

## Nematodos asociados al cultivo de berenjena en Cañada Honda, México

Roberto Ríos Valadez<sup>1</sup>  
Melchor Cepeda Siller<sup>1</sup>  
Ernesto Cerna Chávez<sup>1</sup>  
Yisa María Ochoa Fuentes<sup>1§</sup>  
Anselmo Hernández Pérez<sup>2</sup>  
Luis Mario Tapia Vargas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Parasitología Agrícola-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Coahuila, México. CP. 25315. Tel. 844 4110209. (ing.roberto.rios@hotmail.com; melchoresraza2010@hotmail.com; jabaly1@yahoo.com). <sup>2</sup>Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Avenida Latinoamericana núm. 1101, Colonia Revolución, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60500. (hernandez.anselmo1@gmail.com). <sup>3</sup>Campo Experimental Valle de Apatzingán-INIFAP. Carretera Apatzingán cuatro caminos km 17.5, Antúnez, Parácuaro, Michoacán. CP. 60781. (mariotv60@hotmail.com).

§Autora para correspondencia: yisa8a@yahoo.com.

### Resumen

La berenjena es un cultivo de gran desarrollo y oportunidad de crecimiento económico a nivel mundial, se puede ver comprometido por plagas y enfermedades fitopatógenas que afecten el rendimiento en la producción del cultivo. El objetivo de la investigación fue la identificación de nematodos asociados al cultivo de la berenjena, el muestreo se realizó en el estado de Aguascalientes en la comunidad de Cañada Honda (latitud 22 002254, latitud norte 22° 08' 11584'', longitud oeste -102 192580, 102° 11' 33 2862'') en el año 2019, la técnica utilizada de extracción de nematodos filiformes fue la de tamizado y fluctuación por medio de centrifuga con solución de sacarosa. Las claves para la identificación de nematodos fueron las propuestas por Cid del Prado (2009), las claves de Esienbcach (1985); Nickle (1991); Hunt (2009), para las muestras de raíz se realizó la disección de las agallas para la obtención de los posibles nematodos existentes en la raíz, de igual manera se realizó un análisis visual de cada raíz y se clasificó el daño causado por agallas. El promedio de nematodos en cada muestra de suelo analizada fue de 85 nematodos en 100 g de suelo, el índice de daño a las raíces demostró un valor de 5 a 6 según la escala de Bridge y Page. Se identificaron cuatro géneros: *Nacobbus* spp., *Rhabditis* spp., *Psilechus* spp., y *Dorylaimus* spp.

**Palabras clave:** Agallas, nematodos fitopatógenos, Solanaceae.

Recibido: julio de 2021

Aceptado: agosto de 2021

La berenjena es un cultivo de gran desarrollo y oportunidad de crecimiento económico a nivel mundial, tan solo en el año 2017 su producción mundial fue liderada por China con un volumen de 35 590 700 ton seguido por India con 12 680 00 t y Egipto con 1 180 240 t, México ocupa el lugar número 12 a nivel mundial con una producción de 185 234 t (FAOSTAT, 2019). En el año 2018 el principal estado productor fue Sinaloa con 178 586 t, seguido de Yucatán con 4 426 t y Sonora con 1 433 t (SIAP, 2018).

Las ganancias que manifiesta la exportación de la berenjena a nivel nacional en el año 2018 fueron en promedio de 4 684 658 de dólares y su valor más alto se ve reflejado durante el mes de marzo con un valor de 10 097 391 de dólares (SE, 2018). Este cultivo, se puede ver comprometido por plagas y enfermedades fitopatógenas que afecten el rendimiento, entre los que destacan los nematodos (Medina *et al.*, 2018), que a pesar de su importancia existen pocos estudios en el cultivo de la berenjena.

Los nematodos ocasionan daños en las raíces, dificultando la absorción de agua y nutrientes, además del entorpecimiento de la translocación de minerales y el mal desarrollo de la fotosíntesis a consecuencia de estas deficiencias la planta no se desarrolla satisfactoriamente disminuyendo su rendimiento (Anwar y Mckenry, 2010).

Algunos géneros de nematodos son extremadamente agresivos tal es el caso de *Pratylenchus* spp., *Ditylenchus* spp. *Psilenchus* spp., y el falso agallador, *Nacobbus* sp., en conjunto con *Meloidogyne* spp, este último compuesto por 98 especies dentro de las cuales la especie *Chitwood*, *Incognita*, *Hapla*, *Javanica* y *Arenaria*, son las responsables de ocasionar pérdidas económicas de entre un 12 a 20% en los cultivos donde se presentan (Hussey y Janssen, 2002; Jones *et al.*, 2013, Karssen, *et al.*, 2013). El objetivo fue identificar los géneros de nematodos asociados al cultivo de berenjena.

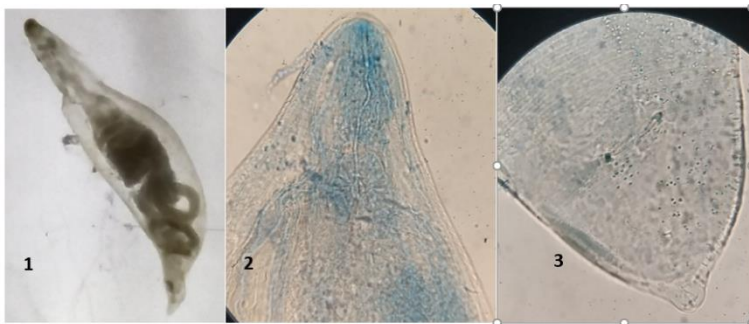
El muestreo se realizó en el estado de Aguascalientes en la comunidad de Cañada Honda (latitud 22 002254, latitud norte 22° 0' 8 11584'', longitud -102,192580, longitud oeste 102° 11' 33 2862''), la cual cuenta con un clima semiseco y temperatura promedio anual de 17-18 °C, el muestreo se realizó en los meses abril y mayo del año 2019 en el cultivo de berenjena; se obtuvieron un total de 25 muestras compuestas de suelo al azar en un perfil de 0-30 cm de profundidad, se recolectaron 200 a 400 g de suelo, se tomaron 25 muestras de raíz cuando la planta se encontraba en fructificación, las muestras fueron procesadas de forma individual, se realizó el cálculo de la población de nematodos de cada punto de muestreo con el objetivo de conocer la variación en la población y al final se promedió el total de nematodos extraídos de los 25 puntos para determinar la densidad de nematodos encontrados en el cultivo con base a 100 g de suelo por muestra.

La técnica utilizada de extracción de nematodos filiformes, fue la de tamizado y fluctuación por medio de centrífuga con solución de sacarosa (Jenkins, 1964). Se tomó 1 mL de los tubos que contenían los nematodos y se colocaron en un vidrio de reloj para su conteo, se realizaron preparaciones con azul de lactofenol para identificar las estructuras de los individuos y se visualizaron en un microscopio Motic bajo el objetivo 40x y 100x.

Las claves para la identificación de nematodos fueron las propuestas por Cid del Prado (2009), las claves de Esienbcach (1985); Nickle (1991); Hunt (2009), en las muestras de raíz se realizó la disección de las agallas y un análisis visual de cada raíz y se clasificó el daño causado por agallas en raíz en referencia a Bride and Page (1980). Lo anterior, se llevó a cabo en el departamento de parasitología, laboratorio de toxicología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El promedio de nematodos encontrados en cada muestra de suelo analizada fue de 85 individuos en 100 g de suelo, contabilizando como valor mayor por unidad de muestra de 178 nematodos en 100 g de suelo y como valor menor 9 nematodos en 100 g de suelo analizado. El límite de tolerancia así como el umbral económico de los nematodos, son valores que debemos de conocer para lograr obtener altos rendimientos en nuestra cosecha, autores como Ferris (1981); Shurtleff *et al.* (1997), indican que la densidad poblacional de nematodos que compromete a la productividad de un cultivo debe ser mayor de 30 nematodos por 100 g de suelo, así mismo el límite de tolerancia está por debajo de los 20 nematodos por 100 g de suelo, más sin embargo, según sea el género presente en nuestro cultivo, el límite de tolerancia y el umbral económico se puede ver modificado por los hábitos y voracidad de los nematodos presentes.

Los géneros de nematodos identificados fueron los siguientes: *Nacobbus* spp: se identificó el género *Nacobbus* spp., en las muestras de raíz observando un notable dimorfismo sexual, con estilete y bulbo medio bien definido (Figura 2), hembras adultas de forma fusiforme y de aspecto hinchado, globoso (Figura 1), con un solo ovario y vulva ubicada en la parte casi al final de cuerpo con o sin masas de huevecillos (Figura 3), en el caso de los machos estos se encontraron en el suelo aunado a la raíz, de forma vermiforme en sus estadios juveniles, de forma alargada y delgada de aspecto curvo en su región ventral, de cola redondeada, estilete y bulbo medio bien desarrollado (Manzanilla-López *et al.*, 2002; Cid del Prado, 2009).

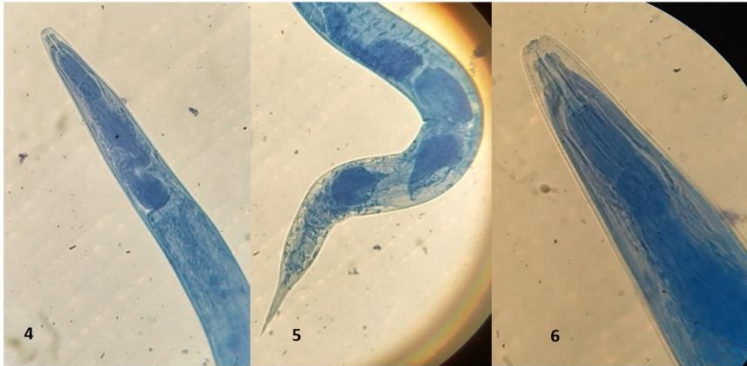


**Figura. 1) hembra de *Nacobbus* de forma hinchada globosa; 2) estilete definido y bulbo medio definido; 3) vulva de hembra de *Nacobbus*.**

Este nematodo altamente infectivo durante todos sus estadios juveniles tanto machos como hembras y solamente las hembras maduras permanecen sedentarias, este nematodo está relacionado con el género *Meloydogine* spp., ya que presenta sintomatologías muy similares en las raíces formando agallas en forma esférica y continua (Perry y Moens, 2006). El nematodo *Nacobbus aberrans* ha sido identificado en suelos cultivados con papa en la comunidad de Aypa Yauruta del departamento de la Paz Bolivia, donde se encontró con 62% de incidencia, este nematodo es considerada una plaga que afecta significativamente el rendimiento del cultivo de papa en el mundo (Martínez y Cruz, 2018). Por otro lado, se realizó un estudio en donde se identificación de nematodos agalladores afectando hortalizas en el Centro Norte de México en donde se encontró a *Nacobbus aberrans* asociado al cultivo del frijol (Velásquez, 2001).

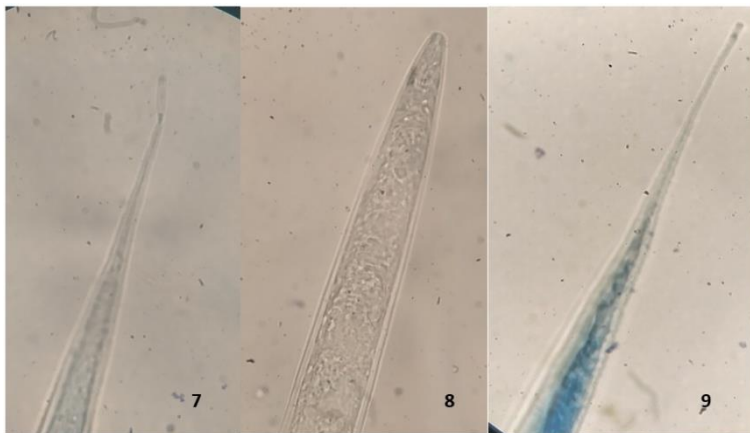
*Rhabditis* spp: se identificó el género *Rhabditis* spp., tanto hembras como machos son de forma vermiforme, este nematodo presenta una cavidad bucal en forma tubular (Figura 4 y 6), manifiesta ausencia de estilete bien definido, su válvula cardia presenta forma de mariposa, en las hembras su vulva se encuentra ubicada al 57% de la longitud de la misma, presenta fasmidios en la región caudal, su cola tiene variantes entre redondeada como filiforme (Figura 5), este nematodo se

alimenta de bacterias en el suelo así como de esporas de hongos, esto puede ocasionar un efecto negativo en la producción de las hortalizas, sus hábitos de alimentación degradan la materia orgánica, en el caso del predio analizado, tener una alta densidad poblacional del género ya mencionado ocasiona una falta de nutrientes en el suelo (Cepeda, 2016). *Rhabditis* spp., se ha encontrado naturalmente en suelos, en particular suelo infestado por *N. aberrans*, en un invernadero dedicado a la producción de tomate ubicado en la Universidad Nacional de la plata en Buenos Aires Argentina, donde se encontró en magnitudes equivalentes a *Helicotylenchus* spp. y nematodos saprófitos (*Rhabditis* spp. y *Cephalobus* spp.) (Martínez *et al.*, 2021).



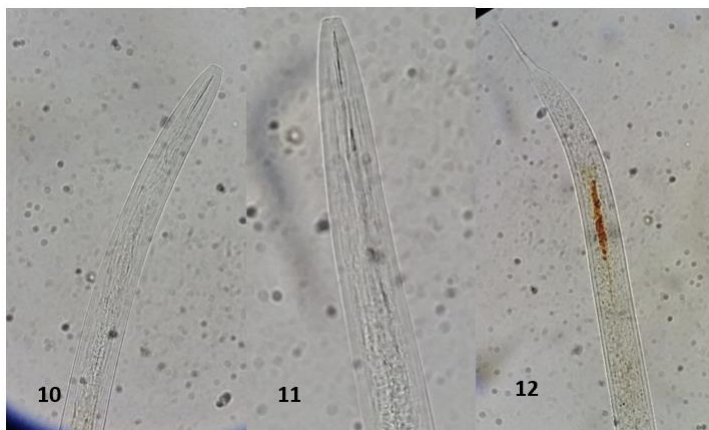
**Figura. 4) nematodo *Rhabditis* con cavidad bucal en forma tubular; 5) cola del nematodo *Rhabditis* spp., en forma filiforme puntiaguda; 6) ausencia de estilete bien definida en cavidad bucal en forma de tubo.**

*Psilenchus* spp: se identificó el género *Psilenchus*, el cual es de forma vermiforme, su cola presenta la característica de ser filiforme con una terminación en forma de gota (Figura 7 y 9), estilete elongado (Figura 8), se puede presentar con sin nódulos basales, este nematodo es ectoparásito, se alimenta de pelos radicales generando necrosis y atrofia radicular, una longitud aproximada de 1 a 1.12 mm. (Ferris, 1981; Espinosa, *et al.*, 2004; Cepeda, 2016). Estos nematodos fitopatógenos han sido poco estudiados, principalmente por su tamaño es pequeño y son conocidos por influenciar la producción de los cultivos por su alta densidad poblacional (Hassan, 2020).



**Figura. 7) cola de nematodo *Psilenchus* con terminación filiforme y forma de gota al final; 8) región cefálica con estilete ausente de nódulos basales; 9) cola filiforme con ensanchamiento terminal en forma de gota.**

*Dorylaimus* spp: se identificó el género *Dorylaimus* spp., su característica principal es su faso estilete (Figura 10) y su cola con una terminación pequeña (Figura 12), su esófago demuestra una expansión gradual en forma de botella, la vulva en las hembras de este género está ubicada al 60% de la longitud, de un tamaño considerable de 3 a 5 mm y con habito alimenticios muy amplios, en raíz ocasiona lesiones de dejan a la misma con forma de escobilla atrofiando así el sistema radicular (Shafqat *et al.*, 1991; Cepeda, 2016).



**Figura. 10) falso estilete de nematodo *Dorylaimus*; 11) expansión gradual de esófago; 12) cola con terminación pequeña.**

En un estudio realizado en invernadero en la estación experimental Julio Hirschhorn, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de la Plata, La Plata Buenos Aires, Argentina, donde se evaluaron fitohormonas, sobre el rendimiento y daño producido por *N. aberrans* en las raíces de un cultivo de tomate. Al inicio del ensayo, el suelo se encontraba naturalmente infestado de *N. aberrans*, donde se encontró un número significativamente mayor a *Dorylaimus* spp. (Martínez *et al.*, 2021).

De la población de nematodos obtenida se obtuvo la incidencia de cada género siendo *Nacobbus* spp., con 40%, seguido *Rhabditis* con 35%, *Psilenchus* con 20% y *Dorylaimus* con 5%. El índice de daño a las raíces evidenciado por la formación de agallas fue catalogado con un valor de 5 a 6 según la escala de Bridge y Page (1980), de igual manera dentro de la raíz disectada se encontraron hembras del género *Nacobbus* spp., parasitando la planta además de huevecillos a su alrededor.

La referencia de los valores establecidos por Bridge y Page (1980) nos indican que 50% de la raíz esta infestada reduciendo su sistema radical, el valor 6 indica que el sistema radical esta infestado más de 50% y está presente en sus raíces principales, estos valores son preferentemente al género *Meloidogyne* spp.; sin embargo, se puede interpretar un daño similar al ocasionado por el género *Nacobbus* spp., la densidad de agallamiento puede ser representado con estos valores, el género *Meloidogyne* spp., al igual que el género *Nacobbus* spp., son hospederos de solanáceas, por lo tanto se puede representar un valor determinado al daño evidenciado por agallas (Velázquez, 2001).

## Conclusiones

Se identificaron los géneros de nematodos: *Nacobbus* spp., *Rhabditis* spp., *Psilenchus* spp., y *Dorylaimus*.

## Literatura citada

- 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.
- Bridge, J. and Page, S. L. J. 1980. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart, tropical pest management. United Kingdom. Inter. J. Pest Manag. 26(3):296-298. DOI:10.1080/09670878009414416.
- Cepeda-Siller, M. 2016. Nematología agrícola. (Ed.). Trillas. 2<sup>a</sup>. Edición. 304 p.
- Cid del Prado-Vera, I. 2009. Claves taxonómicas y diagnosis de familias y géneros orden Tylenchida suborden: Tylenchina y Criconematina y Orden Aphelenchida: suborden Aphelenchina: subfamilias Aphelenchoidinae y Rhadinaphelenchinae. <http://nemaplex.ucdavis.edu/courseinfo/curso%20en%20espanol/claves%20de%20suborden%20Tylenchina.pdf>.
- Esienbcach, J. D. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: an advanced treatise on *Meloidogyne*. Ed. By Sasser, J. N and Carter, C. C. North Carolina State University Graphics. North Carolina, United States. 422 p.
- Espinosa, M. R.; Fuentes, K. C.; Juan, D. E y Jaraba, L. Z. E. 2004. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Córdoba. Temas Agrarios. 9(1):13-20.
- Ferris, H. 1981. Dynamic action thresholds for diseases induced by nematodes. United States. Annual Review of Phytopathology. 19:427-436. doi: 10.1146/annurev.py.19.090181.002235.
- Hunt, D. y Handoo, Z. 2009. Taxonomy, identification and principal species In: Perry RN, Moens M, Starr JL (Eds.). Root-knot Nematodes. CAB International, Wallingford, London, UK. 55-97 pp. doi:10.1079/9781845934927.0055.
- Hussey, R. S. y Janssen, G. J. W. 2002. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* Species. In: plant resistance to parasitic nematodes. Starr, J. L.; Cook, R. and Bridge, J. (Ed.). Cab International Bioscience, Egham, United Kingdom. 43-70 pp. doi: 10.1079/9780851994666.0043.
- Jenkins, W. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. United States. Plant Dis. 48(9):692.
- 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. and Perry, R. N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. UK. Mol. Plant Pathol. 14(9):946-961. doi: 10.1111/mpp.12057.
- Hassan, S. J. 2020. Host range of *Psilenchus* de Man, 1921 among mostly grown crops in Kashmir and its respective population build-up. Asian J. Biol. Life Sci. 9(3):398-401. doi:10.5530/ajbls.2020.9.60.
- Karssen, G.; Wesemael, W. and Moens, M. 2013. Root-knot Nematodes. In: plant nematology. Perry, R. N. and Moens, M. (Ed.) 2<sup>nd</sup> (Ed.). Cab International (Ed.). Wallingford, United Kingdom. 73-108. Doi: 10.1079/9781845930561.0000.
- Medina, I.; Bravo, R. Y. y Aguilar, G. M. I. 2018. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en las regiones de Puno y Cusco, Perú. J. High Andean Res. 20(1):31-38. doi: 10.18271/ria.2018.328.
- Manzanilla-López, R. H.; Costilla, M.; Doucet, M.; Franco, J.; Inserra, R.; Lehman, P. S.; Prado-Vera, I. C. D.; Souza, R. M. and Evans, K. 2002. The genus *Nacobbus* Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): systematics, distribution, biology and management. Nematropica. 32(2):149-227.

- Martínez, B. S.; Garbi, M.; Puig, L.; Cap, B. G. y Giménez, O. D. 2021. Fitohormonas reducen daños por *Nacobbus aberrans* en tomate (*Solanum lycopersicum* L). Chilean J. Agric. Anim. Sci. 37(1):43-53. Doi: 10.29393/CHJAAS37-5FRSM50005.
- Martínez-Yucra, S. W. y Cruz-Choque. 2018. Detección de nematodos fitopatógenos en los suelos cultivados con papa (*Solanum tuberosum*) en la comunidad de Aypa Yauruta del departamento de la Paz. Aphapi. 4(1):906-914.
- Nickle, W. R. 1991. Manual of agricultural nematology. Dekker, C. R. C. (Ed.). Beltsville, Maryland EE.UU. 552 p.
- Perry, R. N. and Moens, M. 2006. Plant nematology. CAB International (Ed.). Wallingford, United Kingdom. 26-27 pp.
- SE. 2018. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. Fracción. Estadísticas mensuales. 2018. 07093001. <http://www.economia-snci.gob.mx/>.
- Shurtleff, M. C. and Averre, C. W. 1997. The plant disease clinic and field diagnosis of abiotic diseases. USA. The American Phytopathological Society, St. Paul. 245 p.
- SIAP. 2018. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por cultivo. <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap-gobmx/ResumenDelegacion.do>.
- Velásquez, V. R. 2001. Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el norte centro de México. Rev. Mex. Fitopatol. 19(1):107-109.