





Artículo Original / Original Article

Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas

Isolation and identification of native entomopathogenic nematodes in different land use systems in Yurimaguas

Marco Antonio Mathios-Flores^{1*} ; Beto Pashanasi-Amasifuen¹ ; Analy Nohely Aponte-Jaramillo¹ ; Jesús Guillermo Alcázar-Sedano ¹ ; Luis Alejandro Saire-Quispe ¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

Dentro las comunidades bióticas los nematodos son importantes indicadores ambientales de conservación de los sistemas de suelo agrario. El objetivo del estudio fue aislar e identificar nematodos en 10 sistemas de uso del suelo del distrito Yurimaguas, Perú. La recolección de muestras de cada sistema de suelo fue aleatoria, 10 muestras de suelo, recogidas de un aproximado de 15 cm de profundidad, posteriormente se realizó el aislamiento de las muestras en recipientes esterilizados, donde se dividió en dos submuestras para la colocación de 5 a 10 larvas de polillas (*G. mellonella*), las cuales fueron conservados en ambientes de 20 a 25 °C por una semana; posterior al periodo de incubación se evaluó la presencia de nematodos entomopatógenos. Se encontró la presencia de nematodos del género *Heterorhabditis* y *Steinernema* en sistemas de uso de suelo de cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.), yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*). El estudio de identificación de los nematodos entomopatógenos nativos en los diferentes usos del suelo de Yurimaguas contribuye como propuesta para el control biológico de plagas en los cultivos de importancia económica.

Palabras clave: control biológico; *Heterorhabditis*; sistema de suelo agrario; *Steinernema*

ABSTRACT

Within biotic communities, nematodes are important environmental indicators of conservation of agricultural soil systems. The objective of the study was to isolate and identify nematodes in 10 land use systems of the Yurimaguas district, Peru. The collection of samples from each soil system was random, 10 soil samples, collected from an approximate depth of 15 cm, later the isolation of the samples was carried out in sterilized containers, where they were divided into two subsamples for the placement of 5 to 10 moth larvae (*G. mellonella*), which were kept in environments between 20 and 25 °C for one week; After the incubation period, the presence of entomopathogenic nematodes was evaluated. The presence of nematodes of the genus *Heterorhabditis* and *Steinernema* was found in land use systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.), cassava (*Manihot esculenta*) and plantain (*Musa paradisiaca*) crops. The identification study of native entomopathogenic nematodes in the different land uses of Yurimaguas contributes as a proposal for the biological control of pests in crops of economic importance.

Keywords: biologic control; *Heterorhabditis*; agrarian soil system; *Steinernema*

Cómo citar / Citation: Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuén, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. & Saire-Quispe, L. A. (2022). Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(1), e9. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.9>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Marco Antonio Mathios-Flores - mmathios@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

Las comunidades bióticas del suelo representan aproximadamente el 25% de la diversidad global. Entre la biota edáfica, los nematodos son considerados ecológicamente importantes como indicadores ambientales (Varela Benavides, 2018), los nemátodos edáficos presentan características biológicas y ecológicas que les convierten en excelentes indicadores del estado de conservación del suelo en sistemas agrarios (Sánchez-Moreno & Talavera, 2013).

A fin de entender su distribución, prevalencia y usos posibles a nivel mundial, se realizaron varios estudios de aislamientos e identificación en agroecosistemas como lo determinado por Islas-López et al. (2021) obtuvieron tres aislamientos de nematodos con características de entomopatógenos, a los cuales se les asignó el código de muestra TMA2, GMA6 y CGA7.

También, Paez Cuervo (2019) en Colombia identificó seis especies de nematodos codificados: CPMsp1901, CPMsp1902, CPMsp1903, CPMsp1904, CPMsp1905 CPMsp1906; los cuales correspondieron al género *Heterorhabditis* sp. Así mismo, López-Llano & Soto-Giraldo (2016) encontraron 15 nematodos del género *Steinernema* y 6 del género *Heterorhabditi*.

Así mismo, en Trujillo, Maximiliano Orbegoso (2014) aisló dos poblaciones nativas de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* pertenecientes a la familia Heterorhabditidae, de un total de 8 muestras de suelo y la multiplicación de nematodos entomopatógenos. Pacheco Hernández et al. (2019), en Lambayeque aislaron dos cepas de nematodos entomopatógenos en el cultivo de maíz que denominó M2 pues se recuperó en larvas de *Gallería mellonella* y la cepa que se aisló del cultivo de mango la designó MH.

Según Sánchez Jara et al. (2019) el control de maleza y plagas en la agricultura, se basa en el uso de plaguicidas químicos sin tener en cuenta los efectos adversos ecológicos; así como, en la salud animal y humana. Por ello se buscan alternativas para el control de plagas de manera biológica por nematodos entomopatógenos.

Ferrer Wurst (2021) indica que se disminuyeron los porcentajes de intensidad de infestación de 15% hasta 1,68% en el área de la Azucarera río Turbio y se tuvo un beneficio/costo del control biológico de 41,25 a 1, por ello en este estudio se los aíslan e identifican en diez sistemas de uso del suelo en Yurimaguas, pues podrían ser útiles para los cultivos de la zona y usarse como agentes de control biológico en el manejo de plagas ya que aportan positivamente en la mejora de las tierras para uso agrícola. En el caso de *Steinernema* y *Heterorhabditis* son potentes agentes para el control biológico, una vez que el juvenil infectivo logra penetrar al hemocel (Pacheco Hernández et al., 2019). El uso de estos nematodos en el control biológico de plagas se debe orientar a controlar los insectos, pretendiendo con esto disminuir la dependencia de los plaguicidas que causan problemas de resistencia en los insectos (Basilio Agui, 2018).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en diferentes sistemas de uso de suelo del distrito de Yurimaguas que se encuentra a 106 msnm, con una Superficie: 2,675 km², Temperatura: 26,7°C, viento del NO a 3 km/h, humedad del 98%, Coordenadas: 5°54'00"S 76°05'00"O, con una precipitación anual de 1159 mm en suelos no aluviales.

2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los nematodos entomopatógenos se utilizó el método de Kaya & Stock (1997).

2.2. Fase de campo: colección de muestras

Las muestras fueron tomadas al azar en cada uno de los sistemas de uso de suelo, un peso aproximado de 10 kg de suelo. En cada sistema, se recolectó 10 muestras de suelo, hasta una profundidad de 15 cm; el suelo colectado fue puesto en una bolsa de plástico rotulado. Después de cada muestreo, se desinfectó la pala con alcohol de 70% para evitar la contaminación entre muestras (Bertolotti & Cagnolo, 2019). Las muestras fueron procesadas inmediatamente después de la colecta.

2.3. Fase de laboratorio: Aislamiento de nematodos

Se usó la metodología de Kaya & Stock (1997), cada muestra de suelo fue homogenizada y colocada en un recipiente de plástico previa desinfección, luego se dividió en 2 sub muestras distribuidas en dos partes equitativas (se utilizó dos repeticiones por cada punto de muestreo) en cada sub muestra de suelo se colocó 5 a 10 larvas de *G. mellonella* dependiendo de la disponibilidad de polillas.

Con las larvas en los recipientes, se cerraron herméticamente, luego se invirtió la posición de los mismos para que se muevan y tengan mayor oportunidad de encontrarse con un juvenil infectivo. Los recipientes fueron colocados en un ambiente de 20 a 25 °C hasta 1 semana para su observación. Luego del periodo de incubación se evaluaron las muestras para verificar si hay larvas muertas con síntomas de nematodos entomopatógenos.

Los insectos muertos con síntomas típicos de nematodos o sospechosos fueron colocados en trampas White para su observación durante dos semanas aproximadamente, hasta la emergencia de los nematodos.

2.4. Identificación

Las especies de nematodos entomopatógenos nativos se identificaron en el laboratorio de Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestreo sistemático se realizó en cinco sectores de Yurimaguas donde se recolectaron 46 muestras de suelo en los meses de octubre a diciembre de 2021, en diferentes usos del suelo en los que se encontraron nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* y *Steinernema*, como se muestran en la Tabla 1, identificados por los cambios característicos en el color de los cadáveres debido a la bacteria simbiote. Sin embargo, la identificación a nivel de especie fue por las características morfológicas de juveniles aislados.

Tabla 1

Ubicación de los nematodos en dos sistemas de uso del suelo

N° de muestra	Cultivo	Nematodos entomopatógenos	Sector	Ubicación UTM
1	Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) Edad 3 años	<i>Heterorhabditis</i> y <i>Steinernema</i>	INIA	Latitud 5°56'23" Longitud 76°70'12"
41	Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	<i>Heterorhabditis</i> y <i>Steinernema</i>	INIA	Latitud 5°56'91" Longitud 76°07'105"

En un proceso de aislamiento, Parada Domínguez et al. (2019) encontraron que el *Steinernema* persistió más en suelo comparado con el de *Heterorhabditis*, muy similar a nuestros hallazgos.

A diferencia de Bustamante García (2020) que encontró siete géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de cacao, siendo estos: *Criconemoides*, *Helicotylenchus*, *Hemicycliophora*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus* y *Xiphinema*. De los cuales tres géneros benéficos: *Mononchus*, *Dorylaimus* y *Rhabditis*.

A continuación, se detalla las características morfológicas de géneros y especies de nematodos entomopatógenos identificados:

3.1. Género *Heterorhabditis*

Machos

Los machos poseen una sola testis y un par de espículas separadas y ligeramente curvadas hacia el lado ventral. La cabeza de la espícula es corta, sobresale de la lámina por una constricción. El gubernaculum tiene casi la mitad de tamaño que la espícula (Figura 1).

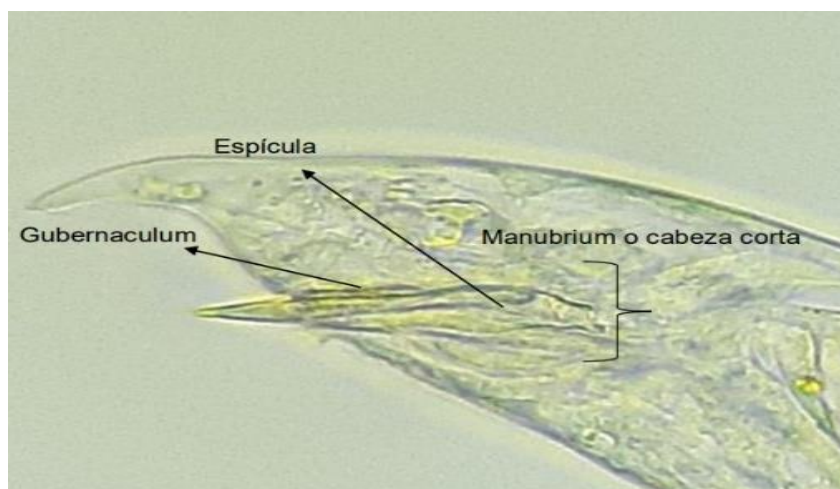


Figura 1. Nematodo macho del género *Heterorhabditis*

La espícula tiene una coloración más clara, vista con un campo claro a través del microscopio. La bursa es pelodera y tiene nueve pares de papilas genitales, como se muestra en la Figura 2.

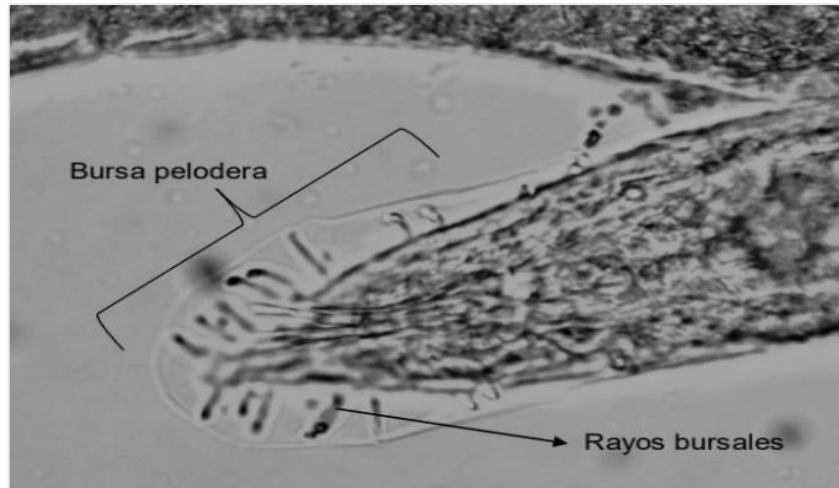


Figura 2. *Nematodo macho del género Heterorhabditis. La bursa es pelodera con nueve pares de papilas genitales*

Hembras

Cabeza truncada ligeramente redondeada, con seis labios cónicos bien desarrollados, separados y cada uno con una papilla terminal. La estoma es ancha, pero poco profunda, los cheilorhabdiones están presentes y forman un anillo, en una vista lateral se asemejan a dos estructuras elongadas (Figura 3). El resto de la estoma esta fusionado y forma una porción colapsada posterior. La parte posterior de la estoma está rodeada del esófago, este no posee metacorpus. El bulbo basal es ensanchado, la válvula basal es reducida, poco notoria. El anillo nervioso está en el medio del istmo. El poro excretor usualmente esta posterior al final del esófago.

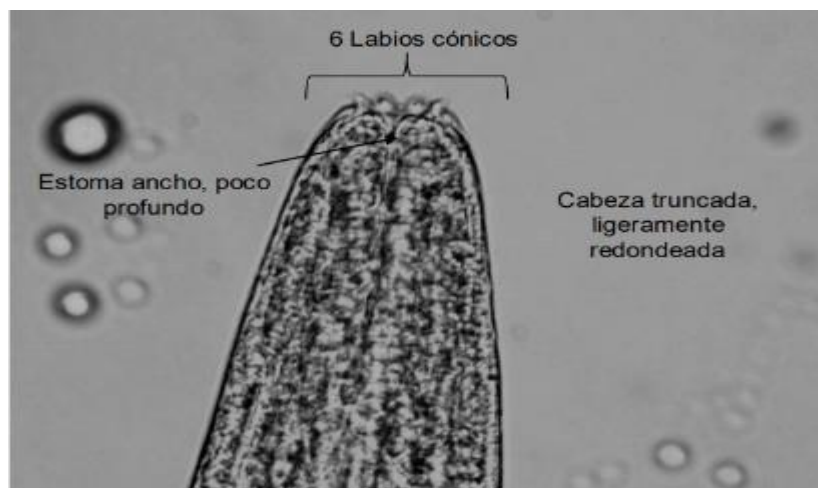


Figura 3. *Nematodo hembra del género Heterorhabditis con seis labios cónicos*

La cola es puntiaguda, más larga que ancho del cuerpo en la región anal, hay presencia de un ensanchamiento postanal (Figuras 4 y 5).

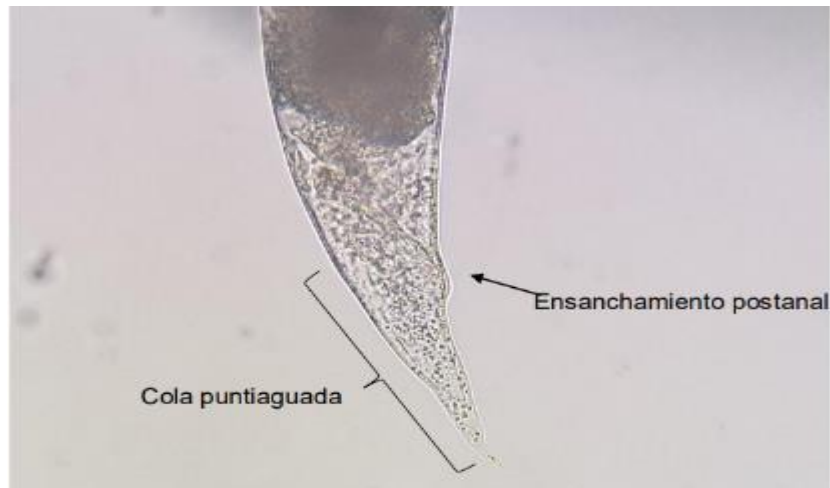


Figura 4. *Nematodo hembra del género Heterorhabditis con una cola puntiaguada*



Figura 5. *Nematodo hembra del género Heterorhabditis con cola puntiaguada*

Juveniles infectivos *Heterorhabditis*

Usualmente poseen una doble cutícula (Figura 6). En la parte anterior de la cutícula poseen el patrón tessellate (Figura 7) y estrías longitudinales a lo largo del cuerpo (Figura 8). La cabeza posee en una parte anterior un diente dorsal prominente. La estoma luce como una cámara cerrada con paredes paralelas (Figura 9). El esófago e intestino están reducidos. Otra característica para Basilio Agui (2018) es la cabeza que presenta una proyección pequeña en la porción dorsal y el poro excretor localizado posteriormente al anillo nervioso. Los juveniles infectivos de *Heterorhabditis* son hermafroditas (Kaya & Stock, 1997).

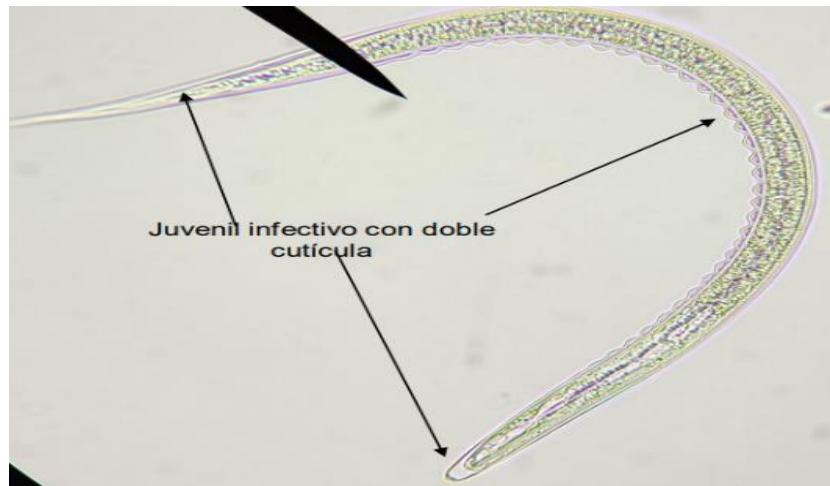


Figura 6. *Nematodo Juvenil infectivo*



Figura 7. *Nematodo Juvenil*

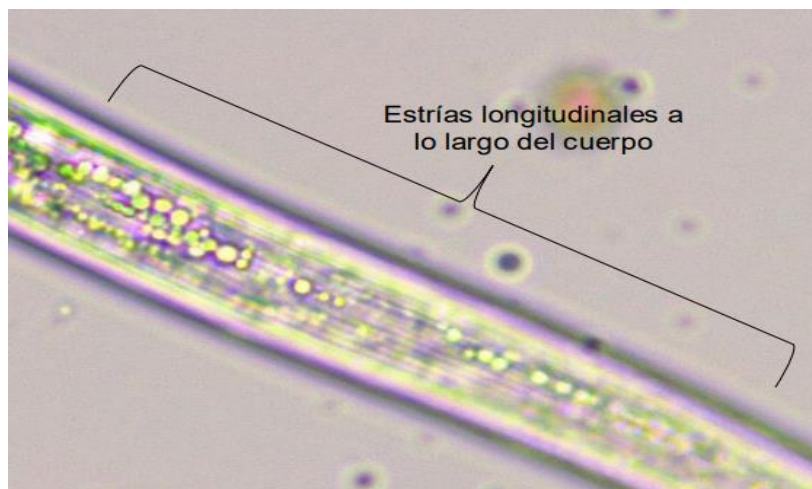


Figura 8. *Nematodo Juvenil infectivo. Estoma a manera de cámara*



Figura 9. *Estrías longitudinales*

3.2. Género *Steinernema*

Machos

El gubernaculum es largo (Figura 10), a veces tan largo como las espículas. La coloración del gubernaculum y las espículas es más oscura que en *Heterorhabditis*. La bursa está ausente. La cola es redondeada, digitada y mucronada. Poseen pares de papilas genitales (Figura 11).

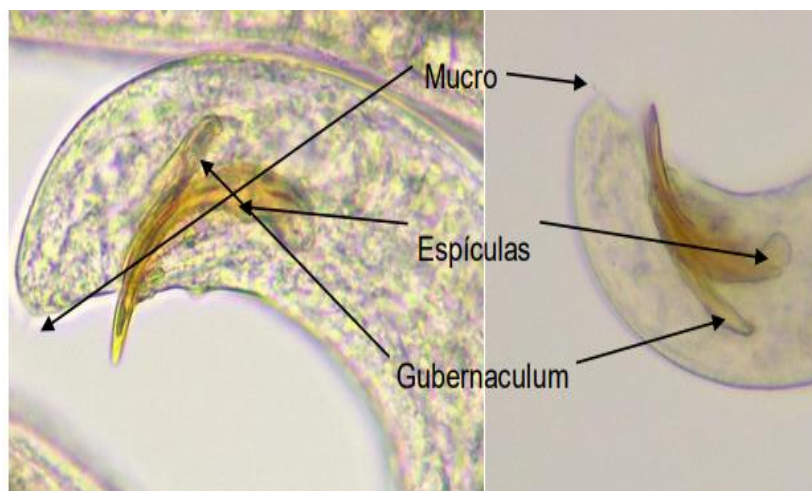


Figura 10. *Género Steinernema*

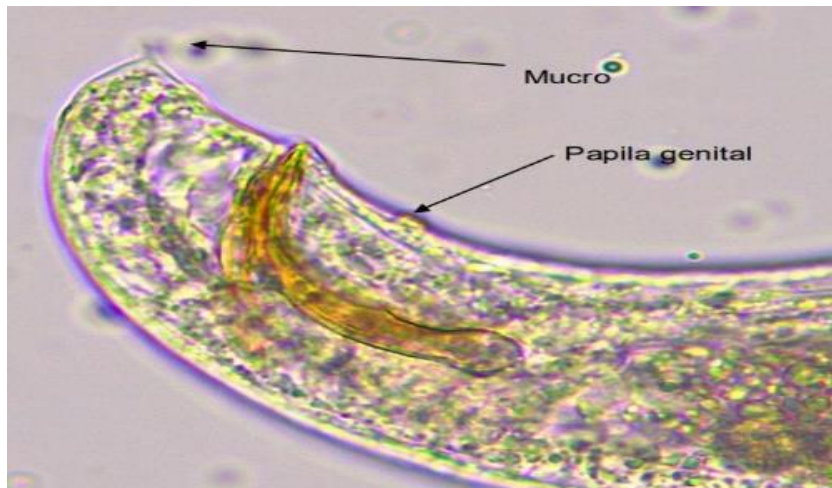


Figura 11. *Papila genital*

Hembras

El poro excretor se ubica antes del anillo nervioso. La cola es más larga o más corta que el ancho del cuerpo en la región anal (Figura 12). Las colas de las hembras de *Steinernema* son más cortas y cónicas que las colas del género *Heterorhabditis*.

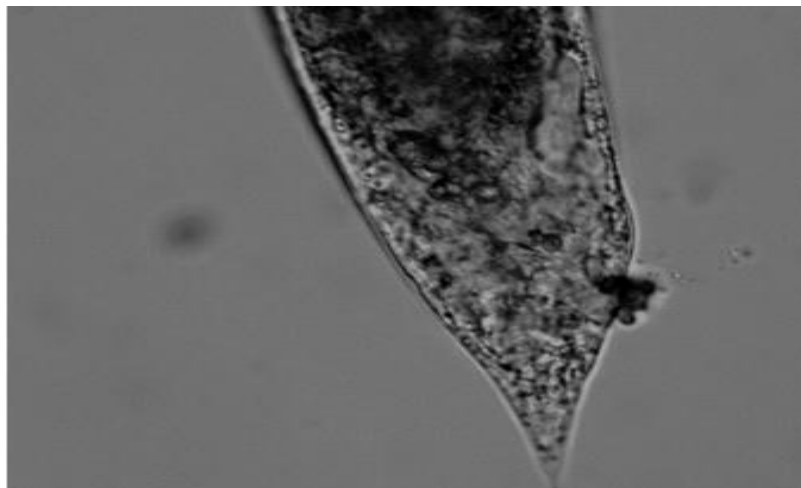


Figura 12. *Región anal del género Steinernema*

CONCLUSIONES

La identificación de la especie usando solamente los descriptores para juveniles infectivos se concluye que la especie es *Heterorhabditis bacteriophora*.

Las características morfológicas encontradas en los diferentes estadios de nematodos entomopatógenos nativos coinciden con el género *Heterorhabditis* y *Steinernema*.

Este primer estudio de identificación de los nematodos entomopatógenos nativos en los diferentes usos del suelo de Yurimaguas podría contribuir como propuesta para el control biológico de plagas en los cultivos de importancia económica.

FINANCIAMIENTO

El presente artículo se deriva del proyecto "Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en el distrito de Yurimaguas", aprobado y financiado por la UNAAA con Resolución de Comisión Organizadora N° 131-2021-UNAAA/CO.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Mathios-Flores, M. A. y Pashanasi-Amasifuén, B.

Curación de datos: Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Análisis formal: Mathios-Flores, M. A. y Pashanasi-Amasifuén, B.

Investigación: Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuén, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Metodología: Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuén, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Supervisión: Mathios-Flores, M. A., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Redacción-borrador original: Pashanasi-Amasifuén, B. y Aponte-Jaramillo, A. N.

Redacción-revisión y edición: Mathios-Flores, M. A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basilio Agui, E. B. (2018). *Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos en el distrito de Yanahuanca-Daniel Carrión*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Bertolotti, M. A., & Cagnolo, S. R. (2019). Nematodos entomopatógenos (familias Steinernematidae y Heterorhabditidae) en Argentina. Recopilación de hallazgos de poblaciones naturales en medio siglo de prospecciones. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6(1). <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEfYn/article/view/21082>

Bustamante García, V. (2020). Estudio de la ocurrencia de nematodos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en la zona sur de la provincia del Guayas. *Alternativas*, 20(1). <https://doi.org/10.23878/alternativas.v20i1.280>

Ferrer Wurst, F. (2021). Control biológico de plagas agrícolas en Venezuela: los logros históricos de la empresa Servicio Biológico (SERVBIO). *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(1), 327–344. <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.16>

Islas-López, G., Torres-huerta, B., & Rosalía, A. (2021). Identificación de nematodos entomopatógenos con potencial para el manejo de *Dendroctonus frontalis* (Curculionidae: scolytinae). *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 46(August), 296–301.

Kaya, H. K., & Stock, P. S. (1997). Techniques in insect nematology. In *Manual of Techniques in*

Insect Pathology (pp. 281–324). <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50016-6>

- López-Llano, R. A., & Soto-Giraldo, A. (2016). Aislamiento de nematodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 20(2), 114–123. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.2.8>
- Maximiliano Orbegoso, M. A. (2014). *Aislamiento y Multiplicación de Nematodos Entomopatógenos en Trujillo – La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Pacheco Hernández, M. de L., Reséndiz Martínez, J. F., & Arriola Padilla, V. J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(56). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Paez Cuervo, M. D. (2019). *Aislamiento de nemátodos entomopatógenos presentes en ecosistemas de palma aceitera en la zona oriental y suroccidental de Colombia*. Universidad de Cundimarca.
- Parada Domínguez, O., Alatorre Rosas, R., Guzmán Franco, A. W., Hernández Rosas, F., Rojas Avelizapa, L. I., & Ruíz Vera, V. M. (2019). Efecto de nematodos entomopatógenos en ninfas de *Aeneolamia albofasciata* y su persistencia en suelos cañeros de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 22, 115–127. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1863>
- Sánchez-Moreno, S., & Talavera, M. (2013). Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Ecosistemas*, 22(1), 50–55. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-1.09>
- Sánchez Jara, J., Valle Delgado, J., Pérez Tesén, E., Neira de Perales, M., & Calderón Arias, C. (2019). Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 551–557. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.12>
- Varela Benavides, I. (2018). Abundancia, diversidad y huella metabólica de comunidades de nematodos en diferentes zonas de vida en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1709–1720. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.33219>