

# RESEARCH/INVESTIGACIÓN

## DISTRIBUCIÓN, INCIDENCIA Y ALTERACIONES HISTOLÓGICAS DE UNA NUEVA ENFERMEDAD EN BETABEL (*BETA VULGARIS* L.) CAUSADA POR EL FALSO AGALLADOR *NACOBBUS ABERRANS*, EN EL VALLE DE TEPEACA, PUEBLA, MEXICO

Alejandro Tovar-Soto\*, María Gabriela Medina-Canales y Rolando Torres-Coronel

Departamento de Parasitología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional. Carpio y Plan de Ayala S/N, Col. Santo Tomás, Del. Miguel Hidalgo, CP. 11340, México, D.F. \*Correspondencia email: alejandrotovars@hotmail.com

---

### ABSTRACT

Tovar-Soto, A., Ma. G. Medina-Canales y R. Torres-Coronel. 2012. Distribution, incidence and histological changes of a new disease in red beet (*Beta vulgaris* L.) caused by the false root-knot nematode *Nacobbus aberrans*, in the Valley of Tepeaca, Puebla, Mexico. *Nematropica* 42:191-197.

We determined the distribution and incidence of the disease known as “Grain of red beet” and described the histological changes caused by the false root-knot nematode *Nacobbus aberrans* when it forms galls on the taproot and when it produces grain-like lesions on the head of the root of this vegetable. The results showed that the disease is distributed in several locations in the municipalities of Los Reyes Juárez, Quecholac and Palmar de Bravo, 50% of the sample plots, had an incidence ranging between 0-100%. Histological examination showed that in the galls of the main root, the nematode induced the formation of feeding sites “syncytia” located in the vascular cylinder. The cytoplasm of the affected cells was dense and granular, with one or two nuclei, nuclei and nucleoli were hypertrophied, there was thickening and dissolution of cell walls and hyperplasia around the lesion. In lesions such as “grain” of the nematode juvenile stages were found in cavities surrounded by lignified cells. When females invaded the reserve parenchyma, they induced a circumscribed lesion, which appeared to be a syncytium, but did not reveal the fundamental characteristics of this. Both in the galls of the main root and in the grain-like lesions found mature females with egg masses.

*Key words:* *Beta vulgaris*, grain red beet, histological changes, *Nacobbus aberrans*.

---

### RESUMEN

Tovar-Soto, A., Ma. G. Medina-Canales y R. Torres-Coronel. 2012. Distribución, incidencia y alteraciones histológicas de una nueva enfermedad en betabel (*Beta vulgaris* L.) causada por el falso agallador *Nacobbus aberrans*, en el Valle de Tepeaca, Puebla, México. *Nematropica* 42:191-197.

Se determinó la distribución e incidencia de la enfermedad conocida como “Grano del betabel”, y se describieron las alteraciones histológicas causadas por el nematodo falso agallador *Nacobbus aberrans* cuando forma agallas en la raíz principal y cuando produce lesiones tipo grano en la cabeza de la raíz de esta hortaliza. Los resultados mostraron que esta enfermedad está distribuida en varias localidades de los municipios Los Reyes de Juárez, Quecholac y Palmar de Bravo, en el 50 % de las parcelas muestreadas, con una incidencia que osciló entre 0-100 %. El estudio histológico mostró que en las agallas de la raíz principal, el nematodo indujo la formación de sitios de alimentación “sincitios” ubicados en el cilindro vascular. El citoplasma de los mismos se observó denso y granuloso, con uno o dos núcleos, los núcleos y nucléolos se mostraron hipertrofiados, hubo engrosamiento y disolución de paredes celulares e hiperplasia alrededor de la lesión. En las lesiones tipo “grano” las fases juveniles del nematodo se encontraron en cavidades rodeadas por células lignificadas. Cuando las hembras invadieron el parénquima de almacenamiento, indujeron una lesión delimitada, que aparentó ser un sincitio; sin embargo, no se apreciaron las características fundamentales de éste. Tanto en las agallas de la raíz principal como en las lesiones tipo grano hubo hembras maduras con masas de huevos.

*Palabras clave:* Alteraciones histológicas, *Beta vulgaris*, grano del betabel, *Nacobbus aberrans*.

## INTRODUCCIÓN

El nematodo falso agallador *Nacobbus aberrans* está asociado a varias hortalizas de importancia agrícola en México, donde destacan jitomate (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annuum* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Montes-Belmont, 2000; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Tovar-Soto, 2011), en donde produce considerables pérdidas económicas (Silva-Jaramillo, 1989; Zamudio *et al.*, 1990; García-Camargo y Trejo, 1995; Cristobal-Alejo, 2001). Recientemente Tovar-Soto (2009), Magaña-Angeles *et al.* (2009) y Soto *et al.* (2009) detectaron a este nematodo atacando el cultivo de betabel (*Beta vulgaris* L.) en el Valle de Tepeaca, Puebla; región importante de producción, acopio y distribución de hortalizas, en donde se siembran cada año alrededor de 500 ha con esta hortaliza, dedicada principalmente para el consumo nacional (SAGARPA, 2009). En esta región *N. aberrans* induce agallas en la raíz principal, como ocurre normalmente en la mayoría de las especies a las que ataca, y también produce lesiones “tipo grano” en la cabeza de la raíz; estas lesiones conocidas por los agricultores como “Grano del betabel”, esta enfermedad provoca pérdidas de consideración en el cultivo (Soto *et al.*, 2009). El objetivo del presente estudio fue conocer la distribución e incidencia de la enfermedad conocida como “Grano del betabel” y describir las alteraciones histológicas cuando *N. aberrans* forma agallas en la raíz principal y cuando produce lesiones tipo grano en la cabeza de la raíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 2008-2009 se muestrearon 28 parcelas sembradas con betabel en la zona hortícola del Valle de Tepeaca, Puebla, en la Mesa Central de México. El muestreo se llevó a cabo en varias localidades de los municipios de Acatzingo, Los Reyes de Juárez, Quecholac y Palmar de Bravo, en donde el cultivo de betabel tiene importancia económica. En cada parcela seleccionada se tomaron aleatoriamente 10 submuestras, y en cada punto de muestreo se recolectaron 100-150 g de suelo y 15 plantas; todas las submuestras de cada parcela se colocaron en una bolsa de polietileno de 80 x 80 cm, lo que conformó la muestra representativa (1.0-1.5 kg suelo y 150 plantas) (De la Jara *et al.*, 1994). En el Laboratorio, de cada muestra, se separaron las plantas del suelo y las raíces se lavaron con agua corriente para eliminar el exceso de suelo adherido. La incidencia de la enfermedad se determinó como el porcentaje (%) de plantas con síntomas en cada muestra (Kranz, 1988; Campbell y Madden, 1990; Mora-Aguilera, 1997).

Para el estudio histológico, se seleccionaron raíces con agallas en la raíz principal y con lesiones tipo grano en la cabeza de la raíz, así como raíces de plantas sanas como testigos; todas se fijaron en FAA (Formol 40%, Etanol 96%, Ácido acético) y posteriormente se lavaron con agua corriente hasta eliminar el exceso de fijador,

después se incluyeron en parafina. Se realizaron cortes de 10-15  $\mu$ m de espesor en el plano longitudinal y transversal con ayuda de un micrótopo de rotación. La tinción de los cortes se realizó con fucsina-verde rápido. Finalmente los cortes se deshidrataron y montaron en resina sintética para su análisis (Carvajal-Sandoval, 1996).

## RESULTADOS

### *Distribución e incidencia de la enfermedad*

La enfermedad “Grano del betabel” se presentó en 14/28 (50 %) de las parcelas muestreadas en los municipios de Palmar de Bravo, Quecholac y Los Reyes de Juárez (Tabla 1). La incidencia de la misma osciló entre 0-100 % en las parcelas evaluadas (Tabla 1).

### *Alteraciones histológicas de las agallas en la raíz principal de betabel*

El estudio histológico de las agallas en la raíz principal (Fig. 1 A) mostró que *N. aberrans* indujo sitios de alimentación “sincitios” en el cilindro vascular, desplazando al xilema y floema. El citoplasma de los sincitios se mostró denso y granuloso, con pocos núcleos, los cuales al igual que los nucléolos se presentaron hipertrofiados. También se observó hiperplasia e hipertrofia, así como disolución y engrosamiento de paredes celulares (Fig. 1E, F).

### *Alteraciones histológicas de lesiones tipo grano en la cabeza de la raíz*

En las lesiones tipo grano de la cabeza de la raíz no hubo la formación de sincitios (Fig. 1B). Los estadios juveniles J3/J4 se encontraron en cavidades rodeadas por células lignificadas ubicadas principalmente en la peridermis (Fig. 1I, J); no obstante, cuando el nematodo invadió el parénquima de reserva, aledaño a las hembras aparecieron lesiones atípicas que destacan por la coloración que toman; éstas fueron similares en forma a lo que pudiera ser un sincitio; sin embargo, no presentaron las características fundamentales de éste (Fig. 1K). Tanto en las agallas de la raíz principal, como en las lesiones tipo grano de la cabeza de la raíz, hubo hembras maduras con masas de huevos (Fig. 1C, F, L). Los cortes de las raíces testigo no mostraron alteraciones (Fig. 1D, G, H).

## DISCUSIÓN

La enfermedad “Grano del betabel”, es causada por el nematodo falso agallador *N. aberrans* y recientemente ha sido descrita en este cultivo en la región hortícola del Valle de Tepeaca, Puebla, México (Tovar-Soto, 2009; Magaña-Angeles *et al.*, 2009; Soto *et al.*, 2009; Salazar-Hernández *et al.*, 2011). En esta región la enfermedad

Tabla 1. Distribución e Incidencia de la enfermedad conocida como “Grano del betabel” (*Beta vulgaris* L.) causada por el nematodo falso agallador *Nacobbus aberrans* en el Valle de Tepeaca, Puebla, México

Nº campo	Localidad	Municipio	Incidencia enfermedad (%)
13	Carretera Acatzingo	Acatzingo	0
19	Santa María Actipan	Acatzingo	0
21	Palmarito	Quechulac	100
25	Palmarito	Quecholac	66
27	Adolfo López Mateos	Palmar de Bravo	11
29	Santa Cruz Manjarréz	Palmar de Bravo	86
31	San José Tzuuapan	Quecholac	12
37	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	32
39	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	20
43	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	11
46	Progreso de Juárez	Acatzingo	0
52	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	0
53	Ejido San Mateo Parras	Los Reyes de Juárez	0
56	Ejido San Mateo Parras	Los Reyes de Juárez	0
60	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	0
62	Ejido San Mateo Parras	Los Reyes de Juárez	0
63	Ejido San Mateo Parras	Los Reyes de Juárez	0
74	Adolfo López Mateos	Palmar de Bravo	28
75	Adolfo López Mateos	Palmar de Bravo	57
84	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	0
90	Ejido Santiaguito	Los Reyes de Juárez	0
97	Toluquilla	Quecholac	0
111	Adolfo López Mateos	Palmar de Bravo	0
112	San José Tzuuapan	Quecholac	6
113	San José Tzuuapan	Quecholac	43
114	San José Tzuuapan	Quecholac	0
115	Adolfo López Mateos	Palmar de Bravo	93
116	Adolfo López Mateos	Palmar de Bravo	21

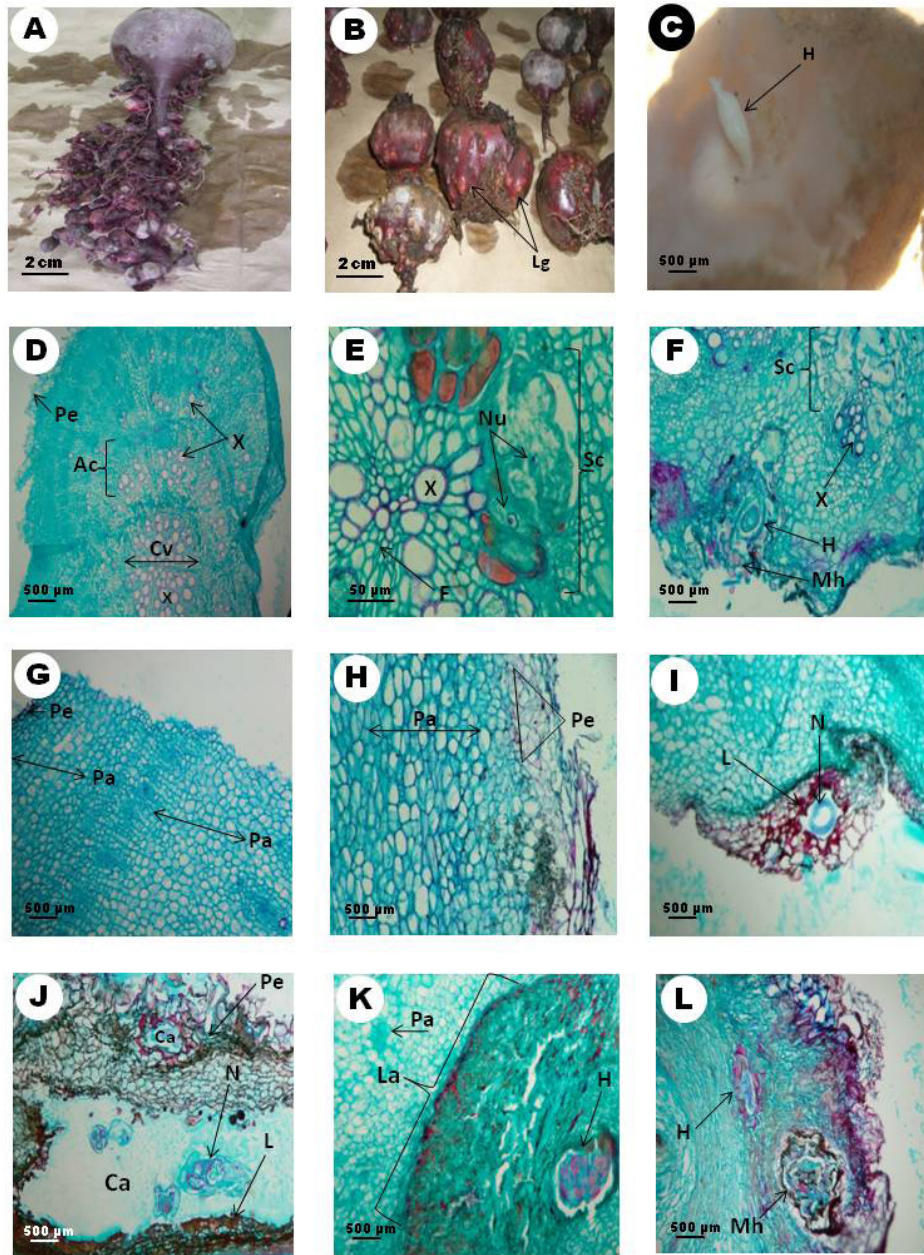


Fig. 1. Agallas y lesiones tipo grano causadas por *N. aberrans* en la raíz de betabel (*Beta vulgaris* L.) y microfotografías de cortes histológicos de las agallas en la raíz principal, lesiones tipo grano en la cabeza de la raíz y raíces sin lesiones (testigo) teñidas con fucsina-verde rápido. A) Agallas en la raíz principal. B) Lesiones tipo grano en la cabeza de la raíz. C) Hembra madura al hacer un corte con bisturí de una lesión tipo grano. D) Corte transversal de la raíz principal (testigo). E) corte transversal de raíz principal mostrando un sincitio. F) Corte transversal de la raíz principal mostrando un sincitio y una hembra madura con masa de huevos. G) Corte transversal de la cabeza de la raíz (testigo). H) Corte longitudinal de la cabeza de la raíz (testigo). I) Corte transversal de la lesión tipo grano mostrando un juvenil en una cavidad. J) Corte longitudinal de la lesión tipo grano mostrando cavidades con restos de nematodo. K) Corte longitudinal de la lesión tipo grano mostrando una hembra madura, al lado una lesión atípica. L) Corte transversal de la lesión tipo grano mostrando una hembra madura con masa de huevos. Ac=Anillo de crecimiento, Ca= Cavidad, Cv= Cilindro vascular, F= Floema, H= Hembra madura, L=Lignificación, La= Lesión atípica, Lg= Lesión tipo grano, Mh= Masa de huevos, N= Nematodo, Nu= Núcleo, Pa= Parénquima de almacenamiento, Pe= Peridermis, Sc= Sincitio, X= Xilema.

tiene amplia distribución y alta incidencia en varios de los municipios que conformaron la zona de estudio, lo que ocasiona pérdidas económicas de consideración no solo en el rendimiento del cultivo, sino también en la pérdida de su valor comercial como hortaliza, ya que al presentar lesiones en la cabeza de la raíz demerita su valor en el mercado (Campbell y Madden, 1990; Mora-Aguilera, 1997). Este problema es de tal magnitud que las parcelas en donde la incidencia de la enfermedad es alta, no son cosechadas, lo que constituye un grave riesgo fitosanitario para otras hortalizas cultivadas en la zona, ya que las plantas infectadas son fuente de inoculo permanente para éstas (Schuster y Thorne, 1956; Schuster *et al.*, 1965; Inserra *et al.*, 1985; Doucet y De Ponce de León, 1985; De Ponce de León y Doucet, 1989; De la Jara *et al.*, 1990; Doucet *et al.*, 1994; Doucet *et al.*, 1997; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Tovar-Soto, 2009; Tordable *et al.*, 2010).

*Nacobus aberrans* induce normalmente la formación de agallas en las raíces de muchas especies cultivadas (jitomate (*Solanum lycopersicon* L.), chile (*Capsicum annuum* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.), espinaca (*Espinacea oleracea* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.) (Schuster *et al.*, 1965; Clark, 1967; Jones y Payne, 1977; Quimi, 1981; Inserra *et al.*, 1983; Castillo y Marbán-Mendoza, 1984; Inserra *et al.*, 1985; Carrillo *et al.*, 1988; Jatala y Haddad, 1992; Doucet *et al.*, 1997; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Vovlas *et al.*, 2007; Martínez-Fuentes *et al.*, 2010) y de una gran cantidad de malezas donde destacan: verdolaga (*Portulaca oleraceae* L.), malva (*Malva parviflora* L.), quelite (*Quenopodium album* L.), quintonil (*Amaranthus hybridus* L.), cardo ruso (*Salsola kali* L.), (*Symbrium irio* L.), (*Aspergula arvensis* L.), Opuntia (*Opuntia tortispina* Nutt.), (*Coriphantha vivipara* Nutt.), (*Kochia scoparia* L.) (Schuster y Thorne, 1956; Schuster *et al.*, 1965; De Ponce de León y Doucet, 1989; Tovar *et al.*, 1990; Doucet *et al.*, 1994; Doucet *et al.*, 1997; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Tordable *et al.*, 2010). En la mayoría de estas plantas *N. aberrans* induce la formación de sincitios con formas y tamaños muy diversos, la ubicación principal de estos sitios de alimentación es el cilindro vascular, aunque también se ha documentado la invasión de otros tejidos (Schuster *et al.*, 1965; Dropkin, 1969; Jones y Payne, 1977; Jones, 1981; Inserra *et al.*, 1983; Castillo y Marbán-Mendoza, 1984; Endo, 1987; Carrillo *et al.*, 1988; De Ponce de León y Doucet, 1989; Finetti, 1990; Tovar *et al.*, 1990; Doucet *et al.*, 1994; Doucet *et al.*, 1997; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Doucet *et al.*, 2007; Vovlas *et al.*, 2007; Martínez-Fuentes *et al.*, 2010; Tordable *et al.*, 2010).

La presencia de J3/J4 en cavidades ubicadas principalmente en la peridermis y corteza, aunque hay quienes mencionan que algunas veces se extienden también hacia el cilindro vascular, lo que ha sido

documentado en jitomate, remolacha, papa, chile, frijol, previo a la formación del sincitio (Clark, 1967; Quimi, 1981; Inserra *et al.*, 1983; Castillo y Marbán-Mendoza, 1984; Inserra *et al.*, 1985; Finetti, 1990; Jatala y Haddad, 1992; Doucet *et al.*, 1997; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Vovlas *et al.*, 2007; Martínez-Fuentes *et al.*, 2009). Algunos estudios mencionan que la formación de cavidades, delimitan a los estadios juveniles y está relacionada con la respuesta de defensa de la planta ante el ataque del nematodo en reacciones de incompatibilidad (Martínez-Fuentes *et al.*, 2009).

En este estudio también se observó que cuando las hembras maduras se alojan en el parénquima de reserva de esta raíz de almacenamiento, inducen lesiones similares a lo que parece un sincitio; sin embargo, las características de esas lesiones no corresponden con las fundamentales de éste (multinucleado, citoplasma denso y granuloso, disolución y engrosamiento de paredes celulares, hipertrofia e hiperplasia) (Schuster *et al.*, 1965; Clark, 1967; Dropkin, 1969; Jones y Payne, 1977; Jones, 1981; Inserra *et al.*, 1983; Castillo y Marbán-Mendoza, 1984; Mundo-Ocampo, 1985; Endo, 1987; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Vovlas *et al.*, 2007; Martínez-Fuentes *et al.*, 2010; Tordable *et al.*, 2010).

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, aún no es posible explicar porque el nematodo prefiere albergarse en la cabeza de la raíz de esta hortaliza (Fig. 1B, C). Se desconoce si factores como la alta densidad del nematodo en el suelo, o si alguna fase infectiva específica del mismo tiene la capacidad para penetrar directamente en esa zona de la raíz. Se ha reportado que la fisiología de la planta y el fotoperíodo tienen injerencia en el crecimiento de las raíces de almacenamiento y podrían tener algún efecto en la inducción de esta enfermedad (Esau, 1982; Manzanilla-López, 2010). En México, el único reporte de una enfermedad similar causada por nematodos es la conocida como “Mezquino de la papa” ocasionada por especies del género *Meloidogyne* en tubérculos (Sosa-Moss, 1988; Tovar-Soto, 1994; Tovar-Soto *et al.*, 1997).

El presente estudio mostró algunos aspectos importantes sobre la distribución e incidencia de la enfermedad “Grano del betabel” en la zona hortícola del Valle de Tepeaca, Puebla; asimismo, puso de manifiesto que tanto en las agallas de la raíz principal como en las lesiones tipo grano *N. aberrans* completa su ciclo, ya que en ambos casos hubo hembras con masas de huevos.

## AGRADECIMIENTOS

Al la Secretaria de Investigación y Posgrado del IPN por haber brindado el apoyo económico en el proyecto SIP 20091165. A la Biól. Alicia Carvajal Sandoval por la orientación para realizar el estudio histológico. El primer autor es becario COFAA-IPN.

### LITERATURA CITADA

- Campbell, C. L., and L. V. Madden. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons. New York.
- Carrillo, F. C., E. L. Caballero, y S. E. Cárdenas. 1988. Histopatología de tres variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) atacadas por el nematodo falso agallador *Nacobbus aberrans* (Nematoda: Pratylenchidae). Memorias XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, Ver., México. p1.
- Carvajal-Sandoval, A. 1996. Manual de Histopatología. IPN., México, D.F. 40 pp.
- Castillo, P. G., y N. Marbán-Mendoza. 1984. Histopatología y desarrollo de *Nacobbus aberrans* Thorne & Allen 1944 en raíces de *Capsicum annum* y *C. baccatum*. Agrociencia 56:85-93.
- Clark, S. A. 1967. The development and life history of the false root-knot nematode, *Nacobbus serendipiticus*. Nematologica 13:91-101.
- Cristobal-Alejo, J. 2001. Control integrado de *Nacobbus aberrans* en jitomate. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, México. 68 pp.
- De la Jara-Alcocer, F., F. Zerón-Bravo, A. Tovar-Soto, y R. Torres-Coronel. 1994. Manual de Prácticas curso Nematología Agrícola. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. México, D.F., México. 108 pp.
- De la Jara-Alcocer, F., F. Zerón-Bravo, y A. Tovar-Soto. 1990. Malezas como posibles reservorios de *Nacobbus aberrans* en diversos cultivos de Actopan, Hidalgo, México. Agrociencia. Serie Protección Vegetal 1:153-157.
- De Ponce de León, E. L., and M. E. Doucet. 1989. The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 in Argentina. 2. Association between *N. aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944 and the weed *Sisymbrium irio* L. Revue de Nématologie 12:269-271.
- Doucet, M. E., P. Lax, E. Lorenzo, C. Gallardo, y S.M. de L'Argentier. 2007. Observaciones histológicas de fitonematodos sedentarios en dos variedades de papa andina (*Solanum tuberosum* L.) Subsp. *Andigenum*) del norte de Argentina. Nematropica 37:121-125.
- Doucet, M. E., and E. L. de Ponce de León. 1985. *Chenopodium album* L. eficiente hospedador de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 y *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 en la provincia de Córdoba. IDIA (385-386):13-15.
- Doucet, M. E., E. L. Ponce de León, and J. Franco. 1994. *Spergula arvensis* y su asociación con *Nacobbus aberrans* en el cultivo de papa en Bolivia. Nematropica 24:69-72.
- Doucet, M. E., E. L. de Ponce de León, M. C. Tordable, y N. Poloni. 1997. *Nacobbus aberrans* y su asociación con vegetales en Argentina. Nematología Mediterránea 25:279-285.
- Dropkin, V. H. 1969. Cellular response of plants to nematode infections. Annual Review of Phytopathology 7:101-122.
- Endo. B. Y. 1987. Histopathology and Ultrastructure of Crops Invaded by Certain Sedentary Endoparasitic Nematodes. Pp. 196-210 in J. A. Veech, and D. W. Dickson. eds. Vistas on Nematology. Painter Printing Co., De Leon Springs, Florida.
- Esau, K. 1982. Anatomía de las Plantas con Semilla. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Finetti, S. M. 1990. Histopathological changes induced by *Nacobbus aberrans* in the resistant and susceptible potato roots. Revue de Nematologie 13:155-160.
- García-Camargo, J., y G. Trejo. 1995. Daño causado por *Nacobbus aberrans* en tres variedades de frijol. Resúmenes de trabajos del XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco, México. Revista Mexicana de Fitopatología 13:154 (Resumen).
- Insera, R. N., G. D. Griffin, and J. L. Anderson. 1985. The false root-knot nematode *Nacobbus aberrans*. Utah Agricultural Experiment Station. Logan, Utah., USA. Research bulletin 510.
- Insera, R. N., N. Vovlas, G. D. Griffin, and J. L. Anderson. 1983. Development of the False Root-knot Nematode, *Nacobbus aberrans*, on sugarbeet. Journal of Nematology 15:288-296.
- Jatala, P., and R. Haddad. 1992. Histopathology of potato roots infected with *Nacobbus aberrans*. Nematropica 22:127-128.
- Jones, M. G. K. 1981. Host cell responses to endoparasitic nematode attack: structure and function of giant cells and syncytia. Annual Applied Biology 97:353-372.
- Jones, M. G. K., and H. L. Payne. 1977. The structure of syncytia induced by the phytoparasitic nematode *Nacobbus aberrans* in tomato roots, and the possible role of plasmodesmata in their nutrition. Journal of Cell Science 23:299-313.
- Kranz, J. 1988. The Methodology of Comparative Epidemiology. Pp. 279-289 in J. Kranz, and J. Rotem. eds. Experimentals Techniques in Plant Disease Epidemiology. Springer-Verlag. Berlin, London.
- Magaña-Angeles, E., A. Tovar-Soto, y R. Torres-Coronel. 2009. Presencia del nematodo falso agallador *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944 en la región hortícola del estado de Puebla. Memorias XI Congreso Internacional/XXXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Acapulco, Gro., Méx. L-21.
- Manzanilla-López, R. H. 2010. Speciation within *Nacobbus*: consilience or controversy?. Nematology 12:321-334.
- Manzanilla-López, R. H., M. A. Costilla, M. Doucet, J. Franco, R. N. Insera, P. S. Lehman, I. Cid del Prado-Vera, R. M. Souza, and K. Evans. 2002. The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): systematics, distribution, biology and management Nematropica 32:149-227.

- Martínez-Fuentes, R., A. Tovar-Soto, G. Laguna-Hernández, y R. Torres-Coronel. 2010. Histopatología de las agallas inducidas por *Nacobbus aberrans* Thorne et Allen en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Nematología Mediterránea 38:45-52.
- Martínez-Fuentes, R., A. Tovar-Soto, R. Torres-Coronel, y A.E. Brechú-Franco. 2009. Histopatología en cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) no hospedantes de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944. Nematropica 39:311-317.
- Montes-Belmont, R. 2000. Nematología Vegetal en México. Investigación documental. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Ciudad Obregón, Sonora, México.
- Mora-Aguilera, G. 1997. Apuntes del Curso: Epidemiología de Patosistemas Agrícolas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México., México.
- Mundo-Ocampo, M. 1985. Cambios celulares inducidos por algunos géneros de la familia Heteroderidae en sus hospedantes. Pp. 37-45 in N. Marban-Mendoza, y I. J. Thomason, eds. Fitonematología Avanzada I. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, México.
- Quimi, V. H. 1981. Estudio histopatológico del parasitismo de *Nacobbus aberrans*. Nematropica 11: 87 (Abstract).
- SAGARPA. 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (en línea) www.sagarpa.gob.mx.
- Salazar-Hernández, A. Ma., G. Medina-Canales, A. Carvajal-Sandoval, y A. Tovar-Soto. 2011. Estudio histopatológico en betabel (*Beta vulgaris* L.), infectado por el nematodo *Nacobbus aberrans*, en el Valle de Tepeaca, Puebla. XXXVIII Congreso Nacional/XII Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Tlaxcala, Tlax., México.
- Schuster, M. L., and G. Thorne. 1956. Distribution, relation to weeds, and histology of sugar beet root galls caused by *Nacobbus batatiformis* Thorne and Schuster. Journal of the American Society of Sugar Beet Technology 9:193-197.
- Schuster, M. L., R. Sandstedt, and L. W. Estes. 1965. Host-Parasite relations of *Nacobbus batatiformis* and the sugar beet and others hosts. Journal of the American Society of Sugar Beet Technology 13:523-537.
- Silva-Jaramillo, J. 1989. Manejo de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944, asociado al cultivo de frijol en el Valle de Valsequillo, Puebla. Tesis de Maestría en Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, México.
- Sosa-Moss, C. 1988. Los nematodos en la producción de papa. Memorias Curso Internacional sobre Tecnología de Producción de papa. Toluca, México. INIFAP, CIFAP-MEX, C.E. TOLUCA, PRECODEPA.
- Soto, A. T., E. Magaña-Angeles, y R. Torres-Coronel. 2009. Incidencia del grano del betabel (*Beta vulgaris* L.) una nueva enfermedad por *Nacobbus aberrans*. Memorias. 2nd International Congress of Tropical Nematology (40 th ONTA and 28th SBN Meetings). Maceió, Alagoas, Brazil. Res. 139.
- Tordable, M. del C., P. Lax, M. E. Doucet, O. Luque, and N. Rojas. 2010. Histopathological study in *Salsola kali* roots infected by *Nacobbus aberrans*. Nematropica 40:105-109.
- Tovar, S. A., A. F. De la Jara, S. P. Aguilar, y C. R. Torres. 1990. Estudio histopatológico comparativo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. *Contessa*) y malezas. Memorias XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Culiacán, Sin., México. p 81.
- Tovar-Soto, A. 1994. Especies y razas de *Meloidogyne* en papa, en una localidad de Guadalupe Victoria, Puebla y su comportamiento en cinco variedades. Tesis Maestría especialidad en Fitopatología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México.
- Tovar-Soto, A. 2009. Distribución y Gama de hospedantes de *Nacobbus aberrans* en México. Simposium de *Nacobbus aberrans*. Memorias XI Congreso Internacional/XXXVI Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Acapulco, Gro., México. S-4.
- Tovar-Soto, A. 2011. Distribución y gama de hospedantes de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944 en México. Revista Mexicana de Fitopatología (Aceptado Rev. Mex. Fit.).
- Tovar-Soto, A., I. Cid del Prado-Vera, E. Zavaleta-Mejía, M. Cadena-Hinojosa, y A. Martínez-Garza. 1997. Respuesta de cinco genotipos de papa a *Meloidogyne incognita* raza 1 y *M. chitwoodi* raza 2, bajo dos regímenes de temperatura. Revista Mexicana de Fitopatología 15:22-25.
- Vovlas, N., A. I. Nico, F. De Luca, C. De Giorgi, and P. Castillo. 2007. Diagnosis and molecular variability of an Argentinean population of *Nacobbus aberrans* with some observations on histopathology in tomato. Journal of Nematology 39:17-26.
- Zamudio, G. V., A. Q. Carballo, y N. M. Marbán. 1990. Gama de hospedantes y evaluación del daño de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944, en hortalizas comerciales. Revista Mexicana de Fitopatología 8:9-12.

Received:

15/XI/2011

Accepted for publication:

1/V/2012

Recibido:

Aceptado para publicación: