

Nematodos fitoparásitos de haba en el oriente de Puebla

Ángel Enrique Núñez-Sánchez¹
María del Carmen Núñez-Camargo^{1,§}
Carlos Yair Vázquez-González¹
Alejandro Salinas-Castro²
Daniel López-Lima¹

1 Facultad de Ciencias Agrícolas-Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México. CP. 91090. (anunez@uv.mx; chapa-12-12@hotmail.com; danielopez@uv.mx).

2 Centro de Investigación en Micología Aplicada-Universidad Veracruzana. Médicos núm. 5, Colonia Unidad del Bosque, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México. CP. 91010. (asalinas@uv.mx).

Autora para correspondencia: marnunez@uv.mx

Resumen

El haba es uno de los cultivos más importantes en el altiplano mexicano, debido a su adaptación a las condiciones edafoclimáticas y a su alto valor nutricional en la dieta de los habitantes de esta región. Sin embargo, los rendimientos obtenidos son bajos comparado con el promedio mundial. Los nematodos fitoparásitos son una de las principales limitantes para la producción de haba en otras partes del mundo; no obstante, en México se desconoce su presencia en este cultivo. En este trabajo se identificaron y cuantificaron los nematodos fitoparásitos asociados a cultivos de haba en 10 predios de los municipios de Tepeyahualco y Cuyoaco, Puebla y en plantas germinadas en suelo estéril a partir de semillas provenientes de diferentes zonas en el año 2022. Se encontraron seis géneros de nematodos fitoparásitos: *Criconemoides*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Pratylenchus* y *Zygotylenchus*. Los géneros más abundantes fueron *Ditylenchus* y *Pratylenchus* con una densidad de población de 11 y 7 ejemplares por 100 cm³ de suelo y 159 y 60 ejemplares por 100 g de tejido vegetal respectivamente y se encontraron en todos los sitios de muestreo. La densidad de población de *Ditylenchus* sobrepasa el umbral económico del cultivo, además, ejemplares de este género se encontraron en las plantas germinadas en suelo estéril. Los resultados demuestran que *Ditylenchus* está distribuido en toda la zona muestreada, y puede causar afectaciones en el rendimiento. Es necesario realizar más estudios para determinar la identidad de las especies de nematodos y su distribución en otras zonas de producción.

Palabras clave:

Ditylenchus, *Pratylenchus*, *Vicia faba*, detección.



El haba (*Vicia faba* L.) es una leguminosa de la familia Fabaceae, es la séptima legumbre de importancia económica en el mundo debido a sus cualidades nutritivas (Dhull *et al.*, 2022). Los principales países productores de haba son China, Etiopía, Reino Unido, Argelia y Egipto (FAO, 2022). México es el séptimo productor de haba verde con más de 80 000 t anuales y el vigésimo primer productor de haba seca con más de 37 000 t anuales. Cuenta con una superficie sembrada de 36 000 ha (SIAP, 2022).

El Estado de México, Puebla y Michoacán son los principales estados productores de haba verde con el 89% de la producción nacional. Asimismo, los estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala son los principales productores de haba seca, con el 94% de la producción nacional. El rendimiento promedio obtenido en México es de 6.3 t ha⁻¹ para granos verdes y 1.6 t ha⁻¹ de grano seco (SIAP, 2022); sin embargo, este rendimiento es bajo con respecto a otros países como China, donde se obtienen 19 t ha⁻¹ de haba verde, o Argentina, donde obtienen rendimientos de 8.8 t ha⁻¹ de haba seca.

A pesar de los bajos rendimientos obtenidos en México, el haba es un cultivo muy importante, principalmente en los estados del altiplano central debido a que es una alternativa a los cultivos de maíz y frijol por su tolerancia a bajas temperaturas y condiciones de baja humedad (Rojas-Tiempo *et al.*, 2012).

A nivel mundial, los cultivos de haba son afectados por diversas plagas, entre las que destacan los nematodos fitoparásitos, que se consideran una de las principales limitantes para la producción de esta planta en países de Europa, África y Asia (Sikora *et al.*, 2018). Los nematodos son difíciles de detectar, ya que provocan síntomas que pueden confundirse con deficiencias de nutrientes o con afectaciones causadas por otros patógenos, como retraso en el crecimiento, reducción del sistema radical y deformación de tallos, hojas, vainas y semillas (Vovlas *et al.*, 2011).

En la región oriental del estado de Puebla, el haba es ampliamente cultivada ya que se adapta a las condiciones edafoclimáticas y es un componente principal de la dieta de los habitantes; sin embargo, en los últimos años el rendimiento ha venido bajando constantemente, al grado de actualmente estar por debajo del promedio nacional (Rojas-Tiempo *et al.*, 2012; SIAP, 2022). En recorridos de campo se han observado síntomas que corresponden a la infestación por nematodos; sin embargo, no se han hecho estudios para determinar su presencia y niveles de población, por lo tanto, el objetivo de este trabajo es identificar los géneros de nematodos asociados al cultivo de haba en una de las principales zonas productoras del oriente del estado de Puebla.

El muestreo se llevó a cabo el 21 de mayo de 2022 en 10 parcelas de una ha sembradas con *V. faba* var. Major en las localidades de Mancuernas y Xaltipanapan del municipio de Tepeyahualco y las localidades de Francisco I. Madero y Texcal del Municipio de Cuyoaco (Figura 1). Todos los sitios de estudio presentan un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, con una temperatura media entre 10 y 16 °C, suelo tipo regosol, de 300-700 mm de precipitación y entre 2 500 y 2 600 msnm (INEGI, 2010).



Figura 1. Localización de los sitios de muestreos en el estado de Puebla.



Al momento del muestreo, las plantas tenían dos meses de edad y una altura entre 10 y 15 cm. En cada sitio se tomó una muestra compuesta por cinco plantas completas con suelo rizosférico en un patrón zigzag a lo largo del terreno.

Las plantas y suelo fueron trasladados al Laboratorio de Parasitología y Control biológico de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana. Para extraer nematodos ectoparásitos, se procesaron 100 cm³ de suelo rizosférico mediante la técnica de tamizado-centrifugado (van Bezooijen, 2006). Para extraer los nematodos endoparásitos, se procesaron 100 g de tejido vegetal fresco incluyendo el sistema radical completo, parte del tallo y follaje por el método de macerado y tamizado-centrifugado.

Después de la extracción, los nematodos fueron fijados con formol 4% y aclarados por el método de Seinhorst (van Bezooijen, 2006). Posteriormente los nematodos se cuantificaron separando los diferentes morfotipos con presencia de estilete (fitoparásitos) y nematodos de vida libre en una cámara de conteo Sedwick-Rafter a 100X en un microscopio de luz Nikon Alphaphot YS2-T.

Una vez cuantificados, se procedió a montar entre 10 y 15 ejemplares de cada morfotipo en anillo de parafina para observarlos al microscopio e identificar el género mediante las claves especializadas (Siddiqi, 2000). Adicionalmente, se colectaron semillas de haba procedente de distintos lugares, utilizada en la zona de estudio para sembrar: Querétaro, Querétaro, Tenango del Valle, Estado de México y San Salvador el Seco, Puebla. 20 semillas de cada sitio se colocaron en macetas con suelo estéril y se dejaron desarrollar por un periodo de 45 días.

Posteriormente, las plantas se sacaron de la maceta y se procesó el total del tejido vegetal mediante la técnica de macerado tamizado-centrifugado. Las muestras se fijaron en formol 4% y

posteriormente se inspeccionaron bajo el microscopio de luz a 100X en una cámara de conteo Sedwick-Rafter. Los nematodos encontrados se procesaron por el método de Seinhorst y se montaron en anillo de parafina para su identificación a nivel de género (Siddiqi, 2000; van Bezooijen, 2006).

Se encontraron seis géneros de nematodos fitoparásitos asociados al suelo y plantas de haba en los sitios de colecta (Cuadro 1). Las características de los ejemplares observados se describen a continuación: *Criconemoides* sp. Longitud 500 a 600 μm , cutícula fuertemente anillada. Anillos con bordes suaves. Región cefálica y disco labial no sobresalientes. Estilete de 80 μm , robusto con base en forma de ancla (Figura 2a). Bulbo medio alargado y ancho. La vulva se observa como una ranura transversal, cerrada con el labio anterior no sobresaliente.

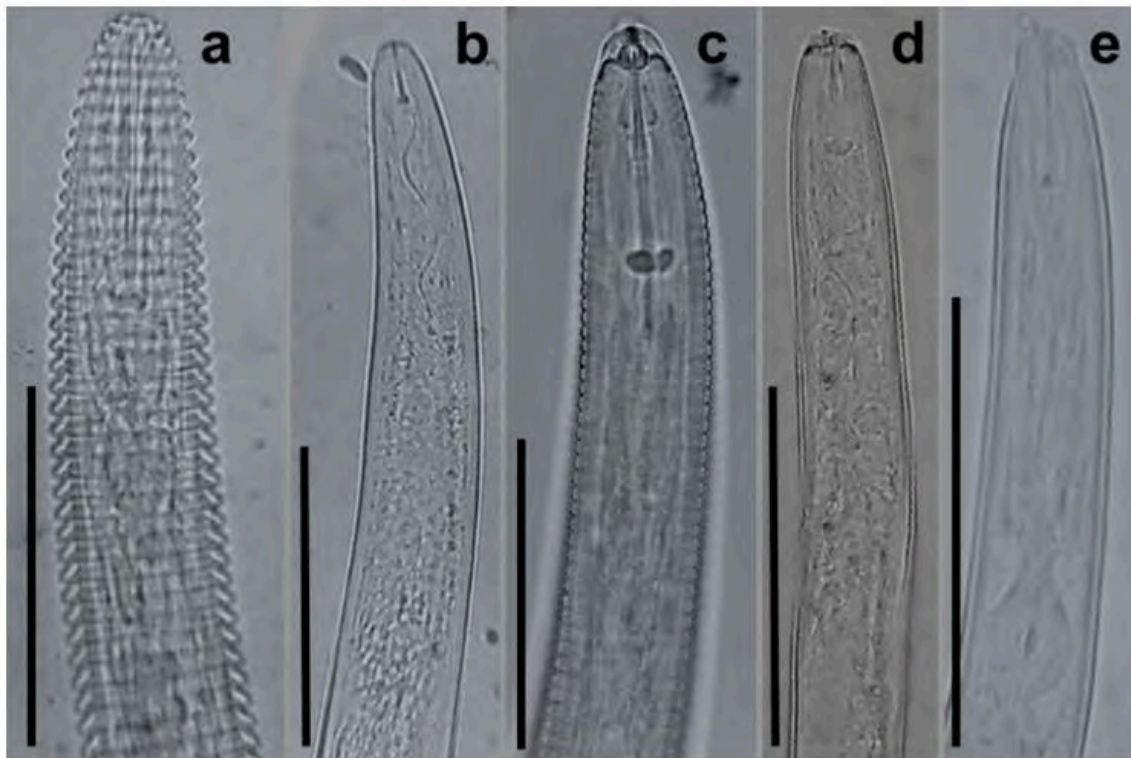
Cuadro 1. Géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de haba y su abundancia relativa en el oriente del estado de Puebla.

Familia	Subfamilia	Género	Abundancia relativa
Criconematidae	Macroposthoniinae	<i>Criconemoides</i>	1.09
Anguinidae	Anguininae	<i>Ditylenchus</i>	68.83
Hoplolaimidae	Hoplolaiminae	<i>Helicotylenchus</i>	2.06
		<i>Hoplolaimus</i>	1.21
Pratylenchidae	Pratylenchinae	<i>Pratylenchus</i>	26.76
		<i>Zygotylenchus</i>	0.04

Una sola rama de los órganos reproductores de la hembra es funcional. Cola conoide con terminación truncada. *Ditylenchus* sp. Longitud entre 1 y 1.2 mm, cutícula con estriado transversal muy fino, campo lateral con cuatro incisuras. Región cefálica baja sin estrías ligeramente aplanada y apenas separada del cuerpo. Estilete entre 10 y 12 μm con nódulos basales visibles (Figura 2b). Precorpus del esófago cilíndrico, que se estrecha ligeramente cuando se une al bulbo medio. Vagina distintiva en ángulo recto al cuerpo, solo la rama anterior de los órganos reproductivos de la hembra desarrollada y funcional, con saco uterino pos-vulval presente y extendido. Cola conoide alargada con terminación afilada y puntiaguda. *Helicotylenchus* sp. Longitud de 700 a 850 μm . Cutícula con estriado bien definido y campo lateral con cuatro incisuras.



Figura 2. Región anterior del cuerpo de a) *Criconemoides* sp.; b) *Ditylenchus* sp.; c) *Helicotylenchus* sp.; d) *Pratylenchus* sp.; y e) *Zigotylenchus* sp. (Barras de escala= 50 μ m).



Región cefálica elevada, semiesférica con cuatro a cinco anillos. Estilete bien desarrollado de 25 a 27 μ m con nódulos basales prominentes (Figura 2c). Bulbo medio ovalado, las glándulas esofágicas rodean parcialmente la parte anterior del intestino. Vagina en el último tercio del cuerpo, ambas ramas de los órganos reproductivos femeninos bien desarrollados y funcionales. Cola dorsalmente convexa, conoide con mucron. *Hoplolaimus* sp. Longitud 1 a 1.1 mm. Cutícula con estriado bien definido, campo lateral con cuatro incisuras. Región cefálica hemisférica, de cuatro a seis anillos, bien separada del cuerpo por una constricción.

Marco labial bien desarrollado y esclerotizado. Estilete masivo, bien desarrollado de 40 a 45 μ m, con nódulos basales compactos. Bulbo medio ovalado aproximadamente ocupando la mitad del ancho de cuerpo. Glándulas esofágicas con un núcleo, extendidas dorsalmente sobre el intestino. Vulva ligeramente posterior a la mitad del cuerpo. Ambas ramas de los órganos reproductivos de la hembra bien desarrollados y funcionales. Cola corta y redondeada. *Pratylenchus* sp. Longitud de 600 a 750 μ m. Cutícula ligeramente estriada, campo lateral con cuatro incisuras. Región cefálica baja, aplanada, continua con el contorno del cuerpo y fuertemente esclerotizada.

Estilete robusto de 15-17 μ m, con nódulos basales redondos (Figura 2d). Bulbo medio ovalado, glándulas esofágicas extendidas ventralmente sobre el intestino. Vulva en el cuarto posterior del cuerpo. Solo la rama anterior de los órganos reproductivos de la hembra desarrollada y funcional, con presencia de saco uterino pos-vulvar. Cola redondeada sin proyecciones. *Zigotylenchus* sp. Longitud de 500 μ m. Cutícula ligeramente estriada, campo lateral con cuatro incisuras.

Región cefálica baja, ligeramente estrecha y redondeada, continua con el cuerpo y fuertemente esclerotizada. Estilete fuerte, de 15 a 16 μ m, con nódulos basales redondeados (Figura 2e). Glándulas esofágicas extendiéndose sobre el intestino principalmente ventralmente. Vulva

ligeramente posterior a la mitad del cuerpo. Ambas ramas de los órganos reproductivos de la hembra bien desarrolladas y funcionales. Cola ligeramente estrecha con terminación redondeada.

El género más abundante fue *Ditylenchus*, que representó más del 68% de los ejemplares colectados, seguido de *Pratylenchus* con el 26%. Los cuatro géneros restantes presentaron una abundancia menor a 5% (Cuadro 1). Los géneros encontrados en este estudio coinciden a lo registrado anteriormente en países productores de Europa, Asia y África (Vovlas *et al.*, 2011; Feyisa, 2021). *Ditylenchus* y *Pratylenchus* son los nematodos fitoparásitos más abundantes en cultivos de haba (Sikora *et al.*, 2018).

Asimismo, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus* y *Zygotylenchus* se han registrado en algunas áreas, aunque en baja abundancia (Azimi, 2017). Por otro lado, el género *Criconemoides* no se había registrado anteriormente asociado al cultivo de haba, aunque es común en la rizosfera de diversos cultivos en México (Velásquez-Valle *et al.*, 2018). A nivel mundial, *Ditylenchus* es considerado el nematodo plaga más dañino en el cultivo de haba, son endoparásitos migratorios que se alimenta del tallo, peciolo, tejido de hojas, vainas y semillas, pero no causan daño significativo en la raíz (Sikora *et al.*, 2018).

En países de la zona del mediterráneo se han registrado las especies *D. dipsaci* y *D. gigas* causando severas afectaciones a cultivos de haba (Vovlas *et al.*, 2011; Azimi, 2017). Asimismo, los nematodos del género *Pratylenchus* son endoparásitos migratorios que causan lesiones y necrosis en el tejido de la raíz. Especies como *P. neglectus* y *P. thornei* son considerados plagas importantes para el cultivo en Italia, el norte de África y el Medio Oriente (Di Vito *et al.*, 2000).

La densidad de población de nematodos fitoparásitos fue de 30.4 ejemplares en 100 cm³ de suelo y 221.2 en 100 g de tejido vegetal fresco (Cuadro 2). Los géneros con mayor densidad de población en suelo y raíz fueron *Ditylenchus* y *Pratylenchus* (Cuadro 2). Sin embargo, fue menor a la densidad de población en otras zonas de producción de África, donde se registran 150 individuos de *Ditylenchus* por 100 cm³ de suelo y 750 por 100 g de tejido vegetal y 150 *Pratylenchus* por 100 cm³ de suelo y 1 000 por 100 g de raíz (Feyisa, 2021).

Cuadro 2. Densidad de población y frecuencia de aparición de nematodos asociados al cultivo de haba.

Género	Suelo (100 cm ³)		Tejido vegetal fresco (100 g)	
	Densidad de población	Frecuencia	Densidad de población	Frecuencia
<i>Criconemoides</i>	3 ±3	90	-	-
<i>Ditylenchus</i>	11 ±14	100	159 ±82	100
<i>Helicotylenchus</i>	5 ±6	60	1 ±0.3	10
<i>Hoplolaimus</i>	1 ±0.8	50	2 ±2	60
<i>Pratylenchus</i>	7 ±5	100	60 ±23	100
<i>Zygotylenchus</i>	-	-	1 ±0.3	10
Total de nematodos fitoparásitos	30.4 ±29.9		221.2 ±69	
Nematodos de vida libre	21 ±15	100	-	-

En este trabajo, la población de *Pratylenchus* se encuentra por debajo del umbral económico para causar daño al cultivo de haba, que es de 200 juveniles y adultos por 100 cm³ de suelo (Di Vito *et al.*, 2000); sin embargo, para *Ditylenchus* se encuentra arriba del umbral económico que es de dos individuos por 100 g de suelo (Subbotin y Ryley, 2012). La baja población en comparación con otros sitios puede deberse a las condiciones de sequía que imperaban al momento del muestreo en la zona de estudio y al poco desarrollo que presentaban las plantas, es necesario realizar muestreos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Se encontraron ejemplares de *Ditylenchus* en las plantas germinadas en suelo estéril de los tres orígenes. En las semillas provenientes de Querétaro y Estado de México se encontraron en promedio un ejemplar por planta germinada en el 41% y 33% de las muestras examinadas respectivamente. En las semillas provenientes de Puebla, se encontraron en promedio seis ejemplares por planta germinada en 91% de las muestras.

Es probable que este nematodo tenga mayor incidencia en el estado de Puebla, ya que las semillas cosechadas en la zona presentan mayor infestación. Sin embargo, es necesario determinar si la variedad de semillas utilizadas en las diferentes zonas puede influir en la presencia del nematodo. La semilla infestada con este nematodo es el principal medio de diseminación en cultivos como el haba o el ajo, ya que los individuos de *Ditylenchus* pueden entrar en estado de anhidrobiosis y sobrevivir a la desecación por largos periodos de tiempo al interior de la semilla, reactivando su ciclo de vida una vez que hay condiciones adecuadas (Holajjer *et al.*, 2020).

Conclusiones

En los cultivos de haba de la zona de estudio existen poblaciones de nematodos fitoparásitos que pueden afectar el rendimiento del cultivo de haba. En particular, nematodos del género *Ditylenchus* se encuentran en todos los sitios de muestreo en densidades de población superiores al umbral económico para afectar el rendimiento. Es necesario, realizar muestreos más amplios para determinar la distribución y las especies de los nematodos en el cultivo de haba, principalmente de los géneros *Ditylenchus* y *Pratylenchus* con el fin de determinar su impacto en la productividad y proponer estrategias de manejo.

Bibliografía

- 1 Azimi, S. 2017. Study of plant parasitic nematodes associated with faba bean in Khuzestan province, southwestern Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 50(13-14):700-712. Doi: 10.1080/03235408.2017.1370918.
- 2 Dhull, S. B.; Kidwai, M. K.; Siddiq, M. X. and Sidhu, J. S. 2022. Faba (broad) bean production, processing, and nutritional profile. *In: Dry beans and pulses: Production, processing, and nutrition*. Siddiq, M. and Uebersax, M. A. Ed. 2. John Wiley & Sons. USA. 359-381 pp. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119776802.ch14>.
- 3 Di Vito, M.; Zaccheo, G. and Catalano, F. 2000. Effect of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* on the growth of faba bean. *Nematologia Mediterranea*. 28(2):261-265. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2011.02430.x.
- 4 FAO. 2022. Food and Agriculture Organization. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.
- 5 Feyisa, B. 2021. Survey and identification of plant parasitic Nematodes on *Faba bean* Crop in Ethiopia. *Journal Plant Pathology Microbiology*. 12(6):1-5.
- 6 Holajjer, P. Jadon, K. S.; Chandrawat, B. S. and Gawade, B. 2020. Seed-Borne and seed associated nematodes: an overview. *In: seed-borne diseases of agricultural crops: detection, diagnosis & management*. Kumar, R. and Gupta, A. Ed. Springer. Singapore. 355-368 pp. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9046-4-15>.
- 7 INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Compendio de información geográfica municipal 2010. Cuyoaco Puebla. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos-geograficos/21/21044.pdf>.
- 8 Rojas-Tiempo, J.; Díaz-Ruiz, R.; Álvarez-Gaxiola, F.; Ocampo-Mendoza, J. y Escalante-Estrada, A. 2012. Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(1):35-49.
- 9 SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

- 10 Siddiqi, M. R. 2000. Tylenchida: parasites of plants and insects. 2^{da}. Ed. CABI. UK. 848 p.
- 11 Sikora, R. A.; Claudius, C. B. and Sikora, E. J. 2018. Nematode parasites of food legumes. *In*: plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford UK: CAB International. 290-345 pp.
- 12 Subbotin, S. A. and Riley, I. T. 2012. Stem and gall forming nematodes. *In*: Practical plant nematology. Ed. BBA, México. 521-577 pp.
- 13 van Bezooijen, J. 2006. Methods and techniques for nematology. Wageningen University. The Netherlands. 112 p. <https://nematologia.com.br/files/uploads/2014/03/vanBezo.pdf>.
- 14 Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L. R. and Talavera-Correa, H. 2018. Microorganismos asociados con la pudrición de corona de alfalfa en el norte centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología. 36(3):414-422. Doi: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1806-1>.
- 15 Vovlas, N.; Troccoli, A.; Palomares, R. J. E.; De Luca, F.; Liébanas, G.; Landa, B. B. and Castillo, P. 2011. *Ditylenchus gigas* n. sp. parasitizing broad bean: a new stem nematode singled out from the *Ditylenchus dipsaci* species complex using a polyphasic approach with molecular phylogeny. Plant Pathology. 60(4):762-775.



Nematodos fitoparásitos de haba en el oriente de Puebla

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 May 2024
Date accepted: 01 June 2024
Publication date: 12 July 2024
Publication date: May-Jun 2024
Volume: 15
Issue: 4
Electronic Location Identifier: e3383
DOI: 10.29312/remexca.v15i4.3383

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

Ditylenchus
Pratylenchus
Vicia faba
detección

Counts

Figures: 2

Tables: 2

Equations: 0

References: 15

Pages: 0