

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Diversidad de Nematodos Asociados al Cultivo de Zanahoria *Daucus carota* L. en San Nicolás Buenos Aires, Puebla, México.

Por:

EDUARDO LÓPEZ ELVIRA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Diversidad de Nematodos Asociados al Cultivo de Zanahoria *Daucus carota* L. en San Nicolás Buenos Aires, Puebla, México.

Por:

EDUARDO LÓPEZ ELVIRA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dra. Rocio de Jesús Díaz Aguilar
Asesor Principal



Dra. Yolanda Rodríguez Pagaza
Coasesor



M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2025

CARTA DE NO PLAGIO

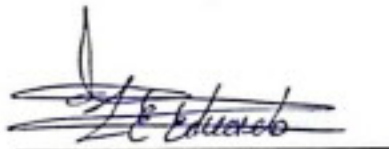
A quien corresponda

Es de mi agrado dirigirme a usted para confirmar la originalidad del trabajo "Diversidad de Nematodos Asociados al Cultivo de Zanahoria *Daucus carota* L. en San Nicolás Buenos Aires, Puebla, México. Quiero asegurar que el contenido de este documento es de mi autoría exclusiva, y no ha sido plagiado ni copiado de ninguna fuente sin citar a los autores. Además, he seguido todas las normativas éticas y académica relacionadas con la citación y referenciación adecuada de cualquier fuente consultada durante el proceso de investigación.

Por lo anterior me hago responsable de las consecuencias de cualquier forma de plagio en caso de existir.

Agradezco su atención y aprecio la oportunidad de mostrar la integridad de mi trabajo.

Atentamente



Eduardo López Elvira

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2025

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios, por todas sus bendiciones, cada uno de los actos de amor que me ha demostrado me ayudaron a ir mejorando en mi persona, me acompañaste y protegiste para lograr esta meta tan anhelada, gracias por brindarme la inteligencia, sensatez, salud y guiarme en cada paso, todos estos actos me ayudaron a no perder la fe en que siempre has estado presente y que deseo que así sea siempre.

A mi Universidad Agraria Antonio Narro, mi querida Alma Mater, Por abrirme las puertas a su gran bondad como institución, darme la oportunidad de ser parte de la mejor universidad de agronomía y tener el honor de poder llamarme “buitre”, todo se queda en una gran y hermosa experiencia que dejara una gran huella en mi vida.

A la Dra. Yisa Ochoa María Fuentes, Por su apoyo brindado y sus consejos a manera profesional y la confianza de poder realizar este proyecto.

A la Dra. Rocío de Jesús Díaz Aguilar, Porque desde el principio me mostró su apoyo y orientación para poder realizar este proyecto, por su paciencia, tiempo, dedicación, consejos y su linda forma de ser.

A la Dra. Yolanda Rodríguez Pagaza, Por todo su apoyo en cada una de las situaciones que se presentaron en donde me brindo su ayuda y aceptar formar parte del comité de asesoría en este trabajo.

Al Departamento de Parasitología y a todos los profesores que forman parte de la mejor especialidad que tiene la universidad, que en conjunto con sus experiencias y consejos contribuyen a la formación de profesionales para el ámbito agronómico, me siento agradecido de ser parte de este gran departamento y de haber tenido tan grandes mentores.

A mis Amigos, que se volvieron mi segunda familia, a pesar de traer diferentes historias, existía en especial algo que nos unida, el sacrificio, esfuerzo y valentía, puestas en el corazón para alcanzar esta meta.

DEDICATORIA

A mis amados padres:

Eduardo López Blancas y Patricia Elvira de Jesús

No encuentro el texto perfecto para poder escribir los que significan para mí, solo puedo decir lo que realmente sale de mi corazón, siempre he agradecido a Dios que en mi vida me halla bendecido con ustedes, no pude ser más grato de poder tener el honor de llamarlos papa y mama, gracias por todo su esfuerzo, dedicación, sacrificios y apoyo, ustedes mejor que nadie saben todas las situaciones que se han presentado, este triunfo es mío, así como de ustedes, porque sabían con exactitud cuánto deseaba lograrlo, y lo feliz que me iba hacer verlos a ustedes cuando lo lograra, en toda mi vida los voy a llevar en mi corazón, siempre van a ser mi más grande y mejor ejemplo, espero en Dios que me permita agradecerles con todo mi amor, lo que han hecho por mi hermano y por mí, gracias por la familia que han construido juntos. Les dedico con todo mi ser este logro. Los Amo.

A mi hermano:

Carlos López Elvira

Sin duda alguna Dios no pudo bendecirme de una manera más grata que contigo para describir de forma perfecta la palabra hermano, eres mi mejor confidente, te agradezco tanto por todo, me has demostrado en hechos lo que cualquier ser humano desearía, "lealtad" a pesar de las diferentes personalidades siempre van a existir dos cosas que nos van a unir, la confianza y el amor.

A mis abuelos paternos:

Bulmaro López Sánchez y Jacinta Blancas Juárez †

A mi abuelo, por mostrarme el cariño que todo nieto estima de un abuelo y todo el amor que me demuestra, Gracias por las bendiciones en cada despedida, A mi abuela, gracias por su cariño y amor todo el tiempo y a pesar de que no esté

físicamente, sabía que le daría gusto que lograra esta meta. Gracias a los dos por animarme y ser parte de mi ejemplo, por todo el cariño, también se los dedico.

A mis abuelos Maternos:

Abel Elvira Mora † y Lucia de Jesús Mora †

Me hubiera encantado tenerlos conmigo, me toca mandarles un abrazo hasta el cielo y agradecerles por todo su amor, cariño, enseñanzas y consejos, sé que siempre estaban orgullosos de que continuara con mis estudios y se lo que significaba para ustedes, con todo mi cariño les dedico este logro.

A mis familiares:

En general, cada uno de ustedes sabe quién estuvo presente, por parte de las dos familias, de verdad les agradezco todo su apoyo consejos y ánimos, cada uno de estos actos formaron parte de esta aventura.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------------|
| AGRADECIMIENTOS | IV |
| DEDICATORIA | V |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS | X |
| RESUMEN | XI |
| ABSTRACT | XII |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivo General | 3 |
| Objetivos Específicos | 3 |
| Hipótesis | 3 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| Origen y distribución | 4 |
| Cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota L.</i>) | 4 |
| Clasificación Taxonómica | 4 |
| Descripción botánica y Morfológica | 5 |
| Importancia de cultivo | 5 |
| Plagas presentes en el cultivo de zanahoria | 7 |
| Enfermedades presentes en el cultivo de zanahoria | 7 |
| Nematodos | 8 |
| Importancia de los nematodos | 9 |
| Nematodos de vida libre | 10 |
| importancia en el ecosistema | 10 |
| Nematodos fitoparásitos | 11 |
| Nematodos ectoparásitos | 12 |
| Nematodos semi-endoparásitos | 12 |
| Nematodos endoparásitos migratorios | 13 |
| Nematodos formadores de quistes | 13 |
| Ciclo biológico de nematodos | 14 |
| Nematodos fitoparásitos en el mundo | 14 |
| Nematodos asociados al cultivo de zanahoria | 15 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 17 |
| Ubicación | 17 |

| | |
|---|-----------|
| Muestreo..... | 17 |
| Ubicación del sitio de muestreo..... | 17 |
| Obtención de nematodos..... | 18 |
| Identificación morfológica | 19 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 20 |
| Identificación morfológica de nematodos | 20 |
| Genero <i>Dorylaimus</i> | 21 |
| Genero <i>Rhabditis</i> | 22 |
| Genero <i>Thylenchus</i> | 23 |
| Genero <i>Aphelenchus</i> | 24 |
| Genero <i>Psilenchus</i> | 25 |
| Genero <i>Hemicycliophora</i> | 26 |
| CONCLUSIONES | 28 |
| LITERATURA CITADA..... | 29 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Datos geográficos del sitio de muestreo..... | 18 |
| Tabla 2: Géneros identificados asociados al cultivo de zanahoria en el lugar de muestreo. | 20 |
| Tabla 3: Numero de géneros obtenidos de la muestra (No. individuos/100g de suelo). | 20 |
| Tabla 4: Parámetros ecológicos de nematodos asociados al cultivo de zanahoria | 21 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Ubicación geográfica del sitio de muestreo..... | 18 |
| Figura 2: Morfología del nematodo <i>Dorylaimus</i> spp..... | 22 |
| Figura 3: Morfología del nematodo <i>Rhabditis</i> spp..... | 23 |
| Figura 4: Morfología del nematodo <i>Thylenchus</i> spp. | 24 |
| Figura 5: Morfología del nematodo <i>Aphelenchus</i> spp..... | 25 |
| Figura 6: Morfología del nematodo <i>Psilenchus</i> spp. | 26 |
| Figura 7: Morfología del nematodo <i>Hemicycliophora</i> spp. | 27 |

RESUMEN

El cultivo de la zanahoria es considerado una de las hortalizas más importantes a nivel agrícola debido a su alta demanda, valor nutricional y relevancia económica para los productores. Sin embargo, entre los factores que más afectan su rendimiento se encuentran los nematodos fitopatógenos, responsables de una parte significativa del daño y de las pérdidas económicas en este cultivo. Su rápida capacidad de reproducción y la falta de conocimiento técnico sobre su manejo representan un reto considerable para los agricultores, ya que en las etapas iniciales del cultivo pueden causar daños severos y sin una correcta identificación del organismo a combatir, resulta difícil implementar estrategias de control efectivas. El objetivo de este proyecto fue identificar, mediante características morfológicas, los géneros de nematodos asociados al cultivo de zanahoria en el municipio de San Nicolás Buenos Aires, Puebla. Para ello, se realizó un muestreo de suelo en un predio con historial de siembra de zanahoria, efectuando tres muestreos en la misma superficie. A partir de estas muestras se llevaron a cabo extracciones de nematodos filiformes utilizando el método de embudo de Baermann modificado y posteriormente se elaboraron montajes para su identificación morfológica. El análisis permitió corroborar la presencia de los géneros *Rhabditis* spp., *Dorylaimus* spp., *Tylenchus* spp., *Aphelenchus* spp., *Hemicyclophora* spp. y *Psilenchus* spp. Como resultado final, se determinaron seis géneros de nematodos asociados al cultivo de zanahoria en la zona evaluada. Se recomienda continuar con investigaciones complementarias que permitan desarrollar métodos de control más eficientes para disminuir el impacto de estos organismos en la producción de hortalizas.

Palabras clave: *Daucus carota* L., Nematodos, Fitopatógenos, Plagas

ABSTRACT

Carrot cultivation is considered one of the most important vegetables in agriculture due to its high demand, nutritional value, and economic relevance for producers. However, among the factors that most affect its performance are phytopathogenic nematodes, responsible for a significant part of the damage and economic losses in this crop. Their rapid reproduction capacity and the lack of technical knowledge about their management represent a considerable challenge for farmers, since in the initial stages of the crop they can cause severe damage and without a correct identification of the organism to combat, it is difficult to implement effective control strategies. The objective of this project was to identify, through morphological characteristics, the genera of nematodes associated with carrot cultivation in the municipality of San Nicolás Buenos Aires, Puebla. To this end, soil samples were taken on a plot with a history of carrot planting, carrying out three samples on the same surface. From these samples, extractions of filiform nematodes were carried out using the modified Baermann funnel method, and subsequently, mounts were prepared for their morphological identification. The analysis confirmed the presence of the genera *Rhabditis* spp., *Dorylaimus* spp., *Tylenchus* spp., *Aphelenchus* spp., *Hemicycliophora* spp. and *Psilenchus* spp. As a final result, six genera of nematodes associated with carrot cultivation were determined in the evaluated area. Further research is recommended to develop more efficient control methods to reduce the impact of these organisms on vegetable production.

Keywords: *Daucus carota* L., Nematodes, Phytopathogens, Pests

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) pertenece a la familia de las umbelíferas (Hernández y Blanco, 2015). Originaria de Asia, fue introducida por los colonizadores españoles e ingleses al continente americano, volviéndose rápidamente popular, se considera uno de los vegetales más saludables por su alto contenido de vitaminas y minerales (SADER, 2016). Los cultivares pueden clasificarse según criterios: en anuales o bianuales, esto depende de la forma de sus raíces, en tipos varietales y en híbridas o variedades de polinización abierta (Alessandro y Gabriel, 2011).

En el mundo China lidera obteniendo el primer lugar en producción, con 18,7 M de ton, Uzbekistán con 3.9 M de ton, Estados Unidos, 1.4 M de ton, Rusia 1.4 M de ton y Reino unido con 890,000 ton (WPR, 2025). A nivel mundial México se encuentra en el lugar 21 en la producción de esta hortaliza, desde el 2013 y hasta 2024 se mantiene un registro de producción arriba de las trescientas mil toneladas, en 2024 se registraron 367,242.68 ton, en comparación del 2013 al 2016 la producción bajó un 6.67 %, aunque a partir de esa fecha la producción del cultivo ha sido constante aumentando (Ruiz, 2025).

Actualmente los agricultores se enfrentan a retos importantes en la producción de cultivos, el cambio climático y la presencia de plagas y enfermedades afectan causando daños y pérdidas económicas significativas, se estima que para el 2050 la demanda de alimentos aumente, por ello es importante tener claro a qué tipo de desafíos nos enfrentamos (Cortés *et al.*, 2024). Dentro de los problemas que se presentan en la producción de zanahoria, se encuentran plagas como lo son el pulgón (*Aphis spp*), (*Myzus persicae*), Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae*) y Gusano de alambre (*Agriotes spp*), causando heridas en partes importantes de la planta como lo son raíces, tallos y hojas, facilitando la entrada de patógenos (Campos y Alfredo, 2022).

Para el caso de enfermedades, el tizón foliar es una de las problemáticas más fuertes causado por (*Alternaria spp.*), provocando deterioro drástico en el follaje y

la raíz en casos severos, que tiene como consecuencia pérdidas económicas (Liu *et al.*, 2022). El Moho Polvorientado (*Erysiphe heraclei*), es una de las enfermedades foliares más destructivas causando daños en hojas, peciolo, umbel y frutos (Joike y Saenz, 2004). Los síntomas se basan en manchas blancas polvorientas agrandándose conforme avanza la enfermedad, los peciolo y hojas infestadas se vuelven quebradizas, deformándose, a medida que pasa el tiempo se ponen marrones, marchitándose y mueren, llegando a afectar las umbelas, impidiendo la formación de semillas (Shin, 2000).

Otro de los retos son los problemas con fitoparásitos o mejor conocidos como nematodos que se denominan como gusanos invertebrados los cuales tienen una biología muy interesante, existe un sinnúmero de especies, pero los invertebrados tienen mayor presencia en suelos y medios acuáticos, habitando en diversas partes del mundo (Armenteros, 2025). Dentro de estos microorganismos nos encontramos con nematodos de vida libre cumpliendo una importante función en los suelos, ocupando lugar en los niveles tróficos, donde influyen en los ciclos de los nutrientes, depredación de otros microorganismos como nematodos de importancia fitosanitaria (Salas *et al.*, 2021). Dentro de estos se encuentran los agalladores que generan nódulos en las raíces afectando el paso de sustancias funcionales para las plantas, como lo son especies de *Meloidogyne*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. Hapla*, *M. chitwoodi*, *Nacobbus aberrans* (Tovar, 2024). Lesionadores, como *Ditylenchus dipsaci* y *Pratylenchus penetrans*, los daños que estos provocan se agravan por el ingreso de bacterias y hongos que entran a la planta a través de las lesiones que estos causan (Picca, 2025). El género *Heterodera* spp. que pertenece a los nematodos formadores de quistes, es de importancia económica debido a las grandes pérdidas en el rendimiento, alimentándose del sistema radicular limitando la absorción de agua y nutrientes (Subbotin *et al.*, 2010; Tovar-Soto *et al.*, 2010).

Objetivo General

Identificar morfológicamente los géneros de nematodos asociados al cultivo de zanahoria, en San Nicolás Buenos Aires, Puebla.

Objetivos Específicos

Realizar muestreos en zonas agrícolas del estado de Puebla en donde se establece el cultivo de zanahoria.

Realizar extracciones de nematodos filiformes por el método de embudo de Baermann modificado.

Identificar morfológicamente los diferentes géneros de nematodos asociados al cultivo de zanahoria.

Hipótesis

Se logrará identificar al menos cinco diferentes géneros de nematodos asociados al cultivo de zanahoria.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y distribución

El origen botánico de la zanahoria se localiza en Asia menor, pues ha sido cultivada desde hace dos mil años y fue valorada por determinadas clases sociales en la antigua Grecia, en la actualidad tiene un lugar importante en la alimentación debido a su alto contenido de vitaminas A, B Y C (Jiménez, 2013). Un punto clave es contar con un almacén logístico para la conservación de la zanahoria, pues al ser uno de los vegetales más consumidos en el mundo se debe contar con los cuidados necesarios para una distribución correcta (Marco, 2023).

Cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*)

El cultivo de zanahoria *Daucus carota L.*, tiene un gran interés agronómico, la mayor parte de la producción se comercializa en fresco, sin embargo, no siempre se cumple con las reglas para su conservación (Pañuelas *et al.*, 2023). Esto es importante ya que de acuerdo con el destino final del producto se debe contar con sólidos solubles determinados, el contenido varía entre 7 y 14° Brix, si hay valores mayores a 8 son permitidos (Gabriel *et al.*, 2005; Rodríguez, 2005). Se menciona que para el consumo fresco se desean cantidades mayores, porque tiene influencia en el sabor, haciendo que sea más aceptada para los consumidores (Gaviola, 2013).

Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Subclase: Magnoliidae

Superorden: Asteranae

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae o umbelífera

Género: *Daucus*

Especie: *Daucus carota* L.

(KRBG,2017)

Descripción botánica y Morfológica

Considerada de estación fría cuya temperatura optima de crecimiento es de 15 a 25 °C, teniendo dos etapas de crecimiento, vegetativa, en donde producen un tallo comprimido, una roseta de tallo con peciolos, acumulando reservas carbonatadas en la raíz y reproductiva, aquí las reservas son utilizadas para realizar la elongación de tallos y la floración (INTA, 2013).

La forma de la raíz es cilíndrica hasta redondeada, compuesta a base de parénquima cortical, en donde en la parte externa se encuentra el xilema y en el centro el floema, el cual determina la calidad de la zanahoria, al final del tallo están las umbelas conformadas por flores, azuladas, blancas o amarillas, las semillas tienen un tamaño pequeño con agujones que en los extremos son curvados (Chamorro, 2017).

Importancia de cultivo

Las hortalizas tienen un importante significado de ingresos para los productores, a un más en donde se lleva a cabo la agricultura intensiva, debido a que estos cultivos son de alto valor, porque logran generar ingresos durante todo el año debido a la demanda continua, contribuyendo considerablemente a la economía, local, regional e internacional (Amjad *et al.*, 2024)

Para la economía en el mundo, las hortalizas representan una importante parte en la fuente de ingresos, aportan crecimiento económico para los productores dedicados a esta actividad, estos productos forman parte dentro de la dieta

alimenticia de la población, a la zanahoria se le considera la segunda hortaliza con mayor consumo a nivel mundial después de la papa (Barrionuevo, 2010).

La zanahoria, es una de las hortalizas que se encuentra entre los 10 primeros lugares en el mundo, al año la producción mundial es de 428 M de ton, que se producen en alrededor de 11,5 M de Ha (Virick *et al.*, 2022). La producción en el mundo se ha elevado hasta en un 50 % en rendimiento, de 166,893 hasta 329, 021 M de ton, así mismo también en la superficie cultivada de 383,965 a 1,166,885 ha (Philipp, 2019).

En el mundo las regiones con mayor producción de zanahoria, se encuentran en Asia con 68.8 %, Europa 20.1 %, América 9.4 %, África 5.9 %, Oceanía 0.9 %, los países con mayor producción son China continental con 45, t/ha, Uzbekistán 77.8 t/ha y Estados Unidos de América 56.9 t/ha (FAOSTAT, 2022).

En México este cultivo se produce en 25 estados, mencionando a los principales productores, Zacatecas, Guanajuato, Puebla, Estado de México y Querétaro, la mayor preferencia de consumo es en fresco, obteniendo un 88 % de la producción y el 12 % se procesa (SIAP, 2018).

La región centro del estado de Puebla se caracteriza por su alta producción de hortalizas ocupando importantes lugares en la producción nacional de cultivos como, brócoli, calabaza, cebolla, coliflor, lechuga, nopal, tomate verde y zanahoria, destinando gran parte al mercado internacional (Fox, 2003; SIAP, 2020).

Diversos estudios comprueban que el consumo de este vegetal tiene un efecto en la salud de quienes lo consumen (Rodríguez-Casado, 2016). El aumento en la producción de zanahoria está asociado a las propiedades químicas que contiene esta hortaliza, de las cuales destaca su alto contenido de minerales, fibras, y carbohidratos (Dong *et al.*, 2021).

La demanda de consumo implica mantener más tiempo la calidad, el productor tiene que conservarlo en las mejores condiciones, puesto que, la zanahoria es susceptible a desordenes de fisiología y morfología (Pandey *et al.*, 2020)

Plagas presentes en el cultivo de zanahoria

La zanahoria es afectada por diversas plagas dentro de las cuales destacan los pulgones (*Aphis* spp y *Myzus persicae*), los adultos son de color verde a verde amarillento, largos y ovales, los que son alados se caracterizan por tener una mancha negra dorsal en el abdomen, los daños causados por estos áfidos, son de dos formas, directos, pues al succionar con su aparato bucal la savia que circula por el floema, generan una debilidad en la planta, cambio de color, deformación de tejidos, marchitez y en casos severos la muerte (Dughetti y Lanati, 2013). Los daños indirectos surgen de la capacidad que tienen los pulgones de ser vectores de enfermedades víricas, debido a las características biológicas, alimentación, comportamiento y su amplia distribución (Martínez *et al.*, 2018).

Por otro lado, la Mosca de la zanahoria (*Psilia rosae*) se caracteriza por que los adultos miden 4.5 mm, con cabeza parda y abdomen largado de color negro. La larva es de color blanco tornándose amarilla, inverna en suelos en estado de pupa, y las apariciones de la plaga se presentan en primavera (López, 2013). El daño ocasionado por esta plaga es debido a las larvas, ocasionando galerías en las raíces de manera irregular en la parte externa causando pudrición y pérdida en la comercialización de la zanahoria (Torrez y Suasnabar, 2022).

El Gusano de Alambre (*Agriotis* spp) es otra de las plagas que afectan al cultivo, Las larvas del gusano de alambre son de color dorado, se alimentan de prácticamente todas las partes vegetativas y de suelo de la planta, especialmente en las más jóvenes (INFOAGRO,2025). También ataca a semillas o a las plantas recién germinadas (Restrepo *et al.*, 2012).

Enfermedades presentes en el cultivo de zanahoria

Las enfermedades que afectan a este cultivo se deben principalmente por hongos como (*Alternaria* spp), quien es agente causal de la enfermedad conocida como tizón foliar, que se caracteriza por sus pigmentos oscuros, producidos de manera simple o comúnmente en cadena, que pueden llegar ser ramificadas, incluyendo

especies, saprofitas, endofíticas y patogénicas (Thomma, 2003; Lawrence *et al.*, 2016). Los síntomas aparecen en las hojas con pequeñas lesiones de color marrón verdoso que aumentan de tamaño pasando a marrón oscuro, que a menudo están rodeadas de un halo clorótico (Farra, 2004).

Otras de las enfermedades producidas por hongos se debe a (*Erysiphe* spp.) llamado Moho polvoriento, Inicialmente en las hojas aparece en donde comienza el crecimiento de hongos pulverulentos, extendiéndose cubriendo toda la hoja, en la parte más afectada como en este caso que es el follaje, se distorsiona volviéndose quebradizo y los peciolo se vuelven cafés, causándoles la muerte, el rendimiento se ve afectado, complicando la cosecha mecánica por la rotura del peciolo, temperaturas moderadas y alta humedad relativa favorecen el desarrollo de la enfermedad, el viento propaga fácilmente las esporas (Ekman y Tesoriero, 2015).

También está la presencia de otra enfermedad que se denomina Cavity spot, ocasionada por diferentes especies del género *Phytium* spp., *P. violae*, *P. sulcatum*, *P. ultimun*, *P. coloratum*, ocasionando daños que pueden más de la mitad de pérdidas en el rendimiento, los síntomas son, manchas largas y hundidas en la superficie de la raíz con color translucido, al comienzo de la infección y durante el desarrollo se vuelve de color negro apareciendo grietas y figuras longitudinales, si ocurre un infección por bacterias esta podrían pudrir las lesiones (Vilmorin, 2025).

Nematodos

Como lo mencionan, García *et al.*, (2012), el termino derivado del latín nema = hilo dentro del phylum Nematoda que pertenece a los nematodos. Se considera a los organismos, triploblásticos, protostomados, blastocelomados, bilaterales y los que tienen característicamente el cuerpo cilíndrico, como grupo monofiletico, representando a uno de los phylum más diversificados del reino animalia, los miembros de este grupo parasitan tanto vertebrados como invertebrados, plantas y existen también especies de vida libre (Hugot *et al.*, 2001).

Importancia de los nematodos

Una de las áreas con mayor rama de estudios es la parasitología, involucrando diversos organismos patógenos que causan daños a las plantas, animales y al ser humano, para comprender y facilitar su estudio de la actividad biológica de estos microorganismos, se han dividido en tres grandes grupos, protozoarios, artrópodos y helmintos, el último grupo comprende al Phylum Platyhelminthes (gusanos planos) y Phylum Nematelminthes (gusanos redondos) (Soulsby, 1982).

El phylum Nematelminthes, tiene una gran variedad de géneros, que forman los grupos de nematodos cuyos procesos patológicos generan daños severos a sus hospederos (Brooker, 2010). Los nematodos han desarrollado múltiples mecanismos genéticos a lo largo de su evolución y adaptación a través de estadios de vida libre y parasíticos, adaptándose a diferentes hábitats, tropicales, templados y secos, la situación en la actualidad se ha invertido convirtiendo en zonas de riesgo donde existe presencia de nematodos debido al aumento de humedad y temperatura (Kenyon, 2009).

Estos microorganismos también tienen importancia en la ciencia y la educación, vinculados con las ganancias de conocimiento y salud humana, debido a su biología relativamente simple, investigadores han utilizado nematodos para obtener conocimientos fundamentales en biología molecular y celular (Meneely, 2019).

Los modelos de nematodos se aplican ampliamente en la educación y muchos investigadores han aprendido a llevar a cabo experimentos biológicos con nematodos por primera vez, ya que estos individuos tienen características valiosas, como la reproducción rápida, transparencia microscópica y respuesta de comportamiento haciéndolos interesantes para la investigación (Van *et al.*, 2025).

Por otro lado, los nematodos generan daños en las raíces de plantas, entorpeciendo la translocación de minerales, además de interferir en la fotosíntesis, en consecuencia, las plantas no se desarrollan satisfactoriamente disminuyendo su rendimiento (Anwar y Mickenry, 2010).

Nematodos de vida libre

Se tiene un estimado que existen alrededor de un millón de especies de nematodos, de los cuales se considera que la mitad son edáficos, unas 4,105 especies fitoparásitos y 10,684 de vida libre (Desgarenes *et al.*, 2009). Los de vida libre se alimentan de microorganismos como bacterias, hongos, algas, protozoarios, invertebrados y de otros nematodos, presentes en el suelo. Los nematodos se agrupan en cinco grupos funcionales, parásitos de plantas, bacteriófagos, micofagos, depredadores y omnívoros, por lo cual estos seres están bien representados en la cadena trófica del suelo (Morerira *et al.*, 2012).

importancia en el ecosistema

La relación de nematodos de vida libre con nematodos fitoparásitos, es necesaria dentro de la diversidad del suelo, pues estas relaciones ecológicas y la coexistencia de especies de nematodos tienen a compartir el mismo recurso, hacen que el potencial para un control biológico logre ser más eficiente, relacionando el uso de sustancias orgánicas para controlar la presencia de enfermedades (Leasli *et al.*, 2022). El conocer la estructura de la comunidad de los nematodos, brinda información en relación con los diferentes procesos que se realizan en el suelo, se ha demostrado que los nematodos, ayudan a mejorar las propiedades físicas del suelo, en las que pueden promover la transformación de carbono y nitrógeno (Villenave *et al.*, 2009).

En los últimos años los nematodos de vida libre han sido importantes para la investigación científica a nivel mundial, por su ciclo de vida corto y tolerancia a variaciones en el ambiente, facilitando su estudio, la importancia de estos microorganismos, interviene con la degradación de la materia orgánica para que se logren cumplir los ciclos geoquímicos (Lara *et al.*, 2003).

Dentro del grupo de nematodos de vida libre se encuentra el género *Mononchus*, grupo de nematodos depredadores de otros nematodos, que se pueden encontrar en diversos hábitats tanto acuáticos como terrestres (Ahmad y Jairapuri, 2010). El

gran tamaño corporal hace que sea una característica que resalta en su morfología, en general pueden medir de 0.55 a 3 mm, rara vez se encuentran mayores de 7 mm (Peña y Santiago, 2014). Presentan faringe de gran longitud, musculada y con revestimiento interno, el genital en machos es diórquico y en hembras didelfico-anfidelfico, colas cónicas y alargadas, aunque también pueden aparecer redondas y filiformes (Andrássy, 2009). La cavidad bucal presenta una amplia variación en su morfología determinada por tamaño, posición, y el número de subdientes (Jiménez-Guirado *et al.*, 2007).

Por otro lado, el género *Rhabditis* spp se caracteriza por ser un nematodo de vida libre con ciclo de vida completo, alimentándose de bacterias de suelo. (Li *et al.*, 2015). Este género puede persistir en el suelo por largos periodos de tiempo, aunque se presenten condiciones adversas (Stasiuk *et al.*, 2012). Describiendo a *Rhabditis* spp. como candidato eficiente para el control biológico en el campo (Jiménez *et al.*, 2016).

Nematodos fitoparásitos

Los nematodos fitoparasitos miden alrededor de 1 mm de largo, estos se alimentan de tejidos vegetales (Schmitt y Sipes, 2000). Teniendo una gran variedad de hospedantes, donde se incluye, tejido de diversas plantas, cultivos hortícolas, frutales y forestales (Williams *et al.*, 2021). Afectando las funciones de la planta, reduciendo el crecimiento de raíces, afectando la absorción de agua y nutrientes (Noling, 2025). Estos daños provocan pérdidas económicas importantes (Feyisa, 2021), siendo una amenaza para la producción y seguridad de alimentos en el mundo (Bernard *et al.*, 2017).

De acuerdo con las características morfológicas los machos poseen cuerpo cilíndrico y filiformes, en tanto las hembras, pueden ser, cilíndricas, alargadas o en forma de pera (Van den Berg., *et al.*, 2017). La mayoría presenta una estructura conocida como estilete, ubicada en la parte bucal, la cual utiliza para alimentarse,

destruyendo los tejidos de las plantas principalmente en las raíces como lo son el grupo de los agalladores (Eisenbakc, 2020).

Gran parte de los nematodos fitoparásitos se encuentran en el suelo, relacionándose de manera directa con las raíces de las plantas y alimentándose del tejido de las mismas, esto varía según la especie, pero en general pueden atacar a raíces, tallos, yemas, hojas, frutos y hasta semillas, el tejido afectado varía conforme al nematodo y al huésped, existen técnicas de alimentación que los nematodos con más desarrollo han perfeccionado las cuales se conocen como, ectoparásitos, semi-endoparásitos y endoparásitos migratorios (Delgado *et al.*, 2019).

Nematodos ectoparásitos

Estos se alimentan sin penetrar las raíces, siendo de gran tamaño, más que los endoparásitos, con estiletes largos, esto con la intención de penetrar en el tejido de la raíz (Crozzoli 2014). Se encuentran los ectoparásitos con estilete corto, estos se alimentan principalmente de la epidermis, las células de la corteza y los pelos absorbentes de las raíces; dentro de este grupo se incluyen *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Paratrichodorus* y algunas especies de *Helicotylenchus*. Por otro lado, están los ectoparásitos con estilete largo, que pueden penetrar profundamente en los tejidos de la raíz, especialmente en los ápices, donde ciertos individuos pueden permanecer inmóviles durante largos periodos. Entre los géneros más representativos de este grupo se encuentran *Belonolaimus*, *Criconema*, *Criconemella*, *Dolichodorus*, *Hemicriconemoides*, *Hemicyclophora* y *Xiphinema* (Guzmán y Piedrahita 2010).

Nematodos semi-endoparásitos

Estos nematodos pueden introducir parte de su cuerpo en la planta, usualmente, solo la zona cefálica entra en la raíz, donde originan una célula especializada para su alimentación continua. Después de esto, su cuerpo se expande y permanecen inmóviles, al perder la capacidad de desplazarse, dependen totalmente de la

vitalidad de la planta hospedera, pues si esta muere, ellos también podrían hacerlo. No obstante, esta estrategia les ofrece la ventaja de establecer un punto fijo de alimentación, lo que mejora la captación de nutrientes y favorece su reproducción (APS, 2013).

Nematodos endoparásitos migratorios

Los nematodos endoparásitos migratorios ingresan por completo en los tejidos de la planta y se desplazan libremente dentro de tallos, hojas, raíces y hasta en semillas. Su movimiento y forma de alimentación generan amplias zonas necróticas, ya que extraen el citoplasma celular mediante su estilete, ocasionando muerte de células, en consecuencia, afecta gravemente a la planta. Entre los géneros más representativos de este grupo se encuentran *Aphelenchoides* y *Ditylenchus* (Castaño *et al.*, 2012).

Nematodos formadores de quistes

En los nematodos que forman quistes, las larvas ingresan a las raíces y avanzan a través de las células hasta establecerse en el cilindro vascular, donde originan estructuras de alimentación tipo sincitio dentro del tejido radical del hospedero. Estos sincitios se expanden al integrar el protoplasto de células que han muerto, y funcionan como fuentes exclusivas de nutrientes necesarias para su crecimiento y reproducción mediante relaciones biotróficas (Zhang *et al.*, 2017). Los juveniles (J2) pasan por tres mudas sucesivas hasta alcanzar la etapa adulta. Los machos adultos salen de las raíces, generalmente cerca de la superficie del suelo, y allí se aparean con las hembras. Después de ser fecundadas, generan numerosos huevos que permanecen dentro de su cuerpo, el cual se transforma en un quiste que los protege. Tras la muerte de la hembra, los huevos que contienen larvas en estadio J2 eclosionan, dando origen a juveniles de vida libre (J2) que buscarán nuevas raíces para continuar con el ciclo biológico (Jones, 1987).

Ciclo biológico de nematodos

El ciclo biológico comienza con la puesta de huevos debido a la hembra, los cuales necesitan condiciones adecuadas de humedad y temperatura para desarrollarse, la mayoría ya contiene la primera fase larvaria al ser puestos, esta larva muda dentro del huevo y pasa al segundo estadio. el segundo estadio puede mantenerse en reposo antes de la eclosión, al eclosionar, la larva del segundo estadio invade de inmediato la planta hospedante (Agrios, 2002).

Nematodos fitoparásitos en el mundo

Los nematodos se consideran una amenaza para la producción agrícola, pues causan diversos daños y grandes pérdidas económicas en el mundo (Vera-Morales *et al.*, 2024). Constituyendo uno de los desafíos más serios para la producción agrícola (Coyne *et al.*, 2018). Los nematodos fitoparásitos ponen en riesgo tanto la cantidad como la calidad de numerosos cultivos de alto valor económico en diferentes regiones del planeta. Se calcula que estos organismos ocasionan alrededor del 12,3 % de las pérdidas totales en la producción agrícola, lo que equivale a unos 157 mil millones de dólares anuales (Slingh *et al.*, 2015).

Entre ellos, los nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne* spp.) destacan como los más relevantes a nivel mundial debido a su amplia distribución y al grave daño que provocan en cultivos esenciales (Sikora *et al.*, 2025). Asimismo, *Meloidogyne* spp. es capaz de alterar los mecanismos de defensa de las plantas, incrementando su vulnerabilidad frente a otros patógenos, como hongos y bacterias, lo que finalmente conduce a pérdidas aún mayores en el rendimiento (Zhou *et al.* 2015).

Se puede agregar que, dentro de las problemáticas de nematodos, están los que son de importancia cuarentenaria, que se define como una plaga de importancia económica potencial, para el área en peligro aun cuando la plaga no existe o, si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial (LFDV, 1994).

Los nematodos que se encuentran en México con estos intereses, están los formadores de quistes *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*, siendo los de mayor importancia, Nematodo agallador *Meloidogyne chitwoodi*, que afecta a cultivos de importancia como la papa, tomate y zanahoria, Nematodo del bulbo de tallo *Ditylenchus dipsaci* y *D. destructor*, presente en plátano (Ramírez-Suárez, 2014).

Nematodos asociados al cultivo de zanahoria

La zanahoria es muy susceptible a nematodos agalladores como *Meloidogyne* spp. ocasionando severas reducciones en el rendimiento, hasta llegar a causar pérdidas totales, cuando se tiene presencia en el cultivo existen deformaciones de raíces adventicias, raíz principal, afectando la calidad y presentación del fruto (Acosta-Ramos *et al.*, 2016).

Existe un reporte del 2009 donde se encontró la presencia del Género *Heterodera* spp, en la zona agrícola del valle de Tepeaca, Puebla, conformada por varios municipios productores (Lugo-Morín *et al*, 2010; Ávila *et al.*, 2017). *Heterodera*, es un nematodo formador de quiste, afecta gravemente la sanidad y rendimientos de los cultivos, alimentación altera el sistema radicular de las plantas (Subbodin y Franco, 2012; Tovar-Soto *et al.*, 2010).

El cultivo de zanahoria se ha encontrado como hospedante del género *Dytilenchus*, conocido como nematodo del bulbo o tallo, capaz de penetrar el tejido del parénquima, atravesando las paredes celulares, causando separación de células y estas tomen una forma redonda, ocasionando apariencia brillante en los tejidos infectados que tiene un parecido a la piel de una manzana con sobre madurez (Sturhan y Brzeski, 1991).

Otro género que genera daños es *Pratylenchus* spp, que se alimenta de las raíces, causando una infección que forma lesiones necróticas que llegan a reducir la capacidad de la planta para absorber nutrientes, por las lesiones se generan aberturas que facilitan la entrada de patógenos y en conjunto causar,

marchitamiento, retraso en el crecimiento y reducción del rendimiento (Castillo y Vovlas, 2007; Jones *et al.*, 2013; Whish *et al.*, 2014).

El aislamiento e identificación de la nematofauna presente en regiones agrícolas nos permite conocer la diversidad de organismos presentes, así como a generar estrategias de control para evitar pérdidas en la producción de alimentos (Moras *et al.*, 2025).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo de enero a junio del presente año, en el Laboratorio de Toxicología dentro del Departamento de Parasitología, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Muestreo

Durante el periodo de febrero a abril, se realizaron muestreos en San Nicolás, Buenos Aires, Puebla, región que presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Las temperaturas varían entre 10° y 18°C y la precipitación anual es de aproximadamente 1,200 a 3,000 mm. El tipo de clima se describe también como templado subhúmedo de menor o mayor humedad, con algunas zonas semi-secas templadas y otras semi-frías subhúmedas con lluvias en verano.

El muestreo consistió en obtener muestras de suelo donde se establece el cultivo de zanahoria, con antecedentes de daños por nematodos como achaparramiento, clorosis en follaje, y deformación de la raíz.

Los materiales que se utilizaron para los muestreos fueron una pala y bolsas de plástico realizando un muestreo al cuadrado, la profundidad de fue de 30 cm un total de 25 submuestras obtenidas de la superficie total, cada submuestra con un peso de 1.5 kg y colocadas en las bolsas de plástico para que al final del muestreo, se lograran mezclar para obtener una muestra homogénea total de 2 kg representativa de toda la huerta.

Ubicación del sitio de muestreo

Los muestreos de suelo se realizaron en el municipio de San Nicolás Buenos Aires, Puebla, donde se establece el cultivo de zanahoria (Tabla 1). Se recolectaron las muestras dentro de las bolsas de plástico de primer uso, para almacenarlas,

etiquetarlas y trasladarlas al laboratorio de Toxicología, ubicado en el Departamento de Parasitología en la UAAAN.

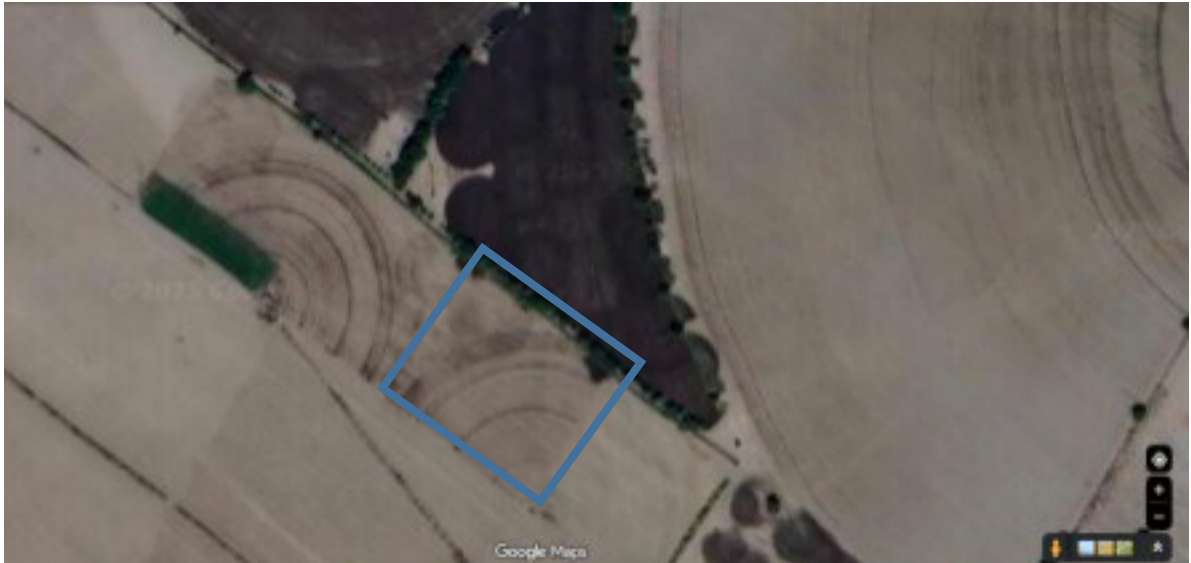


Figura 1: Ubicación geográfica del sitio de muestreo.

Tabla 1: Datos geográficos del sitio de muestreo

| Municipio | Localidad | Sitio de muestreo | Coordenadas | Cultivo |
|---------------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| San Nicolás | San José | Ejidatarios | 19°12'30.9" N | Zanahoria |
| Buenos Aires | Buenavista | San José | 97°30'32.3" W | |
| | | Buenavista | | |

Obtención de nematodos

La extracción de nematodos filiformes se realizó con el método de embudo de Baermann modificado, que consistió en pesar 100 g de suelo, posteriormente la muestra se colocó en un papel kleenex y una malla de soporte. Seguidamente se colocó en el embudo que contenía previamente agua destilada que cubría tres

cuartas partes de su capacidad. Todas las formas activas de los nematodos pasaron a través de la tela y el papel después de 24 a 48 h y se recolectaron 2 ml del líquido en un tubo de ensayo soltando la abrazadera de mohr de la manguera (Cepeda, 1995).

Identificación morfológica

Con una micropipeta se tomó 1 ml de la muestra recolectada, para depositarla en un vidrio de reloj y con ayuda del microscopio estereoscopio se observó la presencia de nematodos. Para realizar la identificación morfológica se llevaron a cabo montas en portaobjetos con azul de lactofenol, poder visualizarlos a 4X, 10X, 40X y 100X, en un microscopio óptico motic (BA210LED), así mismo con apoyo de la cámara del microscopio digital y software Dino-Lite para la observación de las estructuras.

Se determinó el total de géneros por cada muestra y además se realizó el cálculo de frecuencia absoluta con las fórmulas propuestas por (Daza y Mantilla, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación morfológica de nematodos

En el municipio de San Nicolás Buenos Aires, se obtuvieron seis géneros asociados al cultivo de zanahoria los cuales se muestran en la (tabla 2).

Tabla 2: Géneros identificados asociados al cultivo de zanahoria en el lugar de muestreo.

| Municipio | Huerta | Género | Muestra |
|-----------------------------|------------------------------------|------------------------|---------|
| San Nicolás Buenos Aires | Ejidatarios San José Buenavista | <i>Dorylaimus</i> | Suelo |
| | | <i>Rhabditis</i> | Suelo |
| | | <i>Thylenchus</i> | Suelo |
| | | <i>Aphelenchus</i> | Suelo |
| | | <i>Psilenchus</i> | Suelo |
| | | <i>Hemicycliophora</i> | Suelo |

Se realizó el cálculo para obtener la cantidad de individuos presentes en 100 g de suelo, colocando el género y la frecuencia en la que se presentaron, obteniendo que *Aphelenchus* y *Rhabditis* fueron los que tuvieron mayor presencia, seguido de *Thylenchus*, *Psilenchus*, *Dorylaimus* y *Hemicycliophora* como se muestra en la (tabla 3).

Tabla 3: Numero de géneros obtenidos de la muestra (No. individuos/100g de suelo).

| Número de Individuos / 100g de suelo | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------------|-------|
| Zona de Muestreo | <i>Dorylaimus</i> | <i>Rhabditis</i> | <i>Thylenchus</i> | <i>Aphelenchus</i> | <i>Psilenchus</i> | <i>Hemicycliophora</i> | Total |
| Total, en el suelo | 4 | 18 | 8 | 18 | 8 | 2 | 50 |

Por medio de los datos de frecuencia absoluta (Fa) se determinaron los géneros

con mayor presencia, así mismo con la frecuencia relativa (FR) se obtuvo el porcentaje que cada uno de los géneros representa del total de los individuos identificados, mostrados en la (tabla 4).

Tabla 4: Parámetros ecológicos de nematodos asociados al cultivo de zanahoria

| Parámetro | <i>Dorylaimus</i> | <i>Rhabditis</i> | <i>Thylenchus</i> | <i>Aphelenchus</i> | <i>Psilenchus</i> | <i>Hemycycliophora</i> | Total |
|---------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------------|-------|
| Frecuencia absoluta (FA) | 2 | 9 | 4 | 9 | 4 | 1 | 29 |
| Frecuencia Relativa (FR) | 31.03 % | 6.89 % | 13.79 % | 31.03 % | 13.79 % | 3.44 % | 100 % |

Genero *Dorylaimus*

Dentro de la identificación morfológica se encontró al género *Dorylaimus*, por presentar falso estilete que en la terminación tiene forma de bisel, cola redonda, y ligeramente se observa en el esófago su forma ancha. De acuerdo con lo reportado por Sen *et al.*, (2011) y Lafet, (2017) los machos tienen el extremo superior ventralmente más curvado que las hembras, presentan odontoestilete y la cola en su parte final es redonda, se observa en la región cefálica un diente y en el esófago una expansión en forma de botella, que coinciden con la morfológica observada en este trabajo. Se desconoce exactamente de qué se alimentan, aunque se menciona que puede ser de algas ya que el intestino se torna de color verde (Esquivel, 2015).

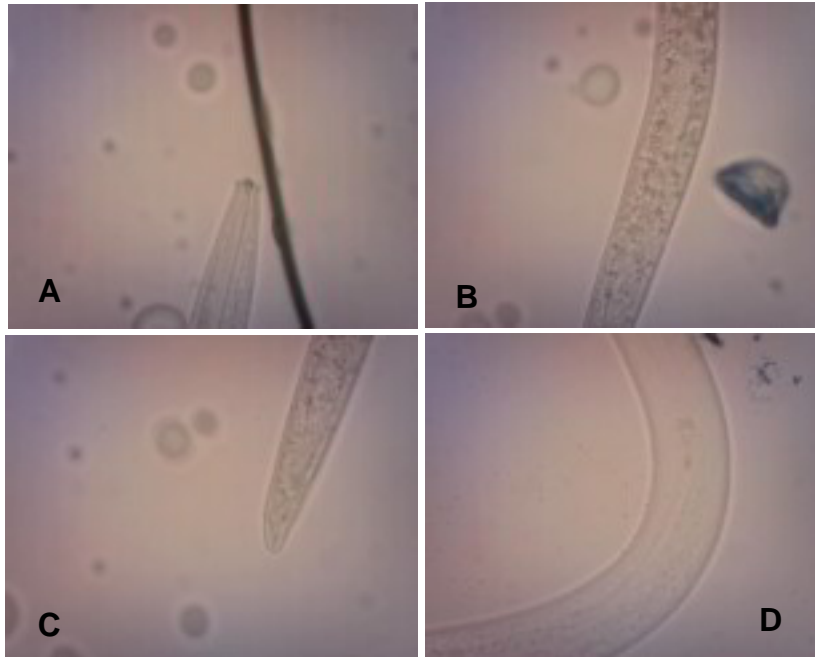


Figura 2: Morfología del nematodo *Dorylaimus* spp. A: región bucal donde se observa el odontoestilete, B: Región media, C: Cola redonda D: Región del Mesenterón

Genero *Rhabditis*

Se logró identificar al género *Rhabditis* spp. que presentó cavidad bucal en forma de tubo, la válvula cardia en forma de mariposa y cola redondeada. Descripciones por Cepeda (1996) y Edcuamadrid (2010) describen a este género importante para el control biológico, caracterizado por presentar cavidad bucal de una manera visible al microscopio, su válvula cardia en forma de mariposa, el poro excretor se sitúa al frente de la base del bulbo basal, con la vulva al 50 % de su cuerpo, tiene fasmidio, la cola presenta variaciones entre filiforme y redondeada, tubo digestivo completo y los órganos respiratorios están en carencia y no se diferencian, como es de vida libre tiene una gran variedad de cultivo hospederos, aunque no los daña de manera directa.

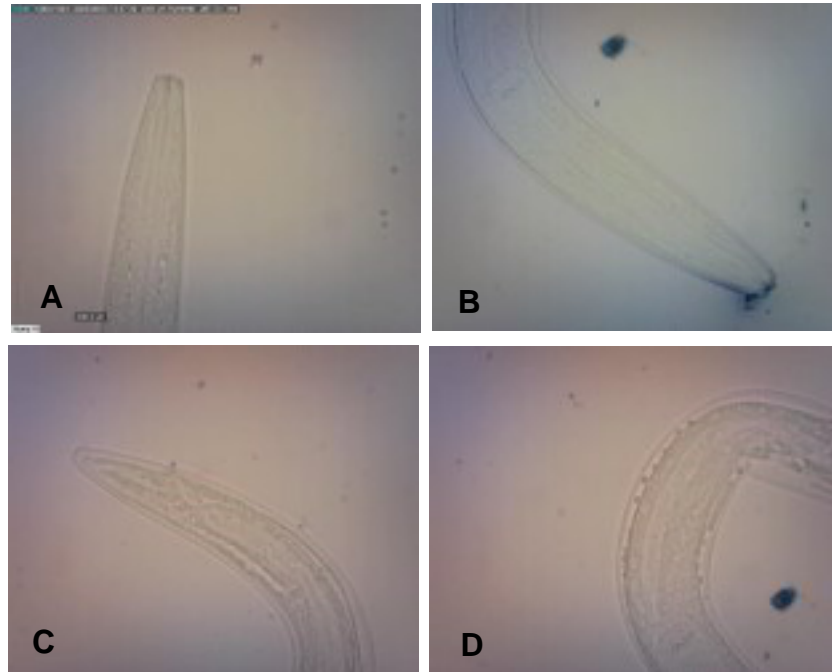


Figura 3: Morfología del nematodo *Rhabditis* spp. A: Cavidad Bucal en forma de tubo B: Válvula cardíaca en forma de Mariposa, C: Cola redondeada, D: Mesenterón

Genero *Tylenchus*

Para el caso de *Tylenchus*, las características observadas fueron el estilete y nódulos poco visibles, filiformes y pueden adoptar forma de espiral, la cola es totalmente filiforme y la región bucal es estriada. Domingo *et al*, (2007) describieron a este género como de Tamaño mediano. según Ramírez, (1997). presenta un cuerpo delgado, estilete débil poco notorio y cola filiforme. Montes, (2003) reporta la presencia de este género al cultivo de chile en varios estados de México, según afirma SENASICA, (2013), el cultivo de chile no figura como hospedante primario ni secundario de este nematodo y no se ha reportado este género en zanahoria.

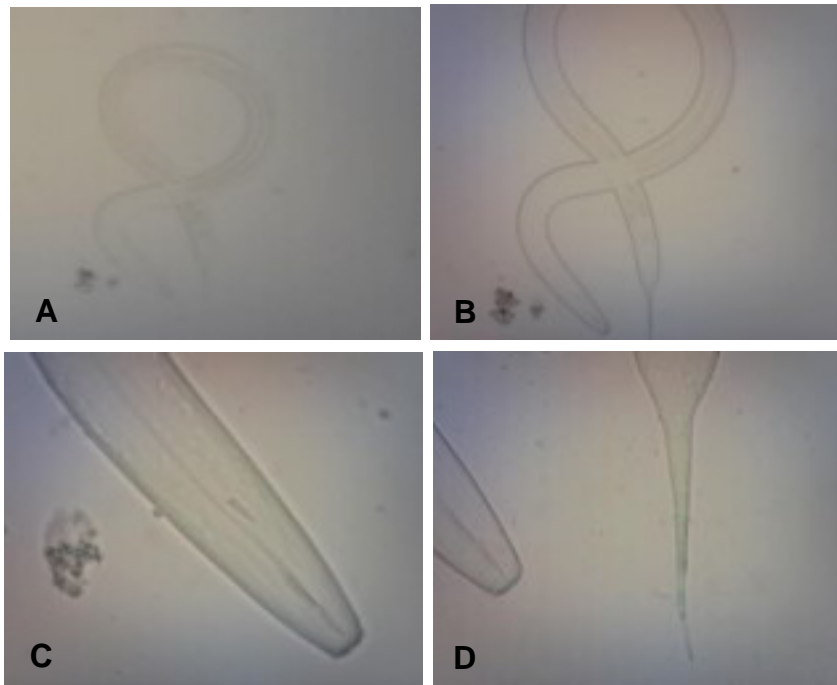


Figura 4: Morfología del nematodo *Thylechus* spp. A: Vista general con microscopio 40x, B: Vista general con mayor visión en región bucal y cola, C: Estilete, nódulos y región bucal estriada, D: Cola en Forma de Ratón.

Genero *Aphelenchus*

En el género *Aphelenchus* spp. la principal característica observada en el bulbo medio es redondo y ancho, la cavidad bucal está en forma de L y parte ensanchada y delgada antes del bulbo medio. Maggnenti (1981), Mai y Mullin, (1996) y Guzmán (2016) mencionan que este nematodo es delgado de aproximadamente unos 0.5 – 1.2 mm de largo, presenta un metacorpus ancho, tiene sobrebocición dorsal del esófago con el intestino, estilete delgado con nódulos muy pequeños, las hembras tienen la cola redonda que en la parte final tienen fasmidio y los machos una espícula ligeramente en forma de arco. Montes (2003) los describe como un nematodo de tipo micofago, es peculiar que se alimente de una gran variedad de hongos, además de tener capacidad de alimentarse de tejido sano de algunas plantas, siendo de cuidado para la producción agrícola.

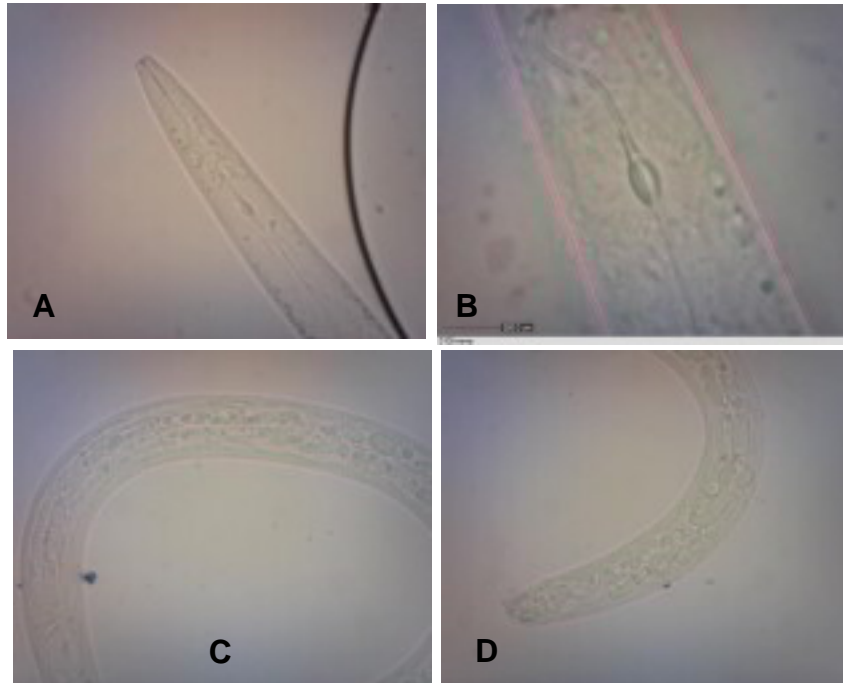


Figura 5: Morfología del nematodo *Aphelenchus* spp. A: Región bucal en L, B: Bulbo Medio Ancho C: Mesenteron, D: Cola redonda.

Genero *Psilenchus*

Otro de los géneros identificados fue *Psilenchus* spp, estos se caracterizaron por observar en la parte bucal su forma de triángulo, el estilete a pesar de que es poco visible y la forma de la cola filiforme con ensanchamiento en la parte final. Mai y Mullin (1996), Eisenbacc (2002), Guzmán (2016) Mencionan que *Psilenchus* son nematodos, delgados, filiformes con estilete poco desarrollado, nódulos basales conspicuos, el esófago no tiene traslape con el intestino, en las hembras la cola tiene estructura filiforme alargada con dilatación terminal. Valadez *et al* (2021) reportan la presencia de este género en el cultivo de berenjena dentro de México.

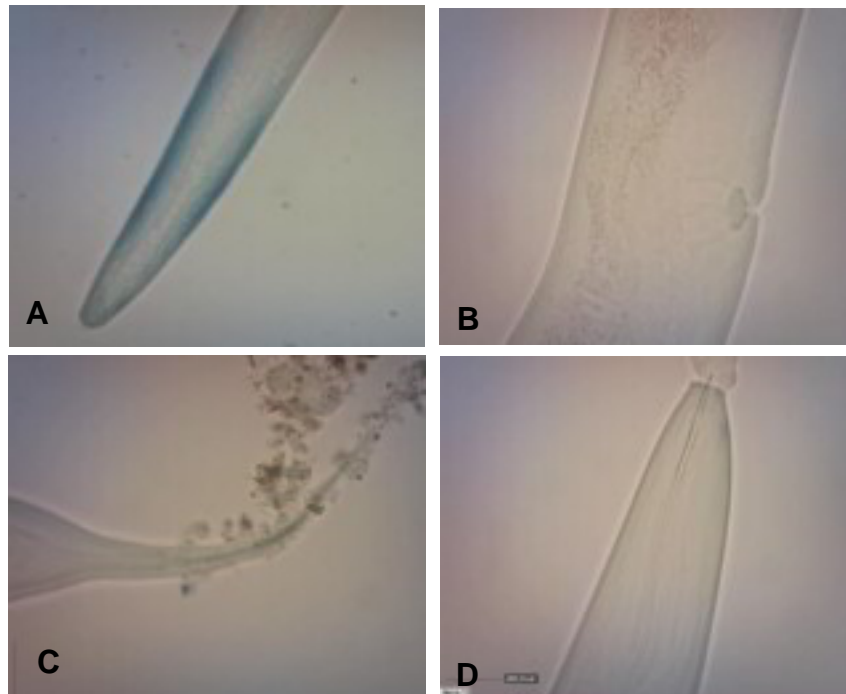


Figura 6: Morfología del nematodo *Psilenchus* spp. A: Terminación bucal en forma de triángulo, B: Vagina de una hembra, C: Cola filiforme con parte ensanchada en la terminación D: Estilete.

Genero *Hemicycliophora*

Para terminar con la identificación, la presencia del género *Hemicycliophora*, se observó que la cola tiene terminación en forma de triángulo, la cabeza redondeada, presento una especie de anillos y doble cutícula. De Man (1921) menciona que la cabeza es redonda, con estilete largo, los nódulos basales dirigidos posteriormente, la cutícula con dos capas desprendidas sueltas, anulación fuerte con la terminación, género que comprende alrededor de 200 especies, que sobreviven a diversos ambientes y provocan lesiones al alimentarse de raíz dejando entradas para patógenos, Mizukubo *et al* (1992), Guzmán-Piedrahita, (2011); Van der Berg y Quénervé, (2012) comentan que tiene un amplio número de hospederos que van desde los cereales, pastos, adversen, hortícolas y hasta forestales.

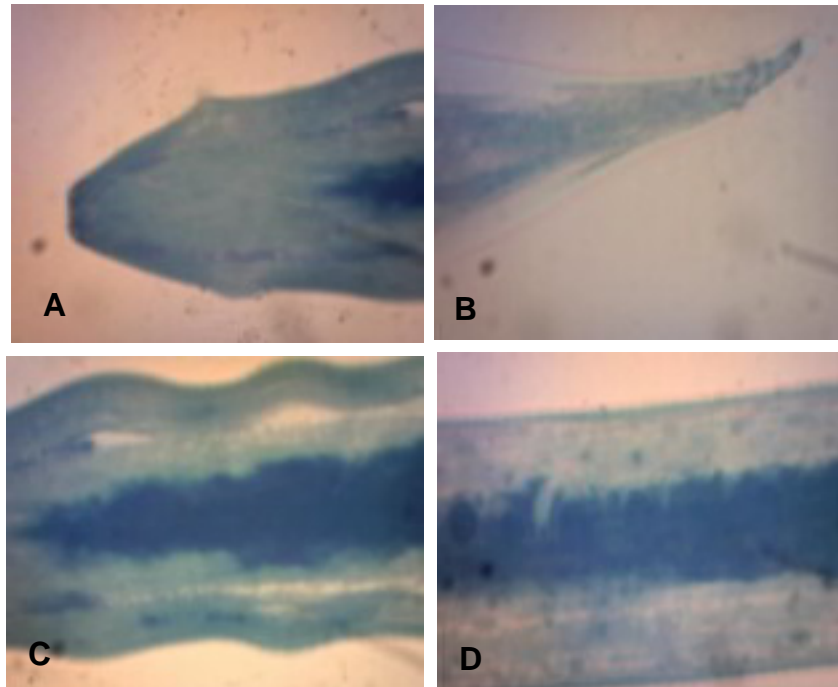


Figura 7: Morfología del nematodo *Hemicycliophora* spp. A: Región bucal redonda B: Cola en terminación triangular. C: Formas de anillos en el cuerpo, D: Doble cutícula

Las principales señales que permiten reconocer la presencia de poblaciones de nematodos incluyen áreas del terreno con poca vegetación, amarillamiento en las hojas más antiguas y un desarrollo limitado o plantas de menor tamaño. Al examinar las raíces, es posible encontrar hinchamientos o deformaciones típicas, muchas veces concentradas en la parte basal de la planta. Estas alteraciones favorecen la invasión de otros organismos dañinos, lo que deriva en procesos de pudrición y un deterioro general del vigor de la planta (Talavera y Verdejo, 2015).

CONCLUSIONES

- Los principales géneros de nematodos que se identificaron asociados al cultivo de zanahoria son considerados de vida libre, sin embargo, se identificaron dos géneros considerados como fitoparásitos.
- Es de suma importancia continuar con trabajos de identificación de la nematofauna presente en campos donde se establecen cultivos hortícolas ya que esto permite crear estrategias de manejo y control.

LITERATURA CITADA

- Acosta, R. M., Garcia, M. C. A., Garcia, M. A. M., Vazquez, S. E., Garcia, M. A., Franco, S. M., Gonzales, D. H. (2016). biológica de carbamatos para el control de (*Meloidogyne* sp.) en tomate y zanahoria en Morelos. Biologico Agropecuadria Tuxpan. 11 P.
- Agrios, G. N. (2002). Fitopatología. 2da. Edición. Editorial Limusa SA de CV México, DF.
- Ahmad, W. y Jairajpuri, M. S. (2010). Mononchida El nematodo depredador del suelo des. Brill, Leiden-Boston:298págs.
- Alessandro, M. S. y Gabriel, E. L. (2011). Panorama varietal del cultivo de zanahoria en Argentina. Horticultura Argentina, 30(72), 14-15.
- American Phytopathological Society -APS-. Introductory Plant Pathology Resources. APSnet. Introduction to the Major Pathogen Groups [Consultado en diciembre del 2025].
- Amjad, U., Arshad, M., Umar, P., y Gul, H. (2024). Nutritional Physiology of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Fed on Different Wheat Varieties.
- Anderson, R. V. (1979). Benthic species of *Dorylaimus* Dujardin, 1845 (nematode: Dorylaimidae) and *Arcti dorylaimus* n. gen. from the Mackenzietories, Canada. Can, J. Zool., 57, 743 – 755. todos fitoparásitos. In Horticultura (Vol. 316, pp. 16–21).
- Ankrom, K. E., Franco, A. L. C., Fonte, S. J., Gherardi, L. A., Milano de Tomasel, C. Andriuzzi, W. S., Shaw, E. A., Sala, O. E., y Wall, D. H. (2020). Los nematodos ectoparásitos y endoparásitos responden de manera diferente en los sitios a los cambios en la precipitación. Ecología. 193:761–771. -7.
- Anwar, S. A., and Mckenry, M. V. (2010). Incidence and reproduction of *Meloidogyne incognita* on vegetable crop genotypes. Pakistán. J. Zool. 42(2):135.141.
- Armenteros, M. Nemátodos de vida libre: diversos y en todas partes. (2024). Revista Ciencia, 76(90), 3. Fecha de consulta (5 de diciembre del 2025).
- Avila, I. M. E. Canales, M. G. M y Soto, A. T. (2017). Distribución, ciclo de vida y alteraciones histológicas de *Heterodera* sp. en zanahoria, en Puebla. Revista Mexicana de Fitopatología (En Línea)/Revista Mexicana de Fitopatología, 35(2). <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1606-7>.
- Barrionuevo, M. C. (2010). Estudio bioagronómico de 12 cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) tipo nantes, a realizarse en la ESPOCH, canton Riobamba, provincia del Chimborazo. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esepoch.edu.ec>.

- Bernard, C. G., Egnin, M., Bonsi C. (2017). The Impact of Plant-Parasitic Nematodes on Agriculture and Methods of Control. In: Shah M.M., Mahamood M., editors. Nematology—Concepts, Diagnosis and Control. Intech Open Book Series; Aligarh, India. pp. 121–151.
- Brooker, S. (2010). Estimating the global distribution and disease burden of intestinal nematode infections: Adding up the numbers—A review. *Int J Parasitol* 2010;40(10):1137–1144.
- Campos. A. y Alfredo. M. 2022. Manejo integrado de Insectos Plagas en el Cultivo de Zanahoria. Universidad Técnica de Babahoyo. P 1-3.
- Castaño, Z., Guzmán, P. & Villegas, E. (2012). Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Ucaldas* 6(2): 1-9.
- Castillo, P. y Vovlas, N. (2007). *P. ratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnóstico, Biología, Patogenicidad y Manejo). Vol. 6.
- Cepeda, S. (1995). Prácticas de Nematología Agrícola. Editorial Trillas. México. pp 25-40.
- Cepeda, S. M. (1996). Nematología agrícola 1 a edición. Editorial Trillas. México, pp. 72-74.
- Chamorro, D. (2017). Aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado).
- Cortés, F., Alvarado, G., y Sánchez, G. (2024). *Trichoderma* spp, una alternativa para la agricultura sostenible:.
- Coyne, D. L., Dalzell, J., Cortada. L., Claudius-Cole, A. O., Haukeland, S., Luambano, N., Talwana, H. (2018). Plant-Parasitic Nematodes and Food Security in Sub-Saharan Africa. *Ann. Rev. Phytopathol.* 2018;56:381–403. doi: 10.1146/annurev-phyto-080417-045833.
- Crozzoli, R. (2014). La Nematología agrícola en Venezuela. Universidad Central - Venezuela.: Ediciones de la Facultad de Agronomía. 98 p.
- Daza, G. D. A., Mantilla, E. H. A. (2021). Identificación De Nematodos Fitoparásitos Asociados al Cultivo De Plátano Dominic Harton (*Musa paradisiaca* L.) en Tres Fincas De Tauramena, Casanare, Colombia (Tesis). Universidad de los Llanos.
- Delgado, A., Pico, J., Navia, D. y Suárez, C. (2019). Prospección de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (*Cereus* sp) en el cantón Palora. *Ciencia y Tecnología* 6(3): 1-14.
- Desgarenes, D., Sánchez-Nava, P., Peña-Santiago, R., y Carrión, G. (2009). Nematofauna asociada a la rizosfera de papas (*Solanum tuberosum*)

- cultivadas en la zona productora del Cofre de Perote, Veracruz, México.» *Revista Mexicana De Biodiversidad*, vol. 80, nº 3, pp. 611-614,
- Domingo, J., Peralta, P., y Reyes, S. (2007). *Nematoda: Mononchida*. España: Editorial CSIC - CSIC.
- Dong, R., Yu, Q., Liao, W., Liu, W., Liu, S., He, Z., Hu X, Chen, Y., Xie, J., Nie, S., and Xie, M. (2021). Composition of bound poly-phenols from carrot dietary fiber and its in vivo and in vitro antioxidant activity. *Food Chemistry* 339: 127879. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127879>.
- Dughetti, A., y Lanati, S. (2013). Plagas de la zanahoria y su manejo. *Manual De Producción de Zanahoria*. Capítulo 6. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta__cap_6__plagas_de_la_zanahoria_y_su_manejo.pdf.
- Educamadrid. (2010). Animalada. Plataforma en línea. Publicación del artículo: [En línea] <http://animalandia.educa.madrid.org/fichataxonmica.php?id=102&nivel=Phylum&nombre=Nematoda> [Fecha de consulta 3/12/2025].
- Eisenback, J. (2002). Identification guides for the most comun genera of plant parasitic nematodes. ISBN: 1-893961-22-2. Virginia, USA. 1-32.
- Eisenback. J. D. (2020). *Invasive Species Compendium*. CABI; Wallingford, UK. Meloidogyne incognita (root-knot nematode). <https://doi.org/10.1079/ISC.33245.20210200734>.
- Ekman., and L. Tesoriero. 2015. Pests, diseases and disorders of carrots, celery and parsley: a field identificación guide. National Library of Australia Cataloguing. Australia. 64 p.
- Esquivel, A. 2015. Morfología de los Nematodos Curso de Identificación. Universidad Nacional Costa Rica (UNA). <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Espanol/Costa%20Rica%20Course/Esquivel%20ManualIdentif%202015.pdf>. PDF. p 16.
- FAOSTAT. (2022). Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>.
- Farrar, J. J., y Pryor, B. M. (2004). *Davis, RM Plant Dis.* 88 , 779-784. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.8.776>.
- Feyisa, B. (2021). Survey and Identification of Plant Parasitic Nematodes on Faba bean Crop in Ethiopia. *J. Plant Pathol. Microbiol.* 12:261.
- Fox, J. (2003). El capital social de la teoría a la practica. *El Banco Mundial en el campo mexicano*. <https://www.jstor.org/proxydgb.buap.mx:2048/stable/2773918352>.

- Gabriel, E.L., Ventrera N., Vignoni I L. (2005). Evaluación de tratamientos de fumigación postcosecha sobre la calidad de raíces de zanahoria. Informe Anual de Progresos. INTA. Argentina. p. 225-226.
- García, P. L., Osorio. S. D., Lamothe-Argumeno, M. R. (2012). Biodiversidad de Nematoda parásitos vertebrados en México. Revista mexicana de biodiversidad. <https://doi.org/10.7550/rmb.31746>.
- Gaviola, J. 2013. Manual de producción de zanahoria, Ediciones Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria. Mendoza, Argentina. p. 10-35. [en línea] Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_prlogo_e_ndice.pdf.
- Guzmán y Piedrahita, O. (2010). Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden y *H. dihystra* (Cobb) Sher, en pitahaya. Programa de Maestría en Fitopatología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. ISSN 0568-3076.
- Guzmán. O., (2016). Manual para la identificación de nematodos fitoparásitos. Primera edición. ISBN: 978-958-46-9560-4. Manizales, Colombia, 1-134.
- Guzmán-Piedrahita, O. A. 2011. Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden y *H. dihystra* (Cobb) Sher, en banano y plátano. *Agron* 19:19-32.
- Hernández, R., y Blanco D. (2015). Evaluación de polvos de zanahoria obtenidos por deshidratación por aire forzado a diferentes temperaturas. *IDESIA* 33: 75-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400010>.
- Hugot, J. P., Baujard, P., y Morand, S. (2001). Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology* 3:199-208.
- INFOAGRO, S.f.. EL CULTIVO DEL MAÍZ. Available at: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm> "(Fecha de consulta 28 de noviembre del 2025).
- INTA. (2013). Manual de Producción de Zanahoria. Capítulo 2: Características botánicas y tipos varietales [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Ediciones INTA. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta>.
- Jiménez, F. (2013). Abonado y riego de la zanahoria. Granja. Revista agropecuaria.
- Jiménez-Cortez, J. G., Canales-Lazcano, J., y Lara-Reyes, N., Rosenblueth, M., Martínez-Romero, E. y Contreras-Garduño, J. (2016). Microbiota from *Rhabditis Regina* may alter nematode entomopathogenicity. *Parasitol Res*, 115 (11):4153-4165.
- Jiménez-Guirado, D., Peralta, M. y Peña-Santiago, R. (2007). Nematoda, Mononchida, Dorylaimida Yo En la serie: Ramos, M.A., Alba, J., Bellés, X., Gosálbez, J., Guerra, Á., Macpherson, E., Serrano, J. y TEMPLADO, J. (eds.). Fauna Ibérica, vol. 30. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid: 325 págs.

- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G. J., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G. K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J. E., Wesemael, W. M. L., & Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9), 946-961. <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>.
- Jones, M. G. K. (1981). Host cell responses to endoparasitic nematode attack: Structure and function of giant cells and syncytia. *Ann. Appl. Biol*; 97:353–372. doi: 10.1111/j.1744-7348.1981.tb05122.x.
- Kenyon, F., Sargison, N. D., Skuce, P.J., y Jackson, F. (2009). Sheep helminth parasitic disease in south eastern Scotland arising as a possible consequence of climate change. *Vet Parasitol*. 163:293–297.
- Kew Royal Botanic Gardens (KRBG). (2017). *Daucus carota* (wild carrot).
- Koike, S. T., y Saenz, G. S. (2004). Primer informe de oídio causado por *Erysiphe heraclei* en perifollo en California. *Plant Dis*, 88, 1163.
- Laasli, S. E., Mokrini, F., Lahlali, R., Wuletaw, T., Paulitz, T., and Dababat, A. (2022). Biodiversity of nematode communities associated with wheat (*Triticum aestivum*L.) in Southern Morocco and their contribution as soil health bioindicators. *Diversity*.14(194):1-27.
- Lafet, B. y Ali, L. (2017). First record of *Dorylaimus stagnalis* Durjardin, 1845 (Nematoda: Dorylaimida) In Lesser Zab River, Kurdistan Región-Iraq. 62-65.
- Lara, R. A., Castro, T. B., Castro, G. M., Castro, M. J., Malpica, S. A. (2003). La importancia de los nematodos de vida libre. Departamento El Hombre y su Ambiente. División de CBS UAM Xochimilco. 4 p.
- Lawrence, D. P, Rotondo, F., Gannibal, P. B. (2016). Biodiversity and taxonomy of the pleomorphicgenus *Alternaria*. *Mycol Prog* ;15(1).<http://dx.doi.org/10.1007/s11557-015-1144-x>
- Ley Federal de Sanidad Vegetal. (LFSV). (1994). Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de (1994). Constitución de los Estados Unidos Mexicanos. 39 P
- Li, P., Dia., C, Bao, H., Chen, L., Gao, D., Wang, G., Wang, H., Yedid, G y Zhang, K. (2015). A new species of *Pristionchus* (Rhabditida: Diplogasteridae) and its bacterial symbiont from Yixing. China. *J Nematol*, 47:190-197.
- Liu, X., Zhao, D., Ou, C., Hao, W., Zhang, Y., He., Zhao, Z., y Zhuang, F. (2022). Draft Genome Sequence of Carrot *Alternaria* Leaf Blight Pathogen *Alternaria dauci*. *Plant Disease*, 107(7), 2197-2200. <https://doi.org/10.1094/pdis-10-22-2438-a>
- López-Cordero, A. F. (2013). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de la zanahoria (*Daucus carota* L), híbrido Cupar, en el Chaupi, provincia de Pichincha (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2011.). Disponible en

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1369/1/102391.pdf>.

- Lugo-Morín, D. R., Ramírez-Juárez, J., Méndez-Espinoza, J. A., y Peña-Olvera, B. (2010). Redes sociales asimétricas en el sistema hortícola del Valle de Tepeaca, México. *Economía, Sociedad y Territorio* 10: 207-230. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11112509008>
- Maggenti, A. (1981). *General nematology*. Springer Science & Business Media.
- 92.Mai, W., y Mullin, P. *Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera* (No. Ed. 5). Comstock Publishing Associates.
- Mai, W., y Mullin, P. (1996). *Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera* (No. Ed. 5). Comstock Publishing Associates.
- Marco, B. (2023). LA ZANAHORIA: ALMACENAJE, TRANSPORTE y CONSERVACIÓN. New Antonio Marco. <https://antoniomarco.com/news/la-zanahoria-almacenaje-transporte-y-conservacion/>
- Martínez, M., Ceballos, M., Duarte, M., y Baños, H. (2018). Áfidos y sus parasitoides en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba. *Revista Colombiana Entomológica* 39(1): 13-17.
- Meneely, P. M., Dahlberg, C. L., Rose, J. K. (2019). Trabajando con gusanos: *Caenorhabditis elegans* como organismo modelo, protocolos actuales en técnicas esenciales de laboratorio. 19:1–35. doi: 10.1002/cpet.35
- Mizukubo, T., Toida, Y., and Keereewan, S. (1992). A survey of the nematodes attacking crops in Thailand I. Genus *Helicotylenchus* Steiner, 1945. *Japanese Journal of Nematology* 22:26-36.
- Montes, R., Nava, R., Flores, H., y Mundo, M. (2003). Hongos y Nemátodos en las Raíces y Bulbos de Cebolla (*Allium cepa* L.) en el Estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, Diciembre, vol. 21, Numero 003. Pp. 300-304.
- Moras, S. M. F. Rojo-Báez, I. Báez-Parra, M. Carrilo-Fasio, J. A. Sosa-Cornejo, A. Plata-Vargas, B. D. Rubio-Carrasco, W. Salazar-Villa, E. Identificación de Nematodos Fitoparásitos y Análisis de Suelo de huertas de Durazno y Manzana en Surutato, Sinaloa, México. Universidad Autónoma de Sinaloa. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo AC. (Consultado el 3 de diciembre del 2025)
- Moreira, M. S., Huising, E. J., y Bignell, D. E. (2012). *Manual de biología de suelos tropicales* Instituto Nacional de Ecología, 2012.
- Noling, J. W. *Nematode Management in Tomatoes, Peppers, and Eggplant*. Askifas, UF/IFAS Extension. University of Florida, ENY-032. [(accessed on 1 December 2025)]. Available online: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/NG032>

- Pandey, N., Rijal, S., Adhikari, H., Bhandana, B., and Adhikar, M. (2020). Production economics and determinants of carrot (*Daucus carota* L.) production in Chitwan, Nepal. *International Journal of Social Sciences and Management* 7: 234-241. <https://doi.org/10.3126/ijssm.v7i4.32473>
- Peña-Santiago, R. (2014). Orden Mononchida Jairajpuri, 1969. En: Schmidt-Rhaesa, A. (ed.). *Manual de Zoología De Gruyter*, Berlín: 299–312.
- Peñuelas, R., Urías, S., Arias, M., y Argentel, M. (2023). Variabilidad de características de calidad de zanahoria comercializada en cinco puntos de Ciudad Obregón,
- Philipp, S. (2019). Economic and Academic Importance. En P. W. Simon, *The Carrot Genome. Compendium of Plant Genomes*. (págs. 1-8). Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-03389-7_1
- Picca, A. C. Nematodos que afectan al cultivo de zanahoria. Laboratorio de Protección Vegetal EEA Rama Caída Centro Regional Mendoza – San Juan (Fecha de consulta 27 de noviembre del 2025). P 44-46. https://www.researchgate.net/profile/Cecilia-Picca/publication/322595100_Nematodos_que_afectan_el_cultivo_de_zanahoria/links/5a61e05d4585158bca4a2258/Nematodos-que-afectan-el-cultivo-de-zanahoria.pdf
- Ramírez, O. C. (1997). Distribucion Y Frecuencia De Ocurrencia De Nemátodos De Ca.Fe (*Coffea Arábica* L.) En La Provincia De Leoncio Prado. Tingo Maria-Peru.
- Ramirez-Suarez, A. (2014). Especies Cuarentenadas de nematodos fitoparasitos para México. XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Laboratorio de Nematología. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. 2 p.
- Restrepo-Salazar, J. C., Cuéllar-Pino, C. A., y Puentes-Rojas, D. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas - Medidas para la temporada invernal. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx> Último acceso: 11/09/2022
- Rodríguez, J. (2005). Vida útil de hortalizas: almacenamiento de zanahorias. Consejo Nacional de Producción (CNP). Boletín Poscosecha N°. 46 p 6.
- Rodriguez-Casado, A. (2016). The health potential of fruits and vegetables phytochemicals: Notable examples *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 6:1097-1107. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.755149>
- Ruiz, G. (2025). Productos de temporada (junio - agosto): Zanahoria. Economía, sustentabilidad y medio ambiente. Plataforma Economía de Jalisco. CUCEA Universidad de Guadalajara. <https://economiajalisco.cucea.udg.mx/modulo-5/>

- Salas, A., Barrera, M. D., y Achinelly, M. F. (2021). Abundance, Diversity, and Distribution of Plant-parasitic Nematodes in Horticultural Soils under Different Management Systems in a Tomato-producing Area in Argentina. *Nematology*, 24(3), 347-356. <https://doi.org/10.1163/15685411-bja10136>
- Sargodha, Pakistan (en línea). *Revista Enfoque UTE*, 15(2);30-35. Consultado 25 de Noviembre del 2025. en <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.1016> 2024. Disponible
- Schmitt P.D., Sipes, S. B. (2000). Plant-parasitic Nematodes and Their Management. In: Silva J.A., Uchida R., editors. *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*. 1st ed. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii Manoa; Honolulu, HI, USA. pp. 145–149.
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (SADER). 2016. Zanahoria, una Joya Mundial.
- Sen, D., Chatterjee, A., y Manna, B. (2011). A new species of *Dorilaymus dujardin*, 1845 (nematoda: dorylaimidae) from west bengal, India *Nematol. medit*, 39: 3-8
- Shin, H. D. (2000) *Erysiphaceae of Korea* ; Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Agrícola Suwon, República de Corea: Suwon, Corea. 320p.
- SIAP. 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. [Fecha de consulta 26 de noviembre del 2025]. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. [Fecha de consulta 27 de noviembre del 2025].
- Siddiqi, M. (2000). *Tylenchida. Parásitos de plantas e insectos*. CABI. Publishing.
- Sikora R., Coyne, D., Hallman, J., Timper, P. Plant Parasitic Nematodes—The World's Most Important Crop pathogen? *CABI Blog*. [(accessed on 1 December 2025)]. Available online:
- Singh S., Singh, B., Singh A. P. (2000). Nematodes: A threat to sustainability of agriculture. *Procedia Environ. Sci.*29:215–216. doi: 10.1016/j.proenv.2015.07.270.
- Soulsby E.J. (1982). *Helminths, Arthropods and protozoa of domesticated animals*. London, UK: Bailliere Tindal.
- Stasiuk, S. J., Scott, M. J, y Grant, W. N. (2012). Developmental plasticity and the evolución of parasitism in an unusual nematode, *Parastrongyloides trichosuri*. *EvoDevo*, 3:1-14.
- Sturhan, D. y Brzeski, M. W. (1991). Stem and bulb nematodes, *Ditylenchus* spp. En *Manual of Agricultural Nematology*, (W.R. Nickle, ed.), págs. 423-464. Nueva York (Estados Unidos de América), Marcel Decker Inc. 1064 págs.

- Subbotin A, Mundo-Ocampo M, and Baldwin JG. 2010. Systematics of cyst nematodes (Nematoda: Heteroderinae). 8A. Nematology monographs and perspectives. Netherlands. 351 p.
- Subbotin SA and Franco J. 2012. Cyst nematodes. pp. 299-357. In: Manzanilla-López R.H., and Marbán-Mendoza N. (eds.). Practical Plant Nematology. Colegio de Postgraduados, México. Biblioteca básica de Agricultura. México. 881 p
- Talavera, M., & Verdejo-Lucas, S. 2015. Gestión de nematodos fitoparásitos. In Horticultura (Vol. 316, pp. 16–21).
- Thomma, B. P. H. J. 2003. Alternaria spp. from general saprophyte to specific parasite. Molecular Plant Pathology.;4(4):225-236.2.
- Torres-Suárez, G., Suasnabar Astete, C. 2022. Fitosanidad del cultivo de zanahoria. Disponible en <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8083/03Machote%20Fitosanidad%20del%20cultivo%20de%20zanahoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tovar. S. A. (2024). Géneros y especies de importancia en la agricultura en México. Revista mexicana de fitopatología, Vol 32. P 3-5.
- Tovar-Soto A, Medina-Canales MG y Torres-Coronel R. (2010). Nematodos Fitoparásitos Asociados a Hortalizas en el Valle de Tepeaca, Puebla, México. XII Congreso Internacional/XXXVII Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Mérida, Yuc. México. 4 p.
- Tovar-Soto, A., Medina-Canales, M. G y Torres-Coronel, R. 2010. Nematodos Fitoparásitos Asociados a Hortalizas en el Valle de Tepeaca, Puebla, México. XII Congreso Internacional/XXXVII Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Mérida, Yuc. México. 4 p.
- Valadez, R. R., Siller, M. C., Chávez, E. C., Fuentes, Y. M. O., Pérez, A. H., y Vargas, L. M. T. (2021). Nematodes associated with eggplant crop in Cañada Honda, Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 12(7). <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2644>
- Van den Berg E., Marais M., Swart A. Nematode Morphology and Classification. In: Fourie H., Spaull E.W., Robin K., Daneel M.S., De Waele D., editors. Nematology in South Africa: A View from the 21st Century. Springer; Cham, Switzerland: 2017. pp. 33–71.
- Van der Berg, E. and Quénéhervé, P. 2012. Hoplolaimidae. Chapter 9. In: Practical plant nematology (Ed. by R. H. Manzanilla-López and N. Marbán-Mendoza). 1a Edición. Biblioteca Básica de Agricultura. MundiPrensa, Madrid, España. 883 p.

- Van, S. L., Geisen, S., Lozano-Torres, J. L., Sterken, M. G. (2025). Vervoort MTW, Wilbers RHP. Unearthing roundworms: Nematodes as determinants of human health. *One Health*. 2025 Jun 13;21:101103. doi: 10.1016/j.onehlt.2025.101103. PMID: 40599644; PMCID: PMC12212149.
- Vera- Morales, M., Castañeda-Ruiz, R. F., Sosa, D., Arias-Vega, C., Quevedo, A., y Ratti, M. F. (2024). Compuestos bioactivos de bacterias y hongos en el control de nematodos fitopatógenos: mecanismos de acción, interacciones y aplicaciones. *Scientia Agropecuaria*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. 15 p.
- Villenave, C. P., Ba, A. O., and Rabary, B. (2009). Analyse du fonctionnement biologique du sol par l'étude de la nématofaune: Semis direct versus labour sur les hautes terres près d'Antsirabé (Madagascar). *Etude Gest. Sols*. 6(3):369-378
- Vilmorin. (2025). Handbook Carrot by Vilmorin. La Menitre, Francia. 63 p.
- Virick, H., Jurkovic, A., y Lemic, D. (2022). Integrated pest management approaches for two major carrot pests -the carrot root fly and carrot cyst nematode. *Journal of Central European Agriculture*, 23(1), 69-81. Obtenido de <https://hrcak.srce.hr/clanak/397419>
- Whish, JPM, Thompson, JP, Clewett, TG, Lawrence, JL y Wood, J. (2014). Las poblaciones de *Pratylenchus thornei* reducen la absorción de agua en cultivares de trigo intolerantes. *Field Crops Res*. 161 ,1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.02.002>
- Williams, D. S., Boehm, J. M., López-Nicora, H. Nematode Diseases of Plants. Ohio State University Extension, Department of Plant Pathology. *Ohioline*. (accessed on 27 November 2025). Available online: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/plpath-gen-8>
- World Population Review. Carrot Production by Country. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/carrot-production-by-country> (Fecha de consulta: 24 de noviembre del 2025)
- Zhang, L., Lilley, C. J., Imren, M., Knox, J. P., y Urwin, P. E. (2017). The Complex Cell Wall Composition of Syncytia Induced by Plant Parasitic Cyst Nematodes Reflects Both Function and Host Plant. *Front. Plant Sci*;8:1087.
- Zhou, L., Yuen, G., Wang, Y., Wei, L., y Ji, G. (2015). Evaluation of bacterial biological control agents for control of root-knot nematode disease on tomato. *Crop Prot*. 2016;84:8–13. doi: 10.1016/j.cropro.12.009.