

Globodera rostochiensis**Nematodo enquistador de la papa****A. Plaga****A.1 Ubicación Taxonómica**

Dominio: Eucarionta
 Reino: Metazoa
 Filum: Nematoda
 Familia: Heteroderidae
 Género: *Globodera* (CABI, 2007)

A.2 Morfología**Huevo**

Los huevos de *G. rostochiensis* se encuentran retenidos dentro del cuerpo del quiste, la superficie del huevo es suave y no presenta micro vellosidades, el huevo tiene unas dimensiones aproximadas de 101-104 micras de longitud; 46-48 micras de ancho y 2.1-2.5 de radio (CABI, 2007).



Figura 1. Estados juveniles y huevecillos de *G. rostochiensis*. Créditos: Ulrich Zunke

Inicialmente son de color blanco puro, adquiriendo en la maduración un color amarillo dorado. Las hembras maduras son de aproximadamente 50 micras de circunferencia sin su cono. La cutícula de las hembras en ocasiones presenta una capa delgada sub cristalina (CABI, 2007).

La cabeza de la hembra tiene de uno a dos ámulos y en la región del cuello numerosos tubérculos. El esqueleto de la cabeza es hexarradiado y débil. El estilete se divide

proporcionalmente en su longitud del cono y el eje. Un importante rasgo de diagnóstico es la inclinación retrasada de la prolongación central del estilete. El bulbo medio es largo y circular y está bien desarrollado. Presenta un par de ovarios alargados que a menudo desplazan a las glándulas esofágicas. El poro excretor está bien definido a la base del cuello. La parte posterior de la hembra, al polo opuesto del cuello y de la cabeza, está referido como el orificio bulbar y está contenido dentro de una depresión redondeada. La línea bulbar se localiza en el centro de esta región al costado en cualquiera de los dos lados de la papila, la cual usualmente cubre las áreas traslucidas que cubren la cutícula, de la línea bulbar al borde de la fenestra. El ano es distinto y a menudo se observa en el punto donde la cutícula forma una V estrecha al final (CABI, 2007).



Figura 2. Quistes de *G. rostochiensis*. Créditos: Christopher Hogger

Machos

Los machos tienen un tamaño de 0.89 -1.27mm, es de forma vermiforme con una pequeña cola y sin bursa o ala caudal. Presenta cuatro incisiones a la mitad del cuerpo (tres de ellas terminan en la cola). Alrededor de la cabeza tiene 6-7 ámulos. La cabeza está fuertemente desarrollada y tiene un esqueleto hexarradiado. Los cefálicos se localizan en los ámulos 2-4 y 6-9 respectivamente. El estilete es fuerte y con una prolongación en forma de embudo que le sirve de guía. El bulbo medio está bien desarrollado y presenta un gran aparato valvular. El anillo nervioso se localiza alrededor del esófago entre

el bulbo medio y el intestino. El hemizonio se encuentra en los ámulos 2-3, cerca del poro excretor y tiene el tamaño de dos ámulos. Presenta un solo testículo en una cavidad a la mitad del cuerpo. El par de espículas están arqueadas y terminan con una punta simple (CABI, 2007).

B. Hospedantes

Los principales hospederos se encuentran restringidos a especies de Solanaceas, particularmente en papa, tomate y berenjena.

Las plantas enlistadas a continuación son hospederos de *G. rostochiensis*: *Datura tatula*, *Lycopersicon glandulosum*, *L. hirsutum*, *L. mexicanum*, *L. esculentum peruvianum*, *L. pyriforme*, *Physalis philadelphica*, *Physochlaina orientalis*, *Salpiglossis* sp., *S. acaule*, *S. aethiopicum*, *S. ajanhuiri*, *S. alandiae*, *S. alatum*, *S. anomalocalyx*, *S. antipoviczii*, *S. armatum*, *S. ascasabii*, *S. asperum*, *S. berthaultii*, *S. blodgettii*, *S. boergeri*, *S. brevimucronatum*, *S. bulbocastanum*, *S. calcense*, *S. calcense x S. cardenasii*, *S. caldasii*, *S. canasense*, *S. capsicibaccatum*, *S. capsicoides*, *S. carolinense*, *S. chacoense*, *S. chaucha*, *S. chloropetalum*, *S. citrillifolium*, *S. coeruleiflorum*, *S. commersonii*, *S. curtlobum*, *S. curtipes*, *S. demissum*, *S. demissum x S. tuberosum*, *S. dulcamara*, *S. durum*, *S. elaeagnifolium*, *S. famatinae*, *S. garciae*, *S. gibberulosum*, *S. giganteum*, *S. gigantophyllum*, *S. gilo*, *S. glaucophyllum*, *S. goniocalyx*, *S. gracile*, *S. heterophyllum*, *S. heterodoxum*, *S. hirtum*, *S. hispidum*, *S. indicum*, *S. intrusum*, *S. jamesii*, *S. jujuyense*, *S. juzepczukii*, *S. kesselbrenneri*, *S. kurtzianum*, *S. lanciforme*, *S. lapazense*, *S. lechnoviczii*, *S. leptostygma*, *S. longipedicellatum*, *S. luteum*, *S. macolae*, *S. macrocarpon*, *S. maglia*, *S. mamilliferum*, *S. marginatum*, *S. melongena*, *S. miniatum*, *S. multidissectum*, *S. nigrum*, *S. nitidibaccatum*, *S. ochroleucum*, *S. ottonis*, *S. pampasense*, *S. parodii*, *S. penelli*, *S. phureja*, *S. pinnatisectum*, *S. platypterum*, *S. polyacanthos*, *S. polyacanthos S. polyadenium*, *S. prinophyllum*, *S. quitoense*, *S. radicans*, *S. rostratum*, *S. rybinii*, *S. salamanii*, *S. saltense*, *S. sambucinum*, *S. sanctae-rosae*, *S. sarrachoides*, *S. schenkii*, *S. schickii*, *S. semidemissum*, *S. simplicifolium*, *S. sinaicum*, *S. sinaicum*, *S. sisymbriifolium*, *S. sodomaeum*, *S. soukupii*, *S. sparsipilum*, *S. stenotomum*, *S. stoloniferum*, *S. subandigenum*, *S. sucrense*, *S. tarijense*, *S. tenuifilamentum*, *S. toralopanum*, *S. triflorum*, *S. tuberosum ssp. andigena*, *S. tuberosum ssp. tuberosum*, *S. tuberosum 'Aquila'*, *S. tuberosum*

'Xenia N', *S. utile*, *S. vallis-mexicae*, *S. vernei*, *S. verrucosum*, *S. villosum*, *S. violaceimarmoratum*, *S. wittmackii*, *S. witonense*, *S. xanti*, *S. yabari* and *S. zuccagnianum*. El nematodo ataca a la planta en los estados de pre-emergencia, plántula y desarrollo vegetativo, las partes de planta que se ven afectadas son las hojas, raíz, órganos vegetativos y la planta entera. (CABI, 2007).

C. Distribución de hospederos en México

México cuenta con una superficie sembrada de papa (papa y semilla) de 61, 069 hectáreas, de las cuales se cosechan 60, 241 con una producción de 1, 670,148 toneladas, cuyo valor de producción es de aproximadamente 7, 844,706 miles de pesos (SIAP, 2008).

Tabla 1. Principales estados productores de papa (SIAP, 2008)

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Producción (Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
SINALOA	14,014.00	343,992.00	1,597,730.00
SONORA	11,648.00	386,850.58	2,145,930.14
CHIHUAHUA	5,257.00	131,482.57	708,239.07
PUEBLA	4,857.00	94,578.00	316,486.00
MEXICO	4,554.50	129,441.95	473,635.43

D. Distribución Geográfica

El centro de Origen del nematodo es en las montañas de los Andes en Sudamérica de donde fueron introducidos a Europa en tubérculos de papa, posiblemente a mediados del siglo XIX. De ahí se disperso en los tubérculos de papa, a otras áreas. La distribución actual abarca de las zonas templadas hasta nivel del mar y en los trópicos hasta elevadas altitudes. En estas áreas la distribución se encuentra ligada con producción de papa (EPPO, 2010).

De acuerdo con la EPPO, *G. rostochiensis* se encuentra distribuido en los siguientes países: Asia: Armenia, India (Kerala, Tamil Nadu), Indonesia (Java), Israel, Japón (Hokkaido, Kyushu) Líbano, Malasia, Omán, Pakistán, Filipinas, Sri Lanka, Tayikistán, Turquía. Europa: Albania, Austria, Bielorusia, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Chipre, Republica Checa, Dinamarca,

Estonia, Islas Faroe, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia (Creta), Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Lituania, Reino de Leinchestein, Polonia, Portugal (Azores, Madeira), Rumania, Federación Rusa (Rusia Central, Siberia del este, Norte de Rusia, Rusia del Este, Sur de Rusia, Oeste de Siberia), Serbia y Montenegro, Eslovaquia, Eslovenia, España (Islas Canarias y España continental), Suecia, Suiza, Reino Unido (Islas del Canal, Inglaterra y Gales, Irlanda del Norte, Escocia). África: Argelia, Egipto, Libia, Marruecos, Sierra Leona, Sudáfrica, Túnez, Zimbawe. Norteamérica: Canadá (Columbia Británica, New foundland), México, Estados Unidos (Delaware, Maine, Nueva York). América central: Costa Rica, Panamá. América del Sur: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela. Oceanía: Australia (Victoria, Australia del Oeste), Nueva Zelanda, Isla de Norfolk.

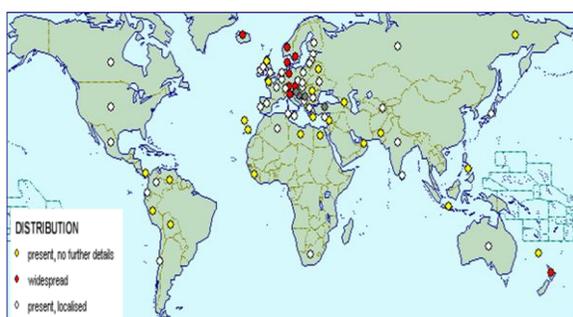


Figura 3. Prevalencia y distribución mundial del nematodo enquistador de la papa *G. rostochiensis*. Créditos: CABI, 2007.

E. Aspectos biológicos y de dispersión

El ciclo de vida toma aproximadamente 45 días, tiempo durante el cual los machos mudarán y llegarán a convertirse en vermiformes, viven en la raíz del hospedante y fertilizarán tantas hembras como sea posible antes de que muera (Evans, 1970). La parte posterior de la hembra queda como una protuberancia fuera de la corteza de la raíz lista para aparearse. Las hembras secretan feromonas que atraen a los machos; para la fecundación. (Mugniery *et al.*, 1992). Adultos y juveniles de *G. rostochiniensis* se pueden diseminar en bulbos, tubérculos, cormos, rizomas, raíces y tallos. Los quistes y los huevos son las etapas más persistentes del ciclo de vida de *G. rostochiniensis*, cada nuevo

quiste contiene cerca de 500 huevos. Los huevos son capaces de sobrevivir dentro de un quiste por largo tiempo (30 años) aunque es posible que muy pocos sean viables. La eclosión se incrementa gracias a estímulos tales como las raíces extensas de los hospederos (Perry y Beane, 1988). Los estímulos llegan gracias a la permeabilidad de las lipoproteínas del cascarón (Atkinson y Ballantyne, 1977).

La temperatura óptima de eclosión de *G. rostochiniensis* es de cerca de 15°C con una alta proporción de adultos en la población de 60-830 días (Evans, 1968). Los juveniles penetran la raíz del hospedante justo entre las puntas de las raíces, y se movilizan hacia arriba hasta que reciben una señal específica, probablemente una señal de tipo química, para comenzar a alimentarse en el sitio conocido. Los machos juveniles de segundo estadio que penetran las células del periciclo de la planta, mientras que las hembras penetran las células procambial (Golinowski *et al.*, 1997). Pocas horas después de haber elegido el sitio de alimentación el juvenil prueba la célula insertando su estilete dentro de ella, mientras permanece inmóvil, el estilete es retraído y reinsertado dentro de la misma célula (Rice *et al.*, 1986; Robinson *et al.*, 1988).

Este nematodo no cuenta con un mecanismo de dispersión natural, y solo puede moverse a cortas distancias viajando como juveniles atraídos hasta las raíces en el suelo. Se dispersa hacia nuevas áreas como quiste sobre tubérculos de papa, viveros, suelo, bulbos, papas para consumo o procesos (EPPO, 2010).

F. Daños

El nematodo dorado ataca las raíces de las plantas hospederas, estas muestran síntomas consistentes con pudrición de raíz o alteración vascular. Las partes aéreas de la planta muestran un retraso en el crecimiento, aspecto débil, además débil clorosis y marchitamiento. Los síntomas del nematodo se pueden diferenciar de otros posibles en raíz, por la presencia de quistes en la superficie de la misma. Los quistes parecen de color crema a dorado durante la época de crecimiento y durante la cosecha será de color dorado a negro. Las infecciones en el tubérculo son raras debido a que el nematodo prefiere alimentarse inmediatamente detrás de la punta de raíz o de la prolongación de raíces activas (Utah University, 2010).



Figura 4. Quiste de *G. rostochiensis*, sobre la raíz de papa. Créditos: Central Science Laboratory, Harpenden Archive



Figura 5. Campo de papa infestado por *G. rostochiensis*. Créditos: Christopher Hogger

G. Importancia económica

El nematodo enquistador de la papa es la plaga más importante en el cultivo de papa en áreas con bajas temperaturas. Este es particularmente el caso cuando, a causa de los patotipos presentes, no se dispone de cultivares resistentes en la plantación. El costo actual del daño causado por *G. rostochiensis* es difícil de determinar, pero los nematodos enquistadores que causan daños extensos, particularmente en áreas templadas y cuando ocurren los patotipos virulentos y falla cualquier resistencia. La situación empeora con *G. pallida*, donde los cultivos comerciales con buena resistencia son escasos y con frecuencia presentan otras propiedades indeseables. El daño se relaciona con el número de huevos por unidad de suelo y se refleja en el peso del tubérculo producido. Varias infestaciones con *G. rostochiensis* y *G. pallida* pueden resultar en menor rendimiento que la calidad de la semilla plantada originalmente (Oerke *et al.*, 1994).

H. Estado cuarentenario de la papa en México

El nematodo dorado de la papa es considerado como plaga A2 por la EPPO (OEPP, 1981). Para la APPPC, NAPO, CPPC y IAPSC es una plaga de importancia cuarentenaria. En México, *G. rostochiensis* se encuentra en la hoja de requisito, la Norma Oficial Mexicana NOM-007-FITO-1995, establece que el material propagativo de importación debe de estar libre de esta plaga. Mientras que la NOM-041-FITO-2002, no permite niveles de tolerancia para el material propagativo. De igual forma la Norma Oficial Mexicana NOM-040-FITO-2002, establece las zonas bajo control.

I. Estrategias para la vigilancia, alerta, monitoreo y detección

El nematodo enquistador de la papa, en común con otros nematodos enquistadores no causa síntomas específicos de infestación, inicialmente en los cultivos se muestran parches con pobre crecimiento y estas plantas pueden mostrar clorosis y marchitamiento. Cuando los tubérculos son cosechados, habrá pérdidas en el rendimiento y el tubérculo será de menor tamaño. Para confirmar que los síntomas son causados por el nematodo enquistador y dar una indicación de la densidad de población, se deben tomar muestras simples, de hembras, o se deben observar directamente los quistes en la raíz de plantas hospederas (CABI, 2007).

La principal estrategia de vigilancia de la enfermedad, es mediante recorridos mensuales, en zonas productoras del cultivo de papa, para buscar síntomas sospechosos a los ocasionados por *G. rostochiensis* auxiliándose de una guía de síntomas donde se muestran los daños característicos ocasionados por el nematodo *G. rostochiensis*. En los casos donde se presenten síntomas similares ocasionados por el nematodo, se procederá a la toma de muestra de acuerdo a lo mencionado en el protocolo para la toma de muestra de plagas cuarentenarias de la papa y dichas muestras serán enviadas al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) para su análisis.

De esta manera se podrá detectar de manera oportuna la presencia del nematodo *G. rostochiensis* y efectuar las acciones para el manejo, confinamiento y erradicación de la enfermedad.

J. Alerta fitosanitaria

Ante la sospecha de la presencia del nematodo en base a los síntomas que presenta el cultivo. La Dirección General de Sanidad Vegetal a través del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, ha establecido la comunicación pública mediante el servicio telefónico **01 800 987 987 9** para la atención personalizada.

K. Control

Solarización

La solarización es un buen método para matar nematodos en climas muy calientes. El suelo se cubre con dos capas de polietileno permitiendo el calentamiento rápido del subsuelo. En estudios realizados por Franco y colaboradores (1993) señalan que la temperatura máxima del suelo deberá aproximarse a 45°C para afectar la supervivencia de *G. rostochiensis*.

Cultivo trampa

Los cultivos trampa han sido utilizados satisfactoriamente para la reducción de poblaciones de nematodos enquistadores (Halford, *et al.*, 1999). Las papas se desarrollan con el fin de incubar el segundo estado juvenil. Esto da suficiente tiempo de penetrar a la raíz y desarrollarse en adultos jóvenes. Poniendo atención a la temperatura del suelo y fechas de plantación, fertilización y formación de nuevos huevos se puede evitar destruyendo el cultivo unas 6 o 7 semanas después de la plantación.

Control químico

Nematicidas no-fumigantes

Los nematicidas no fumigantes son usados en pequeñas cantidades y no persisten mucho tiempo en el suelo como los nematicidas fumigantes. Organofosforados y oximecarbamatos son nematicidas muy efectivos. Su efecto en los nematodos es paralizar antes de matar a menos que se utilicen dosis muy altas. Los organofosforados ofrecen buen control de *G. rostochiensis*, pero necesitan ser incorporados al suelo utilizando rotación del cultivo. Este tipo de químicos son mejores situados a la luz, suelos limosos y no son tan efectivos en suelos orgánicos (CABI 2007).

Aplicaciones al suelo (en la fila de siembra) de aldicarb, carbofuran, fenamifos, etoprofos, y oxamil a 5.6 kg i.a./ha redujo el número de hembras blancas, que se desarrollaron en la raíz de papa. Pero solo aquellos tratamientos que incluyen al aldicarb y oxamil suprimieron el

incremento de poblaciones de *G. rostochiensis* Brodie (1983)

En resultados obtenidos por Greco *et al.*, 1984 sugieren que los nematicidas sistémicos (Fenamifos y Aldicarb) prueban ser tan efectivos como la mayoría de los fumigantes (D-D 50% 1,2 dicloropropano, 1,3 dicloropropeno. Di-trapex 80% D-D, 20% metil isotiacinato. Telon II 92%, 1,3 dicloropropeno. EDB 83 1,2 dibrometano). Sin embargo tienen la ventaja de emplearse en aquellas áreas en que la temperatura y/o humedad del suelo contenidas reducen la efectividad de los fumigantes.

De los nematicidas no fumigantes, mencionados anteriormente únicamente el Oxamil se encuentra registrado y autorizado por COFEPRIS para su uso en el cultivo de papa.

Control Genético

Cultivos resistentes

Las primeras fuentes de resistencia a *G. rostochiensis* fueron identificadas a partir del material existente en la Commonwealth Potato Collection (CPC). Entre ellas se mencionan tres clones diploides de *S. vernei*: CPC 1051, CPC 2443 y CPC 2414; un clon diploide de *S. chaucha*: CPC 1647 y cinco clones tetraploides de *S. tuberosum ssp. andigena*: CPC 1595, CPC 1673, CPC 1685, CPC 1690 y CPC 1692.

El clon de *Solanum. tuberosum ssp. andigena* fue ampliamente utilizado como progenitor resistente, pensando que podría ser útil para controlar todas las poblaciones del nematodo quiste de la papa. Sin embargo, en diferentes partes del mundo, se reportaron poblaciones que se multiplicaron fácilmente en líneas de este clon y aparentemente son de muy poca utilidad para las poblaciones latino americanas (Franco *et al.* 1993).

Control Biológico

La mayoría de los estudios en los 90's se han concentrado en agentes de control fúngico *Verticillium*, *Hirsutella*, *Arthrobotrys* y la bacteria *Pasteuria*. *Verticillium chlamydosporium* que infecta a hembras jóvenes en agregados, pero es menos efectivo cuando las papas se desarrollan en la presencia de bajas densidades poblacionales del nematodo. Los tres mejores hongos parásitos: *Verticillium chlamydosporium*, *Fusarium oxysporum* y *Cylindrocarpon destructans*, han sido detectados a través del ciclo biológico del nematodo enquistador, pero la

mayor actividad variara en diferentes momentos del ciclo (Crump, 1987). Se ha demostrado que *F. oxisporum* y *F. solani* se hallan parasitando huevos de *G. rostochiensis* pero en baja proporción por lo cual es considerado como un invasor secundario del nematodo del quiste de la papa y pueden hacer la cutícula del huevo más susceptible a la invasión de otros hongos. (Franco *et al.*, 1993).

Con respecto a los enemigos naturales, se encuentran depredadores como *Alliphis halleri*, *Hypoaspis aculeifer* y los parasitoides *Paecilomyces lilacinus* en Pakistán *Verticillium chlamydosporium* atacando huevos.

Regulación

El control de los nematodos mediante regulación incluye el cumplimiento de cuarentenas para impedir la introducción y diseminación de un determinado nematodo fitoparásito en áreas conocidas como libres de esa especie. Esta medida es efectiva solamente cuando se conoce la naturaleza de ese determinado nematodo y se hacen cumplir las regulaciones. A pesar de fallas y limitaciones la acción reguladora ha reducido La cuarentena es muy necesaria y una forma común de intentar limitar el daño causado por organismos infecciosos como los nematodos (CABI 2007). En México se cuentan con tres normas fitosanitarias: Norma Oficial Mexicana NOM-007-FITO-1995, Por la que se establecen los requisitos fitosanitarios especificaciones para la importación de material vegetal propagativo, NOM-041-FITO-2002 Requisitos y especificaciones fitosanitarias para la producción de material propagativo asexual de papa.

Métodos preventivos

Debe utilizar semilla libre de la plaga

- Comprobar que la maquinaria, equipo, herramientas y utensilios se encuentre completamente limpia y libre de restos vegetales
- Arada profunda al preparar el suelo para exponer los quistes a la luz
- solar
- No devolver tierra a los campos ya que puede provocar la infestación de nematodos
- Mantener suelos limpios de tubérculos
- Cultivar variedades susceptibles y resistentes de papa, alternativamente, reduciendo así la posibilidad de

seleccionar una muy virulenta o patotipo nuevo.

- Realizar obras de conservación de suelos y aguas
- mejorar las condiciones de las bodegas donde se almacena semilla de
- tal manera que los pisos sean de materiales impermeables
- Realizar rotación de cultivos con especies diferentes a la familia de las
- Solanáceas
- Eliminar plantas enfermas
- Eliminar malezas hospederas (Solanáceas)
- Eliminar rastrojos y plantas voluntarias (CABI 2007, Coto 2005)

L. Literatura citada

Atkinson H. J. and Ballantyne A. J. 1977. Changes in the oxygen consumption of cysts of *G. rostochiensis* associated with the hatching of juveniles. *Annals of Applied Biology*. 87(2):159-166.

Brodie B. B. 1983 Control of *Globodera rostochiensis* in Relation to Method of Applying Nematodes. *J Nematol*; 15(4): 491–495(En línea <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2618333/> consultado el 9 dic de 2009).

CABI. 2007. Crop Protection Compendium. Global Module 7nd. Edition. CAB Internacional. UNK.

Crump DH, 1987. Effect of time sampling, method of isolation and age of nematode on the species of fungi isolated from females of *Heterodera schachtii* and *H. avenae*.. *Revue de Nématologie*, 10(3):369-373.

EPPO, 2010. *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* (En línea: http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Globodera_pallida/HETDSP_ds.pdf citado el 13 de enero de 2010)

Evans K. 1970. Longevity of males and fertilization of females of *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica*. 16:369-374.

Evans K. 1968. The Influence of some factors on the Reproduction of *Heterodera rostochiensis*. Ph.D. Thesis. London, UK: London University.

Franco, J., Gonzales, A., Matos, A., 1993. Manejo Integrado del Nematodo Quiste de la Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima Perú.

Golinowski W., Sobczak M., Kurek W. and Grymaszewska, 1997. The structure of Syncytia. In: Fenoll C, Grundler FMW, Ohi SA, eds. Cellular and Molecular Aspects of Plant Nematode Interactions. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 80-97 pp.

Greco. N., Brandonisio. A., Bultrini. A., 1984. Control of *Globodera rostochiensis* on potato with fumigant and non-fumigant nematicides. *Nematol. Medit.* 12:1-13.

Halford PH, Russell MR, Evans K, 1999. Trap cropping for cyst nematode management. *Annals of Applied Biology*, 134:321-327.

Mugniéry D., Bossis M. and Pierre J. S., 1992. Hybridization between *Globodera rostochiensis* (Wollenweber), *G. pallida* (Stone), *G. virginiae* (Miller & Gray), *G. solanacearum* (Miller & Gray) and *Globodera* "mexicana" (Campos-Vela). Description and future of the hybrids. *Fundamental and Applied Nematology*. 15(4):375-382.

Oerke EC, Dehne HW, Schönbeck F, Weber A, 1994. Crop production and crop protection: estimated losses in major food and cash crops. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers.

Perry R. N. and Beane J. 1988. Effects of activated charcoal on hatching and infectivity of *Globodera rostochiensis* in pot tests. *Revue de Nématologie*. 11:229-233.

Rice S. L., Leadbeater B. S. A. and Stone A. R. 1986. Changes in roots of resistant potatoes parasitized by potato cyst-nematodes. I. Potatoes with resistance gene H1 derived from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*. *Physiology and Plant Pathology*. 27:219-234.

Robinson M. P., Atkinson H. J. and Perry R. N. 1988. The association and partial characterization of a fluorescent hypersensitive response of potato roots to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Revue de Nématologie*. 11: 99-108.

SIAP. 2008. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola en México. Secretaría de Agricultura, Ganadera, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Versión Electrónica.

Utah University, 2010. Golden Nematode of Potatoes *Globodera rostochiensis* en línea (http://utahpests.usu.edu/plantdiseases/files/uploads/PestMonitoring/golden_nematode.pdf, Citado el (13 de enero de 2010)

