron identificados por primera vez en Europa en el siglo XVIII en 1743 descubriendo *Anguina tritici* como el agente causal de agallas en trigo reportándolo luego investigadores Linné, Scópoli y Steinbuck en los años 1767, 1777, 1799 respectivamente como especie que afectaba otros cereales. En siglo XIX, se documentaron más fitonematodos, como *Meloidogyne* en pepino, *Ditylenchus dipsaci*, Para el continente Americano los primeros registros de nematodos agalladores (*Meloidogyne*) datan de 1888.

Actualmente se conocen 4015 especies de nematodos fitoparásitos que causan pérdidas de \$80 billones al año, Son de aspectos vermiformes oscilando su longitud de 0,25mm a 2,5mm existiendo algunas diferencias entre el sexo de ciertas especies, siendo más grande las hembras que los machos y que a medida que maduran estas tornan su forma inicial a una abultada como periforme, sub-silindricas o reniforme (Meza et al., 2004; Coyne et al., 2009; Crozzoli, 2014).

Estos fitonematodos representan una amenaza significativa para la agricultura debido a su capacidad de invadir las raíces de las plantas y alterar su desarrollo generalmente penetran los tejidos vegetales para alimentarse, lo que causa daños estructurales y fisiológicos en los cultivos. Su impacto está influenciado por factores como la densidad poblacional, las condiciones del suelo y la presencia de otros patógenos, lo que puede agravar las pérdidas productivas (Guzman, et al., 2012).



Figura 1. Distribución mundial de nematodos fitoparásitos que afectan al repollo.

La distribución mundial de los nematodos fitoparásitos que afectan al repollo (*Brassica oleracea*) se representa mediante tres colores principales en el mapa. El color rojo intenso señala las regiones con alta incidencia, donde los nematodos como *Meloidogyne* spp., *Heterodera schachtii* y *Pratylenchus* spp.

Se encuentran ampliamente distribuidos y provocan daños económicos graves. Estas zonas abarcan gran parte de América Latina, África, el sur de Asia y Oceanía, caracterizadas por climas cálidos y húmedos favorables para su desarrollo. El color naranja indica presencia moderada o localizada, observada en Europa, Medio Oriente y Asia central, donde los nematodos aparecen bajo condiciones específicas de suelo o temperatura, pero su impacto es más controlado mediante rotación de cultivos y manejo fitosanitario.

Por otro lado, el color blanco o beige claro representa las regiones con baja o nula incidencia, donde las condiciones ambientales limitan el ciclo biológico de los nematodos. Estas áreas comprenden principalmente Canadá, el norte de Europa y Rusia, donde las temperaturas frías y los inviernos prolongados reducen la población de estos patógenos del suelo. En conjunto, los

colores del mapa reflejan un patrón global en el que los nematodos fitoparásitos tienen mayor presencia en las zonas tropicales y subtropicales, disminuyendo su incidencia hacia las regiones templadas y frías del planeta.

3.2 Sistema digestivo y nutricional

El sistema digestivo y nutricional de los fitonematodos está estructurado por la boca, cavidad bucal, estomodeo, intestino, recto y ano, en este sistema se encuentra el estile ubicado en la cavidad bucal dicha estructura es cuticular como un diente vacío utilizado para la alimentación, existiendo 3 tipos de estiletes en los nematodos fitoparásitos, bombeando las sustancias obtenidas a través de los músculos del estomodeo, pasando al intestino que por enzimas son digeridas donde una capa de células y vellosidades absorben los nutrientes excretando los desperdicios debido al movimiento del nemato y la ingesta de más alimento Crozzoli (2014).

3.3 Reproducción y ciclo de vida

Los nematodos son ovíparos reproduciéndose sexualmente y mediante partenogénesis atravesando por estadios de huevo, 4 juveniles y uno adulto difiriendo su duración respecto a cada especie y factores abióticos (Coyne *et al.*, 2009). Los huevos son colocados individualmente o en masas en una matriz especial colocada por la hembra ya sea en el suelo, planta o ser retenidos en el cuerpo de la hembra, desarrollándose en ciertos grupos de nematodos las etapas juveniles en el mismo huevo y cuando emergen lo hacen en la etapa juvenil 2. (Luc *et al.*, 1990) posteriormente los siguientes estadios juveniles se desarrollan siendo marcado cada uno de ellos por una muda diferenciándose en el último estadio, el sexo del nematodo (Meza *et al.*, 2004).

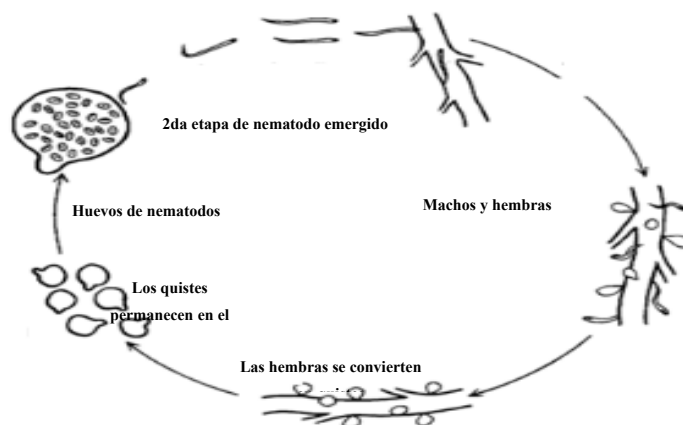


Figura 2. Ciclo de vida de los nematodos

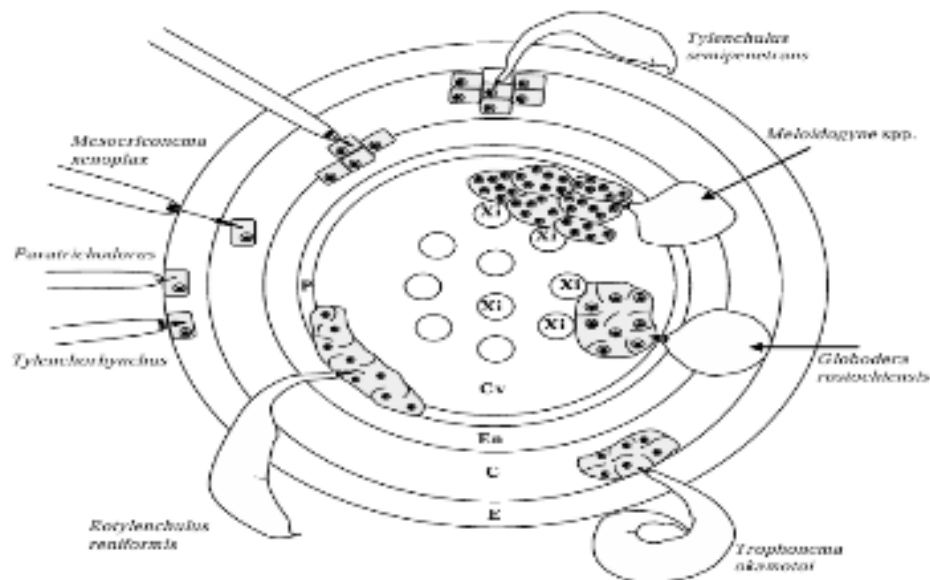


Figura 3. Zonas de alimentación de algunos nematodos fitoparásitos (E=epidermis; C=corteza; En=endodermis; P=periciclo; Cv=cilindro vascular; Xi=Xilema).

Ectoparásitos: *Tylenchorhynchus*, *Paratrichodorus*, *Mesocriconema xenoplax*;

Semiendoparásitos: *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Rotylenchulus*, *Tylenchulus semipenetrans*;

Endoparásitos: *Globodera rostochiensis*, *Meloidogyne* (Crozzoli, 2014).

3.4 Tipo de habito alimenticio según su modo de alimentación

En el cultivo de repollo, los nematodos fitoparásitos también se clasifican en ectoparásitos, semi-endoparásitos y endoparásitos, de acuerdo con su modo de alimentación y nivel de invasión del tejido radicular (Luc et al., 1990). Dentro de los ectoparásitos, géneros como *Xiphinema* spp y *Longidorus* spp pueden encontrarse en suelos dedicados a la rotación con hortalizas, incluyendo repollo, donde interfieren con el desarrollo radicular al alimentarse de células epidérmicas, además de ser potenciales vectores de virus.

Trichodorus spp y *Paratrichodorus* spp, aunque menos frecuentes en crucíferas, pueden aparecer en suelos con antecedentes de cultivos sensibles y causar debilitamiento del sistema radicular. En cuanto a los semi-endoparásitos, *Helicotylenchus* spp ha sido reportado en sistemas hortícolas intensivos, alimentándose de raíces secundarias y causando necrosis cortical y reducción del vigor en plantas jóvenes de repollo. *Rotylenchus* puede presentarse en suelos ácidos de zonas altas, donde su actividad produce daños localizados que favorecen el estrés

hídrico. Por su parte, *Hoplolaimus* ha sido detectado en ambientes cálidos con humedad intermedia, afectando la zona cortical de raíces de plantas en crecimiento activo (Luc et al., 1990).

Los endoparásitos representan el mayor riesgo para el cultivo de repollo, debido a su capacidad de penetrar completamente el tejido radicular y causar daños internos significativos. *Pratylenchus* spp., ampliamente distribuido en Nicaragua, se considera uno de los nematodos más relevantes en repollo, ya que sus migraciones intracelulares causan necrosis, pérdida de raíces finas y mayor susceptibilidad a enfermedades bacterianas y fúngicas. *Radopholus similis* ha sido identificado ocasionalmente en áreas con rotación de plátano y repollo, causando pudrición del sistema radicular. *Hirschmanniella* spp, aunque más común en arrozales, puede sobrevivir en suelos mal drenados o pesados donde se cultiva repollo, generando marchitez y reducción de masa radicular. Finalmente, *Meloidogyne* spp. (principalmente *M. incognita* y *M. javanica*) es el género de mayor impacto en repollo.

Este nematodo induce la formación de agallas en las raíces, visibles como deformaciones redondeadas, que interfieren con la absorción de agua y nutrientes, reduciendo el crecimiento foliar y el peso comercial de las cabezas. Además, las heridas provocadas por *Meloidogyne* spp facilitan la entrada de patógenos oportunistas, como *Rhizoctonia solani* y *Pythium* spp., lo que agrava los daños y puede comprometer la viabilidad del cultivo si no se implementan medidas de manejo adecuadas.

3.5 Síntomas asociados a nematodos fitoparasitos

Los nematodos fitoparásitos habitan en el suelo donde son atraídos por las raíces de las plantas utilizando el estile que poseen para alimentarse a partir de las células de la planta, inyectándoles enzimas dentro de ellas convirtiéndoles en nutrientes más fácil al extraer, deteriorando el sistema radicular. La cantidad de alimento extraído relativamente es baja y los síntomas que generan pueden ser visibles en los órganos aéreos o subterráneos, para el primer caso el síntoma puede ser difícil de percibir atribuyéndolo a deficiencias de nutrientes, estrés hídricos o daño por otros patógenos afectando en el rendimiento (Wesemael et al., 2011).

En los órganos subterráneos debido a los químicos que inserta en la planta, el daño físico que genera y en ciertas ocasiones las inyecciones de otros patógenos ocasionan agallas en las raíces y proliferación de raicillas (Schmitt & Sipes, 2000; Coyne *et al.*, 2009; Meza 2019).

Meza (2019) menciona que los nematodos en promedio provocan perdidas agrícolas de \$173 billones a nivel mundial encontrándose los géneros *Meloidogyne* sp, *Heterodera* sp, *Globodera* sp como los más dañinos del mundo según (Wesemael *et al.*, 2011). De igual manera Maleita *et al.*(2022) añade a los géneros *Pratylenchus* sp. *Ditylenchus* sp como ejemplos de los nematodos más importante económica y científicamente.

El género *Meloidogyne* spp cuenta con más de 90 especies teniendo un gran rango de plantas como hospedantes, su daño potencial en los cultivos y según la especie puede ser del 41% al 100% (Wesemael *et al.*, 2011). *Globodera* spp 30 especies han sido identificadas catalogada como uno de los limitantes fitoparásitos en diferentes cultivos pudiendo ocasionar en la papa una pérdida del 80% si no se es controlada Vallejo *et al.* (2021).

El género *Heterodera* spp es causante de una pérdida anual de \$ 8 millones en la India en el rubro de Café, afectando también vegetales como zanahoria, okra, chile y leguminosa como el frijol (Sigh & Kumar, 2013). Tanto *Meloidogyne* spp, *Heterodera* spp y *Globodera* spp pertenecen a la clasificación de endoparásitos llamado comúnmente nematodo del quiste y agallador (Wesemael *et al.*, 2011).

El género *Pratylenchus* spp. recibe como nombre común de nemato lesionador de la raíz debido a las lesiones que causa, es un endoparásito migratorio pudiendo en cada etapa del ciclo entrar o salir de la raíz causando destrucción celular y susceptibilidad a patógenos, este nematodo puede ser responsable en afectar cultivares de trigo afectando en rendimiento del 32% a 85%, también en soya con pérdidas en el 2010 del 10-30% en Brasil. (Nicol *et al.*, 1999; Tytgat *et al.*, 2000; Lima *et al.*, 2015).

El genero *Ditylenchus* spp es un endoparásito que según las especies pueden afectar la parte aérea o subterráneo de la planta pudiendo introducirse hasta en tallos con condiciones adecuadas, las especies más destructora son *D. destructor* y *D. angustus* pudiendo alcanzar esta ultima una pérdida del 45% al 100% en arroz (Crozzoli, 2014; Khan 2015). Musyarofah &

Indarti (2020) menciona que el género *Ditylenchus* spp. puede afectar a más de 450 especies de plantas, logrando causar un daño *D. dipsaci* de pérdida del 60 a 80%.

3.6 Nematodos en *Brassica oleracea* var. *Capitata*

En el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*), los nematodos fitopatógenos representan una amenaza significativa. Kumar *et al.* (2017) reportan que en India las pérdidas económicas anuales por nematodos en cultivos, incluyendo el repollo, ascienden a 14.4 millones de dólares. El daño ocasionado por estos organismos es complejo, ya que sus síntomas no siempre son visibles, lo que debilita la planta y facilita la entrada de otros patógenos.

Los géneros más relevantes de nematodos asociados al cultivo de repollo incluyen: *Meloidogyne* spp *Heterodera* spp *Globodera* spp *Pratylenchus* spp y *Ditylenchus* spp. Grabau *et al.* (2022) destacan a *Meloidogyne* spp. (especialmente *M. incognita* y *M. javanica*) y *Heterodera* spp. como *H. schachtii* como los principales problemas para el repollo en Florida. Waceke (2007) identificó a *Pratylenchus* spp., particularmente *P. penetrans*, como el nematodo más frecuente, presente en el 56% de las fincas evaluadas, seguido por *Meloidogyne* spp. Con un 26%. Wesemael *et al.* (2011) indican que *M. incognita* puede causar daños de hasta el 95% en cultivos de repollo.

Asimismo, Kambarov & Eshova (2024) señalan a *Ditylenchus dipsaci* como uno de los principales nematodos presentes en las raíces del repollo. Por otro lado, Pedroche *et al.* (2013) reportan la presencia de *Globodera rostochiensis* en suelos cultivados con repollo.

Además de los géneros mencionados, diversos autores han reportado la presencia de otros nematodos asociados al repollo, tales como: *Xiphinema* spp., *Hemicycliophora* spp., *Quinisulcius* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Hoplolaimus* spp., *Longidorus* spp., *Trichodorus* spp., *Rhabditis* spp., *Panagrolaimus* spp., *Chiloplacus* spp., *Aphelenchus* spp., *Belonolaimus* spp. (ej. *B. longicaudatus*), *Paratrichodorus* spp. Y *Dihystera* spp. (Waceke, 2007; Safdar & McKenry, 2012; Pedroche *et al.*, 2013; Kambarov & Eshova, 2024).

3.7 Características morfológicas de los principales géneros de nematodos reportado en repollo

La identificación de los nematodos se puede realizar con ayuda de claves dicotómicas considerando los sexos de los géneros, para el género *Meloidogyne* puede ser diferenciado debido a que la hembra madura es de aspecto hinchado en forma de saco, sin cola puntiaguda y no posee huevos adentro de su cuerpo separando. El género *Pratylenchus* se distingue en que el esófago sobrepasa el intestino, la región labial es aplanada su cutícula es no prominente anillada y su vulva está ubicada en el tercio posterior del cuerpo en el caso *Ditylenchus* este comparte la característica del esófago que sobrepasa el intestino, pero la hembra una vez madura es delgada, el estilete es pequeño con una longitud igual al ancho de cuerpo (Mekete *et al.*, 2012).

Para los géneros *Heterodera* sp, *Globodera*, pertenecientes a la familia Heteroderidae comparten ciertas características, permitiendo diferenciarlos de la siguiente manera: los quistes de *Globodera* spp suelen ser circunfenestrados, esferoidales y sin cono terminal, con tubérculos perineales en la hembra madura, y una región anal sin fenestración. En contraste, *Heterodera* presenta quistes que pueden ser ambifenestrados, bifenestrados o carecer de fenestración, con una forma y estructura de quiste más variable. Estas diferencias en la fenestración y morfología del quiste permiten una identificación clara entre ambos géneros, destacando los patrones de fenestración y la estructura del cono bulbar como criterios clave para su clasificación (Mekete *et al.*, 2012).

3.8 Investigaciones recientes sobre nematodos en repollo de Nicaragua

Nicaragua no posee estadísticas acerca de las pérdidas de repollo por el daño perpetrado por los nematodos, sin embargo, si puede obtener considerables perdidas debido a que cultivan 1800 Manzanas, obteniendo rendimientos de 1,5 millones de quintales tan solo en el ciclo productivo 2023-2024, siendo los principales departamentos con mayor producción Estelí, Matagalpa e Jinotega (Instituto Nacional de Información de Desarrollo [INIDE], 2011; Zeledón *et al.*, 2014; Banco Central de Nicaragua [BCN], 2024;).

Con referencia a estudios acerca de nematodos presente en repollo para Nicaragua, estos son nulos, existiendo solo investigaciones de fito-nematodos relacionados a la diversidad, diagnósticos y ocurrencia en cultivos diferentes a la familia Brassicaceae. Dentro de estas

investigaciones pocos son en cultivos con destino a mercado local, como tomate, arroz y papa, predominando estudios en cultivos de exportación e industrial como plátano, palma africana y Café (Zepeda, 1979; Luna, 1999; Escobar, 2008; Castellón, 2009; Salazar, 2012; Salazar y Guzmán, 2013; Gadea *et al.*, 2014; González y Pomares, 2023).

De todas los géneros y especies de Fitonematodos reportado en el país, el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria [IPSA] (2021), menciona a *Helicotylenchus* sp, *Pratylenchus* sp. y *Tylenchus* sp, *Rotylenchulus* sp y *Xiphinema* sp reportados en repollo. La importancia de conocer todas las especies de Fito nematodos asociados en el cultivo de repollo de una zona es de ayuda a realizar un control eficaz desde la aplicación de una determinada molécula química hasta la correcta elección de cultivo para aplicar una rotación, de ahí la importancia en determinar los nematodos asociados *Brassica olerace* var. *Capitata*.

4.3 Material biológico

En total se lograron coleccionar 26 muestras de suelo procedente de áreas de cultivo de repollo establecido. Del total de muestras coleccionadas, 10 fueron del departamento de Jinotega y 16 de Matagalpa.

4.4 Colecta de muestras de suelo en plantaciones de repollo

Las muestras de suelo se tomaron a una profundidad de 15 cm, con la ayuda de un barreno graduado a 10cms de la base del tallo en 10 puntos diferentes por cada una de las plantas en estudio. Luego se depositó en una bolsa plástica con capacidad de 2.2 kg y se trasladó al laboratorio de Nematología agrícola de la UNA, para su posterior análisis.

4.4 Extracción e identificación de nematodos fitoparásitos

Se pesaron 200 gramos de suelo por cada muestra, luego se depositaron en un recipiente con capacidad de 3L y se adicionó 1200 ml de agua para homogenizar la muestra. La suspensión resultante se dejó reposar por 30 segundos y el sobrenadante de la suspensión se decantó sobre los tamices previamente colocados en orden descendente de la siguiente manera: 0.425 mm 0.250 mm 0.100 mm y 0.045mm de diámetro.

El suelo que quedó sedimentado en el recipiente, se le adicionó 1200 ml de agua repitiendo el procedimiento anterior dos veces más. El suelo sedimentado en los tamices de menor diámetro (0.100 mm y 0.045 mm) se lavó con una peseta y se depositó directamente en un tubo Falcon con 30 ml de agua y se centrifugó durante cinco minutos a 2000 rpm. En esta etapa se observó una fase sólida (suelo con los nematodos) y una líquida (agua). Se eliminó el agua del tubo que contiene el sedimento de suelo luego se le adicionó 30 ml de solución azucarada (sacarosa) con una densidad específica de 1.018. Se homogenizó la solución y se centrifugó por dos minutos a 2000 rpm. El sobrenadante se decantó por el tamiz de menor diámetro (0.045mm) y se lavó en 100 ml de agua para luego observar la solución mediante el microscopio óptico (Gutiérrez, 2012).

4.5 Identificación de nematodos

Para la identificación y conteo de géneros de nematodos extraídos se usó un microscopio óptico, además del uso de la clave taxonómica de Johan y Van Bezooijen (1984) y el manual de identificación de nematodos de Mekete *et al.* (2012) para comparar características morfológicas de los nematodos.

4.6 Cálculo de diversidad de nematodos fitopatógenos en el cultivo de papa

Se realizó el conteo de nematodos para determinar las frecuencias y diversidad de nematodos fitopatógenos, los cálculos se realizaron mediante las fórmulas descritas por Norton (1978) detalladas a continuación:

a) Frecuencia absoluta:

$$FA = \frac{\text{Números de muestras que contiene una especie}}{\text{Número total de muestras recolectadas}} \times 100$$

b) Frecuencia relativa:

$$FR = \frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie}}{\text{Suma de las frecuencias absolutas de todas las especies}} \times 100$$

c) Densidad absoluta:

$$DA = \frac{\text{Número de individuos de una especie en una muestra}}{\text{Volumen o masa o unidad de la muestra}} \times 100$$

d) Valor de prominencia absoluta:

$$VP = \frac{\text{Densidad absoluta} \times \sqrt{\text{Frecuencia absoluta}}}{100}$$

4.7 Variables evaluadas

Abundancia: Se entiende como el número de nematodos fitopatógenos por género. Se realizó conteo de nematodos con características de fitopatógenos y se identificó con las claves taxonómicas de Johan y Van Bezooijen (1984) y Mekete *et al.* (2012).

Diversidad de géneros de nematodos: Se realizó mediante cálculo de frecuencia absoluta que consiste en el número de veces que se repite un resultado con el conjunto de todas las observaciones y frecuencia relativa que es la proporción de cada frecuencia absoluta, es decir, el número de veces que se produce ese resultado dividido entre el número total de datos observados. El valor de prominencia se obtuvo del resultado de las densidades absolutas por la raíz cuadrada de la frecuencia absoluta.

4.8 Análisis de datos

Los datos de la variable abundancia genérica se organizaron en una base de datos en el programa Microsoft Excel 2013. Además, para la variable diversidad de géneros de nematodos, se calculó la frecuencia absoluta y relativa de cada género y luego se calculó la frecuencia absoluta frecuencia relativa, y valor de prominencia absoluta de nematodos fitopatógenos en muestras de suelo de las localidades de Jinotega y Matagalpa.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Identificación morfológica de nematodos fitopatógenos

Se realizaron 26 colectas de suelo distribuidas en los departamentos de Jinotega y Matagalpa, identificándose 5 generos de nematodos fitoparasitos, correspondiente a *Criconemoides* spp, *Helicotylenchus* spp, *Psilenchus* spp, *Rotylenchus* spp, *Tylenchus* spp (cuadro1.)

Cuadro 1. Nematodos fitopatogenos identificados en los departamentos de estudio

Clase	orden	Genero	Habito alimenticio
Secernente a	Tylenchida	<i>Tylenchus</i>	Endoparásitos
	Criconematida	<i>Criconemoides</i>	Ectoparásitos
	Hoplolaimidae	<i>Helicotylenchus</i> , <i>Rotylenchus</i>	Ectoparásitos
	Psilenchidae	<i>Psilenchus</i>	Endoparásitos migratorio



Figura 5. Generos de nematodos asociados al cultivo de repollo, (A) *Tylenchus* (B) *Criconemoides*, (C) *Psilenchus*, (D) *Helicotylenchus*.

Los nematodos fitoparasitos identificado en este estudio se reportaron afectando diferentes cultivos de importancia agrícola en *Cucurbitáceas*, *Solanácea*, (Tileubayeva et al.; 2021, Bernard & Bonsi 2017) así como en el departamento de jinotega onde se reportaron en el cultivo de repollo los generos *Helicotylench* y *Tylenchus*.

Lo que demuestra que estos generos se distribuyen en diferentes zonas del país. Peraza (2010) destaca la importancia de contextualizar la biodiversidad y generos de nematodos fitoparasitos por cultivos y zonas geográficas para un manejo sostenibles de sus poblaciones.

5.2 Frecuencia adsoluta de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de los departamentos de Jinotega y Matagalpa.

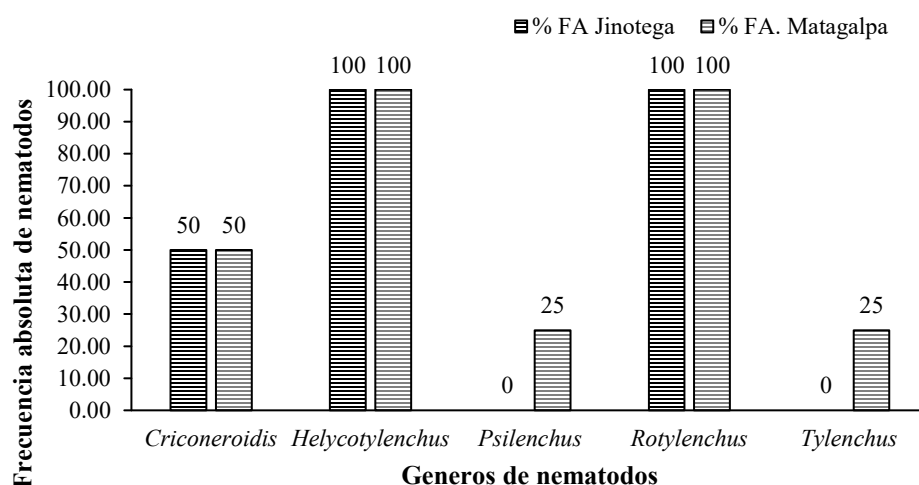


Figura 6. Frecuencia absoluta de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de los departamentos de Jinotega y Matagalpa.

Estos nematodos son endoparásitos migratorios que colonizan las raíces causando lesiones corticales y facilitando la entrada de patógenos secundarios (López, 2020; Meza et al., 2004). Su presencia generalizada coincide con lo descrito por Waceke (2007) y Varghese (2012), quienes señalaron a *Helicotylenchus* como uno de los géneros más comunes en cultivos de repollo en África y Asia. Además, la mayor frecuencia registrada en Matagalpa podría estar asociada a un uso más intensivo del suelo y a la continuidad de monocultivos, factores que incrementan la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos (Castellón, 2009; Sánchez & Zúñiga, 2023).

Por su parte, *Meloidogyne* spp. fue el género más prevalente, especialmente en los municipios de San Isidro y La Dalia. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Wesemael et al. (2011) y Grabau et al. (2022), quienes destacan que las especies del género *Meloidogyne* son los

nematodos más dañinos en cultivos de *Brassica* a nivel mundial, provocando la formación de agallas y reducciones significativas del rendimiento. En condiciones similares, *Meloidogyne* incognita y *M. javanica* han mostrado una alta capacidad de reproducción en suelos de textura media y con contenido moderado de materia orgánica (Tileubayeva et al., 2021), características comunes en los suelos de Matagalpa (INIDE, 2012).

El género *Pratylenchus* spp. presentó una distribución más homogénea entre ambos departamentos. Este comportamiento es consistente con lo descrito por Lima et al. (2015), quienes señalan que los nematodos de lesiones radiculares tienden a mantener poblaciones estables en distintos tipos de suelos, debido a su capacidad de sobrevivir como endoparásitos facultativos. Además, *Pratylenchus thornei* y *P. brachyurus* se han documentado afectando diversas hortalizas en Nicaragua (Salazar & Guzmán, 2013; González & Pomares, 2023), lo cual podría indicar su adaptación regional y su papel relevante en las pérdidas de rendimiento de repollo.

La detección moderada de *Criconemoides* spp. sugiere su preferencia por ambientes menos perturbados o con mayor cobertura vegetal, tal como lo señalan Ramírez y Torres (2018), quienes vinculan su abundancia a suelos con menor laboreo y mejor estructura. En contraste, *Psilenchus* y *Tylenchus* solo se detectaron en Matagalpa, lo cual podría atribuirse a diferencias locales en el contenido de materia orgánica y actividad microbiana (Calderón et al., 2022). Ambos géneros suelen asociarse con condiciones de suelo biológicamente activas y con altos niveles de residuos vegetales, que favorecen su desarrollo (Luc et al., 1990; Norton, 1978).

En conjunto, la composición nematológica registrada demuestra que el cultivo de repollo en Matagalpa y Jinotega se encuentra bajo una presión significativa de nematodos fitoparásitos de diversa biología y comportamiento. La coexistencia de géneros endoparásitos sedentarios (*Meloidogyne*) y migratorios (*Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Tylenchus*) indica un sistema de suelo degradado por monocultivo, lo que coincide con los patrones observados por Pedroche et al. (2013) en Filipinas y Karuri et al. (2017) en África oriental. Esta diversidad refleja la interacción entre factores edáficos, climáticos y de manejo agrícola (Agrios, 2001; Perry et al., 2024).

La mayor abundancia de nematodos en Matagalpa también puede estar influida por diferencias en textura del suelo, drenaje y prácticas de fertilización. Según Zeledón et al. (2014), los

sistemas con aplicación frecuente de fertilizantes orgánicos y manejo intensivo pueden modificar la estructura del suelo, generando microambientes favorables para ciertos géneros. Asimismo, la topografía y el régimen hídrico de Matagalpa podrían propiciar la dispersión pasiva de nematodos mediante escorrentía y herramientas de labranza (Coyne et al., 2009).

Estos resultados subrayan la necesidad de estrategias de manejo integrado de nematodos (MIN), priorizando la rotación de cultivos con gramíneas no hospedantes, la incorporación de enmiendas orgánicas y el monitoreo fitopatológico regular (Bernard et al., 2017; Grabau et al., 2022). La implementación de prácticas sostenibles, como la biofumigación y el uso de extractos vegetales nematicidas, ha mostrado reducir la densidad de poblaciones de *Meloidogyne* y *Pratylenchus* en cultivos de *Brassica* (Maleita et al., 2022; Khan, 2015). En este contexto, la información obtenida constituye una base técnica para diseñar programas de manejo diferenciados según las condiciones agroecológicas de cada zona.

5.3 La frecuencia relativa de nematodos fitoparásitos en suelos de Jinotega y Matagalpa evidencia

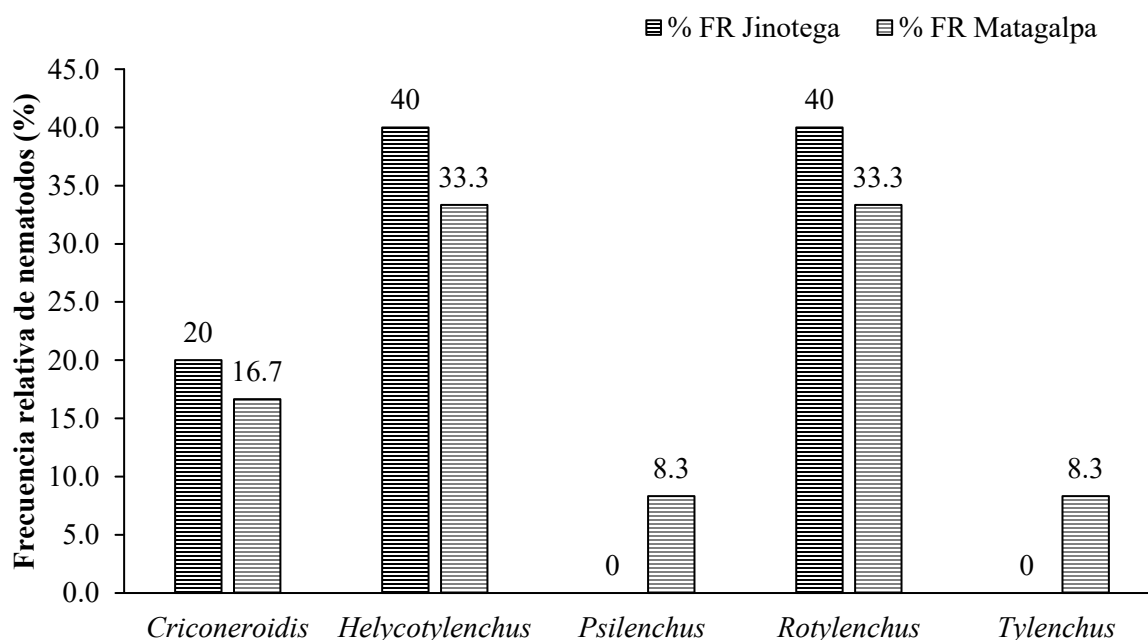


Figura 7. Frecuencia relativa de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de los departamentos de Jinotega y Matagalpa.

La frecuencia relativa de nematodos fitoparásitos en suelos de Jinotega y Matagalpa, evidencia variaciones atribuibles a factores agroecológicos y de manejo. *Psilenchus* sp., reportado por Hassan (2020) con una incidencia del 15.7% en cultivos de Brassica, mostró en este estudio una frecuencia menor (8.3%) limitada a Matagalpa, lo que podría reflejar diferencias en condiciones edáficas y prácticas agrícolas.

Helicotylenchus sp. Se posicionó como el género dominante en ambas regiones (40%), respaldando lo señalado por Thant y Sabei (2019), quienes asociaron su alta frecuencia (25%) a su adaptabilidad y amplio rango de hospederos. En contraste, *Tylenchus* sp. (8.3%) y *Criconemoides* sp. (20% en Jinotega y 16.7% en Matagalpa) presentaron valores relativamente bajos, aunque consistentes con registros previos.

La elevada presencia de *Helicotylenchus* y *Rotylenchus* en ambas localidades podría estar vinculada al predominio del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) reconocido como hospedero de estos géneros (Morales, 2022), lo que favorece su persistencia y proliferación en sistemas agrícolas donde también se cultivan *Brassica oleracea*.

5.4 Prominencia absoluta de nematodos fitoparásitos en el cultivo de repollo

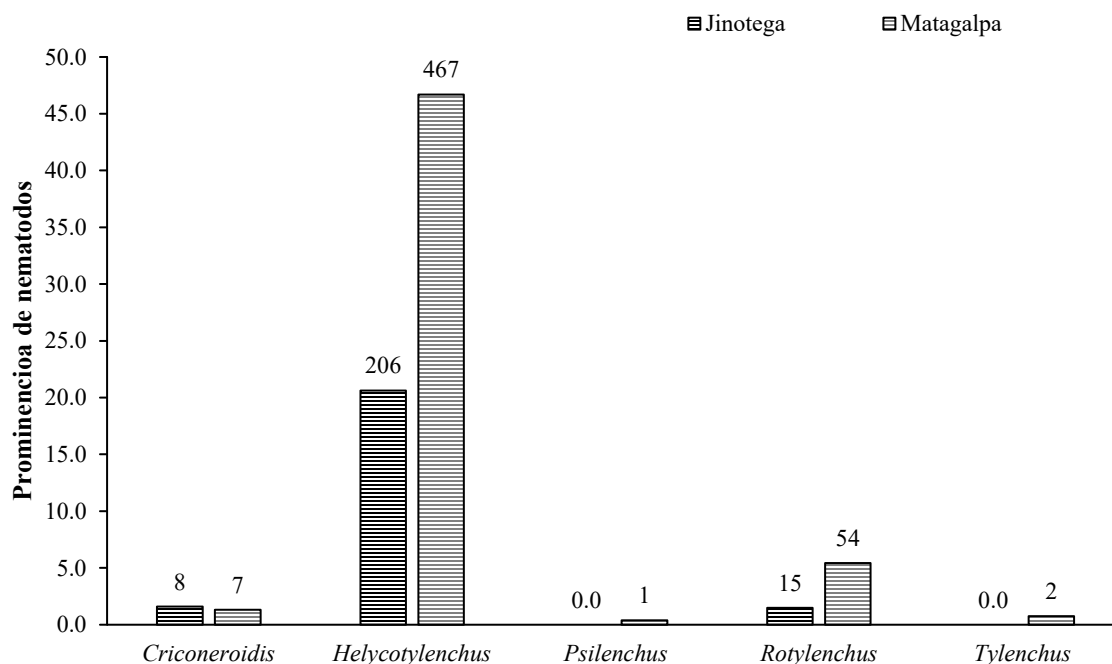


Figura 8. Prominencia de géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelos de departamentos de Jinotega y Matagalpa.

El análisis de prominencia evidenció el dominio de *Helicotylenchus* en ambas localidades, con valores de 467 en Matagalpa y 206 en Jinotega, lo que sugiere una fuerte adaptación a las condiciones edáficas locales y una alta capacidad de establecimiento. *Rotylenchus* mostró una prominencia menor (54 en Matagalpa y 15 en Jinotega), indicando un rol secundario en la comunidad.

Los demás géneros (*Criconemoides*, *Tylenchus* y *Psilenchus*) presentaron valores bajos, reflejando una comunidad nematológica con baja diversidad y dominancia de géneros especializados. Este patrón coincide con lo reportado por Varghese (2012) y Karuri et al. (2017), quienes asocian la alta prominencia de *Helicotylenchus* a sistemas de monocultivo y condiciones de suelo favorables para su desarrollo.

Los resultados coinciden con Varghese (2012), quien reportó predominancia de *Helicotylenchus* (prominencia 300.8) y presencia menor de *Rotylenchus* (12.7) en suelos de repollo. En este estudio, *Helicotylenchus* fue también el género dominante en Matagalpa y Jinotega, con prominencias de 467 y 206 respectivamente, mientras que *Rotylenchus* presentó valores bajos (54 y 15). Otros géneros como *Criconemoides*, *Psilenchus* y *Tylenchus* mostraron prominencias marginales o ausentes, indicando una comunidad nematológica con baja diversidad.

La alta prominencia de *Helicotylenchus* evidencia su importancia fitosanitaria y su probable impacto en el cultivo de repollo, resaltando la necesidad de focalizar medidas de manejo específicas para este género, especialmente en Matagalpa, donde su abundancia es mayor. La baja diversidad nematológica refleja condiciones favorables para la dominancia de géneros adaptados, lo que plantea un riesgo fitosanitario concentrado.

VI CONCLUSIONES

Se identificaron los géneros *Rotylenchus* y *Helicotylenchus* como los principales nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de repollo en las zonas estudiadas.

Rotylenchus y *Helicotylenchus*, fueron los géneros más frecuentes en todos los municipios, destacando su presencia en San Isidro y La Dalia, cuya frecuencia varió según las condiciones locales.

Se evidenciaron diferencias en la distribución de los nematodos entre municipios, influenciadas por factores agroecológicos y prácticas de manejo.

VII RECOMENDACIONES

Promover el análisis nematológico del suelo antes del establecimiento de los cultivos, especialmente en zonas como San Isidro y La Dalia, donde se detectaron varios géneros fitopatógenos.

Fomentar la rotación de cultivos con especies no hospederas en las fincas afectadas, como medida preventiva para reducir la población de nematodos dañinos.

VIII LITERATURA CITADA

- Agrios, G. (2001). Fitopatología. Noriega Editores.
<https://www.worldcat.org/title/fitopatologia/oclc/970539958>
- Banco Central de Nicaragua. (2024). Plan de Producción, consumo y comercio ciclo 2024-2025.
https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/noticias/notas_prensa/2024/PNPCC%202024-2025.pdf
- Bernard, G. C., Egnin, M., & Bonsi, C. (2017). The impact of plant-parasitic nematodes on agriculture and methods of control. En M. Shah & M. Mahamood (Eds.), *Nematology - concepts, diagnosis and control*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68958>
- Castellón, J. (2009). Estudio de poblaciones de fitonemátodos, nemátodos de vida libre, hongos endofíticos y su relación con propiedades físicas y químicas del suelo en el cultivo del plátano en Rivas, Nicaragua [Tesis de grado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6684>
- Concepción, V., Garrido, J., Cebrian, J., Talavera, M., & Manzano, F. (2020). Global research on plant nematodes. *Agronomy*, 10(8), 1148.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10081148>
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius, B. (2009). Practical plant nematology: A field and laboratory guide. International Institute of Tropical Agriculture.
<https://biblio.iita.org/handle/20.500.12478/1636>
- Crozzoli, R. (2014). La nematología en Venezuela. Universidad Central de Venezuela. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/305886989_La_Nematologia_en_Venezuela
- Escobar, M. (2008). Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007) [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1647/>
- Gadea, A., Pineda, A., & Rivera, A. (2014). Poblaciones de nematodos asociados a diferentes sistemas de manejo del café (*Coffea arabica*) en el municipio de El Cuá, departamento Jinotega [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio SIIDCA. <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/UNANM-11531>
- González, F., & Pomares, R. (2023). Ocurrencia de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las reservas naturales Miraflor y Tisey Estelí, 2022 [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/19171/>

- Grabau, Z. J., Noling, J. W., & Sandoval-Ruiz, R. (2022). Manejo de nematodos en cultivos de col. EDIS, 2022(3). <https://doi.org/10.32473/edis-ng048-2022>
- Gutiérrez, Y. (2012). Módulo Práctico: Técnicas de laboratorio. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3779/1/NH20G984.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Nicaragua. https://www.inide.gob.ni/docs/censos/cenagro/IV_CENAGRO_2011.zip
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). (2021, 6 de mayo). Lista de plagas no cuarentenarias reglamentadas en Nicaragua. https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/4%20Sanidad%20Vegetal%20y%20Semillas/LISTA_DE_PLAGAS_NO_CUARENTENARIAS_EN_NICARAGUA_VERSI%C3%93N_VI_MAYO_2021.pdf
- Johan, J. J., & Van Bezooijen, J. (1984). Manual for practical work in nematology. Departament of Nematology, Agricultural University. <https://edepot.wur.nl/354368>
- Kambarov, S., & Eshova, H. (2024). Phytonematodes in cabbage (*Brassica oleracea* subsp. *Capitata* L.) agroecosystems in eastern fergana. International Scientific Conference. <https://doi.org/10.36074/logos-29.03.2024.11>
- Karuri, H. W., Olago, D., Neilson, R., Njeri, E., & Opere, A. (2017). Plant parasitic nematode assemblages associated with sweet potato in Kenya and their relationship with environmental variables. *Tropical Plant Pathology*, 42(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0112-9>
- Khan, M. (2015). Nematode diseases of crops in India. En P. N. Narayanasamy (Ed.), *The diagnosis and management of plant diseases*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2272-9>
- Kumar, V., Rahaman, K., & Walia, R. (2020). Crop loss estimations due to plant-parasitic nematodes in major crops in India. *National Academy Science Letters*, 43(5), 409-412. <https://doi.org/10.1007/s40009-020-00895-2>
- Lima, F. S., Santos, G. R., Nogueira, S. R., Santos, P. R., & Correa, V. R. (2015). Population dynamics of the root lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus*, in soybean fields in Tocantins state and its effect to soybean yield. *Nematropica*, 45(2), 170-177. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/8539>
- Luc, D., Hunt, D., & Machon, E. (1990). Morphology, anatomy and biology of plant parasitic nematodes- a synopsis. International Institute of Parasitology. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9780851986877.0000>
- Luna, J. (1999). Nemátodos fitoparásitos en palma africana *Elaeis guineensis* (Jacq) y cocotero *Cocos nucifera* L. en el Atlántico Sur, Nicaragua [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2179/>

- Maleita, C., Abrantes, I., & Esteves, I. (2022). Plant parasitic nematodes. University of Coimbra. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-2244-7>
- Mekete, T., Dababat, A., Sekora, N., Akyazi, F., & Abebe, E. (Comps.). (2012). Identification key for agriculturally important plant-parasitic nematodes prepared for the International Nematode Diagnosis and Identification Course 2012 - A manual for nematology. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1296>
- Meloau, Z., Noling, J., & Sandoval, R. (2022). Manejo de nematodos en cultivos de col. Universidad de Florida. <https://doi.org/10.32473/edis-ng048-2022>
- Meza, P. (2019). Nemátodos fitoparásitos de importancia agrícola enemigos a considerar en el cultivo del ajo. Ministerio de Agricultura de Chile. Biblioteca INIA. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/66993>
- Meza, V., Floriani, E., & López, R. (2004). Nematodos fitopatogenos. Centro de investigaciones Biologicas del Noroeste, S. C. <https://www.cibnor.gob.mx/investigacion/agricultura-en-zonas-aridas/publicaciones-del-programa/articulos-cientificos/1107-nematodos-fitopatogenos>
- Musyarofah, A., & Indarti, S. (2020). Host range of stem and bulb rot parasite nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Key Engineering Materials, 840, 137–141. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.840.137>
- Nicol, J., Davies, K., Hancock, T., & Fisher, J. (1999). Yield loss caused by *Pratylenchus thornei* on wheat in South Australia. Journal of Nematology, 31(4S), 367-376. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620436/>
- Norton, D. C. (1978). Ecology of plant-parasitic nematodes. Wiley-Interscience Publication.
- Pedroche, N., Villanueva, L., & Waele, D. (2013). Plant-parasitic nematodes associated with semi-temperate vegetables in the highlands of Benguet Province, Philippines. Journal of Plant Diseases and Protection, 120(3), 278-294. <https://doi.org/10.1007/BF03356481>
- Peraza Padilla, W. (2010). Nematofauna asociada al cultivo de café (*Coffea arábica*) orgánico y convencional en Aserri, Costa Rica. Ingenierías & Amazonia, 3(2), 105-112. <https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Facultades/Facultad%20de%20Ingenieria/Publicaciones/Revista%20ingenieria%20y%20amazonia/2010/Volumen%203%20No.%202/105-112.pdf>
- Perry, R., Moens, M., & Jones, J. (2024). Plant nematology (3ra ed.). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781800623315.0000>
- Rodríguez Flores, M. A. (2020). Ocurrencias de nematodos fotoparásitos y prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* L.) en Mirafior, Estelí, 2019 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4153/1/tnh10r696f.pdf>

- Safdar, A., & McKenry, M. V. (2012). Incidence and population density of plant-parasitic nematodes infecting vegetable crops and associated yield losses in Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(2), 327-333. https://www.researchgate.net/publication/287178082_Incidence_and_Population_Density_of_Plant-Parasitic_Nematodes_Infecting_Vegetable_Crops_and_Associated_Yield_Losses_in_Punjab_Pakistan
- Salazar, J. (2012). Densidad y diversidad de nemátodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua [Tesis de grado, Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7161>
- Salazar, W., & Guzmán, T. (2013). Nematodos fitoparásitos asociados al tomate en la zona occidental de Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 37-46. <https://doi.org/10.15517/am.v24i1.9796>
- Sánchez, A., & Zúñiga, M. (2023). Impacto ambiental del manejo fitosanitario del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) en zonas productivas de Jinotega y Matagalpa en la época de postrera de 2022 [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4491/>
- Schmitt, D., & Sipes, B. (2000). Plant-parasitic nematodes and their management. En J. Silva & R. Uchida (Eds.), *Plant nutrient management in Hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture*. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/pnm6.pdf>
- Sigh, R., & Kumar, U. (2013). Assessment of nematode distribution and yield losses in vegetable crops of western Uttar Pradesh in India. *International Journal of Science and Research*, 6(14), 227-231. <https://www.ijsr.net/archive/v6i14/v6i14.php>
- Tileubayeva, Z., Avdeenko, A., Avdeenko, S., Stroiteleva, N., & Kondrashev, S. (2021). Plant-parasitic nematodes affecting vegetable crops in greenhouses. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(9), 5428–5433. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.05.075>
- Tytgat, T., Meutter, J. D., Gheysen, G., & Coomans, A. (2000). Sedentary endoparasitic nematodes as a model for other plant parasitic nematodes. *Nematology*, 2(1), 113-121. <https://doi.org/10.1163/156854100508827>
- Vallejo, D., Martinez, A., Marchant, H., & Perez, G. (2021). Occurrence and molecular characterization of cyst nematode species (*Globodera* spp.) associated with potato crops in Colombia. *PLoS ONE*, 16(7), e0241256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241256>

- Varghese, A. (2012). Nematode association in cabbage, *Brassica oleracea* L. var. capitata and its management using botanicals [Tesis de grado, Kerala Agricultural University]. Krishikosh. <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810015099>
- Waceke, J. (2007). Plant parasitic nematodes associated with cabbages in Kenya. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1071-1074. <https://www.acss.ws/upload/fullpapers/2007/1071-1074.pdf>
- Wesemael, W. M. L., Viaene, N., & Moens, M. (2011). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*, 13(1), 3–16. <https://doi.org/10.1163/138855410X526831>
- Zeledon, O., Chavarria, Y., & García, R. (2014). Efecto de tres métodos de fertilización orgánica en la producción de repollo (*Brassica oleracea*) [Tesis de grado, Universidad Autonoma de Nicaragua]. Repositorio UNAN-León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3412/1/227168.pdf>
- Zepeda, P. (1979). Determinación de la presencia y distribución de nematodos fitoparásitos en las plantaciones de arroz de Nicaragua [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2483/3/>

IX ANEXOS



Franklin Saenz 3

Anexo 1. Finca del propietario Franklin Sáenz del departamento de Matagalpa.



Carlos Paz

Anexo 2. Finca del propietario Carlos Paz del departamento de Jinotega.



Anexo 3. Montaje de nematodos para observación.