

## NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS (RHABDITIDA: STEINERNEMATIDAE) EN SUELOS CAÑEROS DEL CENTRO DE NAYARIT, MÉXICO

Lino Efraín Romero-Ramos<sup>1</sup>, Néstor Isiordia-Aquino<sup>2</sup>✉, Jaime Ruiz-Vega<sup>3</sup>, Ricardo Javier Flores-Canales<sup>2</sup>, Kenedy Antonio Cortez-Isiordia<sup>1</sup>, Mario Orlando Estrada-Virgen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 carretera Tepic-Compostela, C. P. 63780 Xalisco, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 carretera Tepic-Compostela, C. P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.;

<sup>3</sup>Centro Multidisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional U. Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN-Unidad Oaxaca). Calle Hornos 1003, C. P. 71230 Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

✉ Autor de correspondencia: nisiordia@gmail.com

**RESUMEN.** Derivado del poco conocimiento que se tiene sobre las especies de nemátodos entomopatógenos en suelos cultivados de Nayarit, así como del impacto potencial que éstas representan sobre la diversidad de especies de plagas rizófagas asociadas al cultivo de caña de azúcar en el estado, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar los nemátodos presentes en los suelos cañeros de los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit. En el periodo comprendido entre los meses de Enero a Marzo y Agosto a Octubre de 2019, se recolectaron 36 muestras de suelo en las localidades de Santiago de Pochotitán (municipio Tepic), Xalisco y Emiliano Zapata (municipio Xalisco), con separación de nemátodos en cada muestra mediante la técnica del “insecto trampa”, con el uso de larvas de *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) como cebo. Se obtuvieron ocho aislamientos de nemátodos correspondientes al género *Steinernema*, de los cuales, cinco fueron a partir de larvas de *G. mellonella* y tres a partir de “gallinas ciegas” infectadas desde campo.

**Palabras clave:** *Steinernema*, *Galleria mellonella*, gallina ciega, Phyllophaga, caña de azúcar.

### Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) in sugarcane soils of the Nayarit center, México

**ABSTRACT.** Derived from the lack of knowledge entomopathogenic nematode species in cultivated soils of Nayarit, as well as the potential impact they represent on the diversity rhizophagous pest species associated with sugarcane cultivation in the state, this work is aimed to determine the nematodes present in the cane soils of the municipalities of Tepic and Xalisco, Nayarit. In the period from January to March and August to October 2019, 36 soil samples were collected in the towns of Santiago de Pochotitán (municipality Tepic), Xalisco and Emiliano Zapata (municipality Xalisco), with separation of nematodes in each sample by means of the “trap insect” technique, with the use of larvae of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) as bite. Eight nematode isolates corresponding to the *Steinernema* genus were obtained, of which five were from larvae of *G. mellonella* and three from larvae of “white grubs” infected from the field.

**Keywords:** *Steinernema*, *Galleria mellonella*, white grub, Phyllophaga, sugarcane.

### INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, Nayarit ocupa el octavo lugar en cuanto a superficie destinada al cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum* Linnaeus, 1753 con 36,280 ha, y un rendimiento promedio de 68.69 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2018); sin embargo, el complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) es una de las principales plagas que afecta el rendimiento del cultivo (Romero-López *et al.*, 2010). Para su control se han utilizado las trampas de luz para captura de adultos, y principalmente insecticidas químicos como Diazinón, Terbufos y Carbofurán (Morón *et al.*, 1996); no obstante,

sus efectos tóxicos sobre la fauna benéfica del suelo, así como de la generación de resistencia sobre las plagas insectiles (Aragón-García *et al.*, 2006). En este sentido, una de las alternativas biológicas amigables con el medio ambiente son nemátodos entomopatógenos (NE), que actúan sobre un amplio rango de hospederos plagas en el suelo; para cuyo caso, las principales especies de estos agentes de control para plagas rizófagas se ubican dentro de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae (Moino-Jr y Sousa-Cavalcanti, 2012). Para el aislamiento de NE se utiliza la técnica del “insecto trampa” con larvas de *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) (Delgado-Gamboa *et al.*, 2014). En Nayarit, los NE han sido poco estudiados de ahí su importancia por generar información sobre las especies presentes en suelos cultivados, que puedan utilizarse como una estrategia biológica para el control de la “gallina ciega”. El objetivo de este trabajo fue determinar los NE presentes en suelos cañeros de la región centro de Nayarit.

## MATERIALES Y MÉTODO

Las actividades de muestreo se llevaron a cabo en los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit, en parcelas con antecedentes de infestación por “gallina ciega”, de los ejidos de Santiago de Pochotitán (21° 35' 02"N; 104° 42' 01"O), 780 msnm (municipio Tepic); Xalisco (21° 26' 39"N; 104° 54' 06"O), 915 msnm y Emiliano Zapata (21° 21' 55"N; 104° 54' 41"O), 1000 msnm (municipio Xalisco) (SIGEN, 2016). La recolecta de muestras se realizó semanalmente en los periodos de Enero a Marzo y de Agosto a Octubre de 2019, en muestreos de suelo de 30 x 30 x 30 cm alrededor de la zona radicular de las plantas de caña de azúcar. Las muestras se trasladaron al laboratorio de parasitología agrícola del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica (CEMIC 03) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) para su procesamiento. Para la detección de nemátodos se utilizó la técnica del “insecto trampa”, con larvas de *G. mellonella* (Zimmermann, 1986). Las larvas que resultaron infectadas, así como las “gallinas ciegas” parasitadas desde campo, se colocaron en “Trampas White” por nueve días, para la cosecha de juveniles infectivos (Stock y Goodrich-Blair, 2012). A cada aislado se les realizó los Postulados de Koch's para confirmación de patogenicidad. La determinación morfológica a nivel de género se llevó a cabo mediante las claves de Stock y Kaya (1996) y Nguyen (2007).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 36 muestras de suelo analizadas, se obtuvieron ocho aislamientos de NE, cinco a partir de larvas de *G. mellonella* y tres a partir de “gallinas ciegas” infectadas desde campo, mismas que correspondieron al género *Steinernema* (Rhabditida: Steinernematidae) (Cuadro 1), esto con base al análisis de las características de infección por el nemátodo, tales como coloración café ocre, grisácea a negruzca presentado en los cadáveres de las larvas (Figura 1). Autores como Vázquez-Montoya *et al.* (2012), Zepeda-Jaso y Molina-Ochoa (2012), Hueso-Guerrero *et al.* (2013) y Grifaldo-Alcántara *et al.* (2017) reportaron la predominancia de nematodos del género *Steinernema*, tanto en suelos cultivados con caña de azúcar y maíz, en coincidencia con los aislados obtenidos en las zonas bajo estudio para este género. La alta incidencia de éste género puede deberse a que sus individuos están mejor adaptados a los suelos perturbados por las actividades agrícolas. Otro factor que puede influir es que la planta de caña de azúcar exuda compuestos como CO<sup>2</sup> y terpenoides a través de sus raíces, los cual atraen tanto a Steinernemátidos como insectos inmaduros susceptibles, esenciales para que los nematodos completen su desarrollo y logren proliferar (López-Llano y Soto-Giraldo, 2016).

**Cuadro 1.** Nemátodos entomopatógenos aislados de suelos cañeros del centro de Nayarit.

Aislamiento	Género	Huésped	Origen y ubicación geográfica
SGMX19	<i>Steinernema</i>	<i>G. mellonella</i>	Xalisco (21° 25' 43''N; 104° 53' 35''W)
SGMP3	<i>Steinernema</i>	<i>G. mellonella</i>	Santiago de Pochotitán (21° 35' 27''N; 104° 44' 01''W)
SGMX38	<i>Steinernema</i>	<i>G. mellonella</i>	Xalisco (21° 22' 27''N; 104° 55' 47''W)
SGMX30	<i>Steinernema</i>	<i>G. mellonella</i>	Xalisco (21° 24' 42''N; 104° 55' 52''W)
SGMX36	<i>Steinernema</i>	<i>G. mellonella</i>	Xalisco (21° 23' 04''N; 104° 56' 03''W)
SGCX37	<i>Steinernema</i>	<i>Phyllophaga sp.</i>	Xalisco (21° 22' 40''N; 104° 55' 57''W)
SGCP4	<i>Steinernema</i>	<i>Phyllophaga sp.</i>	Santiago de Pochotitán (21° 35' 41''N; 104° 44' 29''W)
SGCEZ1	<i>Steinernema</i>	<i>Triodonyx lalanza</i>	Emiliano Zapata (21° 22' 46''N; 104° 54' 41''W)



**Figura 1.** Coloración de inmaduros infectados por Steinernemátodos. **a)** cadáver de larva de *G. mellonella*, **b)** cadáver de larva de *T. lalanza*.

## CONCLUSIONES

Los nemátodos entomopatógenos obtenidos de los suelos cañeros en el área de estudio pertenecen al género *Steinernema*. Estos microorganismos podrían utilizarse como alternativa para el control biológico de la “gallina ciega” en la entidad y en el país.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado para la formación del estudiante, así como al Ingenio el Molino, S.A de C.V., por apoyar en la ubicación de parcelas de caña infestadas con “gallina ciega” dentro de los municipios en estudio.

## LITERATURA CITADA

- Aragón-García, A., Pérez, T. B. C., Morón, M. Á., López, O. J. F. y Tapia, R. A. M. 2006. Desarrollo biológico y comportamiento de cinco especies del género *Phyllophaga* (Harris, 1827) (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). pp. 49-62. En: Castro, R.A. C., Morón, M. Á. y Aragón, G. A. (Eds.). *Diversidad, importancia y manejo de Escarabajos edafícolas*. Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A.C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Delgado-Gamboa, J. R., Ruiz, V. J., Aquino, B. T. y Girón, P. S. 2014. Revisión de nemátodos entomopatógenos aislados en México. *Entomología Mexicana*, 1: 284-288. Recuperado de <http://www.entomologia.socmexent.org/>
- Grifaldo-Alcántara, P. F., Alatorre-Rosas, R., Segura-León, O. and Hernández-Rosas, F. 2017. *Steinernema ralatorei* n. sp. isolated from sugarcane areas at Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 42(1): 171-190. DOI: 10.3958/059.042.0117.
- Hueso-Guerrero, E. J., Fallad-Chávez, J., Sepúlveda-Torres, J. L., Mancilla-Villa, O. R., Rendon-Ramírez, C. M. y Piedra-Mollinedo, K. 2013. *Distribución de nematodos entomopatógenos en suelos agrícolas en la cuenca del Rio Ayuquila*, pp. 499-502. En: Vázquez-López, A. y Pérez-Pacheco, R. (Eds.). *Memoria del XXXVI Congreso Nacional de Control Biológico*. Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.
- López-Llano, R. A. y Soto-Giraldo, A. 2016. Aislamiento de nemátodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 114-123. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.8
- Moino-Jr, A. y Sousa-Cavalcanti, R. 2012. Hongos y nemátodos entomopatógenos. *Manual de biología de suelos tropicales*, 10: 287-295. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/667/cap10.pdf>
- Morón, M. Á., Hernández, R. S. y Ramírez, C. A. 1996. El complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Tepic, Nayarit, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 98: 1-44. Recuperado de <http://www.socmexent.org/fovia/index.html>
- Nguyen, K. B. 2007. Methodolgy, morphology and identification, pp. 59-119. In: Nguyen-K. B. and D. J. Hunt (Eds.). *Entomopathogenic nematodes: Systematics, Phylogeny and Bacterial symbionts*. Series: *Nematology monographs and Perspectives*, volume 5. Brill. 816 p.
- Romero-López, A. A., Morón, M. Á., Aragón-García, A. y Villalobos, F. J. 2010. La “gallina ciega” vista como un “ingeniero del suelo”. *Southwestern Entomologist*, 35(3): 331-343. DOI: 10.3958/059.035.0312. Recuperado de <https://sswe.tamu.edu/>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Cierre por año agrícola en

caña de azúcar. Disponible en línea: [http://nube.siap.gob.mx/cierre\\_agricola/](http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/). Consultado 05 de febrero de 2020.

- SIGEN (Sistema de Información Geográfica del estado de Nayarit). 2016. Disponible en línea: [http://gis.sepen.gob.mx/localidades/cons\\_localidad.asp](http://gis.sepen.gob.mx/localidades/cons_localidad.asp). Consultado el 02 de febrero de 2020.
- Stock, S. P. and Goodrich-Blair, H. 2012. Nematode parasites, pathogens and associates of insect and invertebrates of economic importance, pp. 373-426. In: Lacey, L. A. (Ed.). *Manual of techniques in invertebrate pathology*, (2nd. Ed. Academic Press). San Diego, CA. USA. DOI: 10.1016/B978-0-12-386899-2.00012-9.
- Stock, S. P. and Kaya H. K. 1996. A multivariate analysis of morphometric characters of *Heterorhabditis* species (Nematoda: Heterorhabditidae) and the role of morphometric in the taxonomy of species of the genus. *Journal Parasitol.*, 82(5): 806-813. <https://doi.org/10.2307/3283895>.
- Vázquez-Montoya, E. L., Mundo-Ocampo, M., Nava-Pérez, E. y Camacho-Baez, J. R. 2012. Aislamiento de poblaciones nativas de nemátodos entomopatógenos en el cultivo de maíz del valle de Guasave, Sinaloa, México, pp. 63-65. En: Sansinenena-Royano, E., Zumaquero-Ríos, J. y Del Rincón-Castro, M. C. (Eds.). Memoria del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Puebla, Puebla, México.
- Zepeda-Jaso, I. y Molina-Ochoa, J. 2012. Distribución natural de nemátodos entomopatógenos en suelos cultivados y no cultivados del estado de Colima, pp. 558-562. En: Sansinenena-Royano, E., Zumaquero-Ríos, J. y Del Rincón-Castro, M. C. (Eds.). Memoria del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Puebla, Puebla, México.
- Zimmermann, G. 1986. The "Galleria bait method" for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Journal of Applied Entomology*, 102 (1-5): 213-215. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1986.tb00912.x.