

Presencia del Nematodo Dorado *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Skarbilovich, en Lotes de Papa (*Solanum tuberosum* L.) del Estado de Coahuila, México

Edgar Omar Rueda-Puente, Mario Antonio Tarazón-Herrera, Univ. de Sonora (US), Campus Santa Ana, Carr. Internacional y 16 de septiembre s/n, Santa Ana, Sonora, México CP 84600; José Luis García-Hernández, Bernardo Murillo-Amador, Ramón Jaime Holguín-Peña, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo Santa Rita, La Paz, Baja California Sur, México CP 23090; Arnoldo Flores-Hernández, Univ. Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Apdo. Postal 8, Bermejillo, Durango, México CP 35230; Pablo Preciado-Rangel, Inst. Tecnológico de Torreón, km 7.5 Carr. Torreón-San Pedro, Apdo. Postal 42, Torreón, Coahuila, México CP 27070; Jesús Manuel Barrón-Hoyos, US, Dirección de Investigación y Postgrado, Unidad Centro, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México CP 83205; Jesús García-Camargo, Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto. de Parasitología Agrícola, km 7.5 Carr. a Zacatecas, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México CP 25315. Correspondencia: jlgarcia04@cibnor.mx

(Recibido: Enero 23, 2006 Aceptado: Abril 20, 2006)

Rueda-Puente, E.O., Tarazón-Herrera, M.A., García-Hernández, J.L., Murillo-Amador, B., Olguín-Peña, R.J., Flores-Hernández, A., Preciado-Rangel, P., Barrón-Hoyos, J.M. y García-Camargo, J. 2006. Presencia del nematodo dorado *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Skarbilovich, en lotes de papa (*Solanum tuberosum* L.) del Estado de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 24:20-26.

Resumen. El nematodo dorado de la papa (NDP) *Globodera rostochiensis*, constituye a nivel mundial uno de los problemas fitosanitarios más serios en el cultivo de la papa. Su capacidad de enquistamiento lo provee con un sistema de defensa que incrementa las dificultades para su control. El NDP representa una amenaza en la movilización de tubérculo-semilla, lo que ha dado origen a la aplicación de medidas cuarentenarias en el interior y fuera del país, para evitar su dispersión. La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Saltillo, Coahuila, con el objetivo de determinar la presencia o ausencia del NDP en la región, con la finalidad de que los productores tengan la opción de comercializar la producción como semilla. De doce lotes muestreados, el NDP solamente se detectó en dos. Los quistes identificados como *G. rostochiensis* presentaron una viabilidad de 45 y 20%, y una densidad poblacional de 21 y 2 quistes por kg de suelo seco, respectivamente. Dados estos resultados, especialmente la separación entre los terrenos infestados y los detectados libres del nematodo, se sugiere aplicar medidas cuarentenarias exclusivamente en la localidad donde se

detectó el problema, así como subsecuentes monitoreos con la finalidad de comprobar que se esté evitando la diseminación del nematodo dorado hacia las áreas libres.

Palabras clave adicionales: Detección, plaga cuarentenaria.

Abstract. The potato golden cyst nematode (PCN) *Globodera rostochiensis*, is one of the most serious problems to potato growers worldwide. The encystment capacity of PCN as a defense mechanism increases the difficulty to control it. PCN is a threat to seed-potato movement, leading to national and international quarantine measures to avoid its dissemination. The present investigation was carried out in Saltillo, Coahuila, with the aim to identify the presence or absence of PCN in this region, in order to allow farmers with the option of commercializing the product as seed. PCN was found in only two out of twelve commercial plots sampled. Cysts identified to belong to *G. rostochiensis* showed a viability of 45 and 20%, and a population density of 21 and 2 cysts per kg of dry soil, respectively. Given these results, and considering the physical separation between nematode infested and free zones, it is suggested to apply quarantine measures only in the affected zone as well as subsequent monitorings to avoid dissemination of PCN to free areas.

Additional keywords: Detection, quarantine pest.

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es la hortaliza de mayor importancia a nivel mundial y nacional (FAO, 1996). Como alimento ocupa el cuarto lugar en consumo después del trigo (*Triticum* sp.), arroz (*Oryza sativa* L.) y maíz (*Zea mays* L.) (Brack, 2004; INEGI, 2001; McLaughlin, 2005). Como cultivo produce más proteína por hectárea después de la soya [*Glycine max* (L.) Merrill], y contiene altas cantidades de carbohidratos, minerales y vitaminas (McLaughlin, 2005). La producción de papa en todo el mundo se ha ido incrementando considerablemente en los últimos años. En 2001 la producción mundial superó las 301,000,000 ton (SIAP, 2001). En México, la producción de papa ha tenido un incremento continuo. Como ejemplo, en 1970 la producción fue de 508,092 ton y en 2001 llegó a 1,998,951 (INEGI, 2001). El rendimiento medio registró aumentos graduales de 10.5 ton ha⁻¹ en 1970 hasta 15.3 ton ha⁻¹ en 1985. Este cambio se logró con mejores técnicas de producción y variedades genéticas mejoradas. Las variedades actuales tienen un rendimiento medio de 15 a 18 ton ha⁻¹, en áreas de temporal, y de 28 a 32 ton ha⁻¹ en regiones tecnificadas (Cabrera, 2001). Las principales variedades que se siembran en México son Alpha, Gigant, Atlantic, Red Pontiac, Furore, Mundial, Murca, Atzimba, Greta, Nortefia, y Patronos. Los estados de México con mayor superficie de papa son: Sinaloa, Veracruz, México, Chihuahua, Coahuila, Puebla, Nuevo León, Guanajuato y Sonora. En Coahuila se produce en los municipios de Arteaga, Parras de la Fuente, General Cepeda y Saltillo. Éste último cuenta con 87 ejidos, de los cuales el 40% sembraba 450 ha anuales entre 1976 y 1981. En la actualidad se siembran menos de 270 ha anualmente, debido a limitaciones de agua y créditos, así como a serios problemas fitosanitarios, como son los nematodos. Muchas especies de nematodos atacan a las plantas y las que se enquistan representan un grave problema para la agricultura mundial, ya que los quistes son formas de resistencia que los hacen más difíciles de combatir y facilitan su dispersión (van Riel y Mulder, 1998; Whitehead y Turner, 1998). Entre los nematodos enquistados de mayor impacto socioeconómico está el nematodo dorado de la papa (NDP) *Globodera rostochiensis* (Wollenberg) Skarbilovich, ya que aparte de dañar directamente al cultivo, una vez presente en lotes donde se siembra la papa constituye una amenaza en la movilización de tubérculos para semilla, por lo que es necesario evitar su diseminación mediante cuarentenas legales (EPP/EPPO, 1991; Krall, 1978; Sheridan *et al.*, 2004; Whitehead y Turner, 1998). En 1971 se descubrió por primera vez la presencia del NDP en lotes de Galeana, Nuevo León, México (Leo, 1972), lo cual dio lugar a la Cuarentena Interior No. 17, misma que posteriormente se hizo extensiva a los municipios de Saltillo y Arteaga, Coahuila (Alcocery Gottwald, 1963; Arciga, 1992; SARH, 1987) e impide a los productores comercializar su producto como semilla, lo que acarrea pérdidas económicas considerables. En la actualidad, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha autorizado permisos de siembra de papa para semilla en lotes que mediante muestreos y análisis cuidadosos, se

diagnostique con certeza que se encuentra libre del NDP. En esto radica la importancia de hacer un estudio en el área productora del municipio de Saltillo y demostrar que existen terrenos libres del problema, siendo este el objetivo principal de esta investigación para que los productores del municipio de Saltillo, Coahuila, puedan obtener autorización para comercializar su producción como semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo realizado en Saltillo, Coahuila, México, municipio localizado 25°25'31" de latitud norte; 101°0'35" de longitud oeste (Fig. 1), y una altura de 1580 msnm. Durante la primera fase del estudio se tomaron muestras de suelo en doce localidades (lotes) donde se siembra papa, de las cuales cinco son ejidos y el resto propiedades privadas, citadas respectivamente: Agua Nueva, Chapula, Providencia, San Juan de Vaquería y Derramadero; Ahuatoche, El Padrino, El Roble, La Gloria, La Encantada, así como los lotes denominados en este trabajo A y B (Fig. 2). Las muestras se transportaron al Laboratorio de Nematología de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" para determinar la presencia de quistes por medio de la técnica de flotación. A los quistes con las características del género *Globodera*, se les sometió a análisis adicionales para determinar la especie (Mulvey y Morgan, 1983). Además, se cuantificó la viabilidad de los quistes y se calculó la densidad poblacional con base en el peso del suelo seco.

Muestreo de lotes. Para el muestreo de lotes en cada localidad, se utilizó la metodología de la cuadrícula de cinco por diez metros (Spears, 1968). Para tomar la muestra se utilizó un tubo de aluminio de media pulgada de diámetro y de 1 m de longitud, con un corte diagonal en uno de sus extremos. Se tomaron muestras en línea recta cada 5 m, con 10 m entre cada línea de muestreo. Cada muestra se etiquetó con todos sus datos de localización. La profundidad de muestreo fue de 10 cm, área en donde se concentran los quistes.

Procesamiento de las muestras. Se utilizó el flotador Fenwick hechizo (Mulvey y Morgan, 1983) de la siguiente forma: una vez llenado con agua el flotador, en la parte superior de éste se colocó un tamiz No. 2 (100 µm) (VWREcientific, West Chester, PA 19380), sobre el cual se colocó suelo seco (1 kg); posteriormente al suelo se le aplicó una corriente de agua, hasta su completo lavado, de esta forma la tierra mojada cayó al interior del flotador, mientras los quistes quedaron flotando dirigiéndose al cuello del flotador para ser lavados y retenidos junto con partículas orgánicas de poco peso para ser colectados en un tamiz de 60 µm. El sobrenadante retenido por el tamiz se secó con papel absorbente y se observó bajo el microscopio estereoscópico (Turner, 1998).

Identificación de los quistes por géneros. Los quistes de *Globodera* son esféricos, tienen una pequeña prominencia redonda que corresponde a lo que era la cabeza, el tamaño

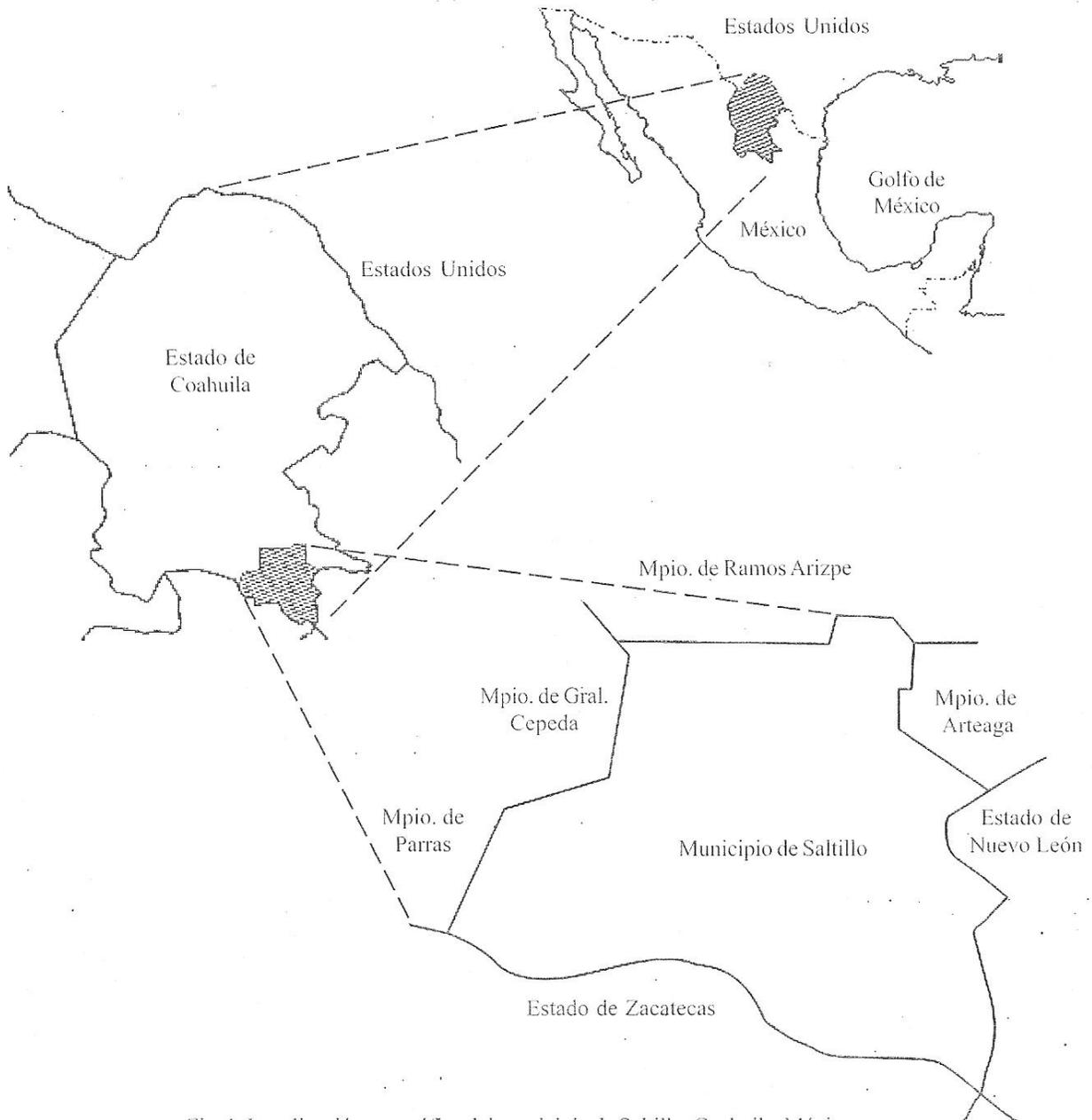


Fig. 1. Localización geográfica del municipio de Saltillo, Coahuila, México.

varía en su diámetro desde 0.576 a 0.935 mm. La pared del quiste es gruesa y de un color café brillante dorado (Balwin y Mundo-Ocampo, 1991; Brzeski, 1998; Wouts y Baldwin, 1998).

Identificación a nivel de especie. Una de las características para la identificación del nematodo dorado es la configuración de la región comprendida entre el ano y la vulva, aberturas que están localizadas en la parte posterior del quiste; la especie *G. rostochiensis* se distingue por una radio de Graneck promedio de 4.5 μm (ocurre una variación de 2 a 7 μm). Otra característica es el número de estrías entre el ano y la fenestra

vulvar, superior a catorce. Para lograr la observación correcta de cada quiste y poder identificar la especie se utilizó la técnica de Cooper (Cooper, 1955): En un portaobjeto con una tira de papel humedecido se colocó cada quiste, una vez limpio e hidratado se le hizo un corte transversal, se le quitaron los huevos y otras partículas a la parte media inferior, para así realizar un corte reducido en los alrededores de la vulva y ano, sin llegar a dañar el área de la fenestra. Posteriormente se utilizó un portaobjetos de tres excavaciones, en una de ellas se colocó H_2O_2 , en otra, alcohol etílico, y en la última xilol. En la misma secuencia se fue pasando el pequeño corte

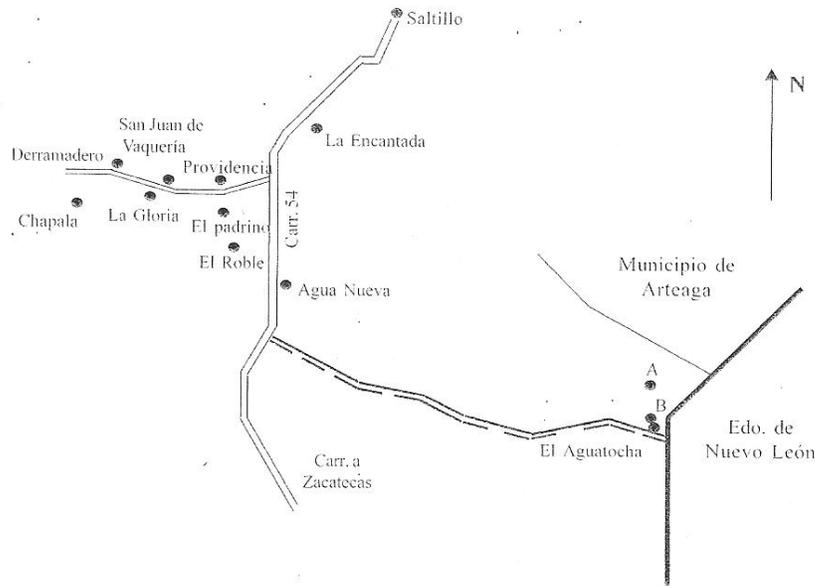


Fig. 2. Localización de los predios muestreados en el municipio de Saltillo, Coahuila, México.

de la región fenestral, por 1 min en cada una de las primeras dos oquedades y 30 s en la última. Posteriormente, el corte se colocó en un portaobjetos sobre una gota de bálsamo de Canadá, se le puso un cubreobjetos y se observó en un microscopio compuesto. Con un micrómetro se midió la distancia entre la fenestra vulvar y el ano, así como la longitud de la fenestra para obtener la radio de Graneck (la cual consiste en dividir los dos parámetros); también se tomó el número de anulaciones entre la fenestra y el ano (Golden, 1986; Hooper, 1985) (Fig. 3).

Determinación de la densidad poblacional. Brown y Sykes (1983) así como Fleming y Marks (1982), destacan la importancia de conocer la densidad inicial en un terreno. Una población inicial baja puede ocasionar graves daños el siguiente año. El nematodo dorado de la papa se incrementa diez veces en un año. Para determinar la densidad poblacional, primeramente se calculó el porcentaje de humedad del suelo. La muestra de suelo húmedo se pesó y se mantuvo a 110°C por 24 h. Posteriormente se pesó y se restó la diferencia del último peso con el segundo. Después de esto, se pesó 1 kg de suelo húmedo y se le agregó la diferencia obtenida en el primer paso. Se procesó el kilogramo de suelo en el flotador de Fenwick; el material de flotación se observó al microscopio estereoscópico y se separaron y contaron los quistes obtenidos.

Determinación de quistes con huevos. Se tomaron veinte quistes al azar de cada localidad bajo el microscopio de disección a cada uno se les realizó un corte transversal y se observó cuidadosamente el contenido positivo o negativo de huevos; la proporción de quistes con huevos se expresa de manera porcentual (Fleming y Powers, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las áreas muestreadas, por su ubicación representan dos regiones extremas dentro del municipio de Saltillo, ya que los lotes A, B y Ahuatoche se encuentran situadas al suroeste (Fig. 2), colindando con la región de Navidad, Nuevo León. Los predios restantes como Agua Nueva, El Padrino, El Roble, Providencia, San Juan de Vaquería, La Gloria, Chapula, Derramadero y La Encantada, se ubican en lo que es el área central del municipio, conocida como cañón o Valle de Derramadero. La distancia entre estos dos puntos, al tomar

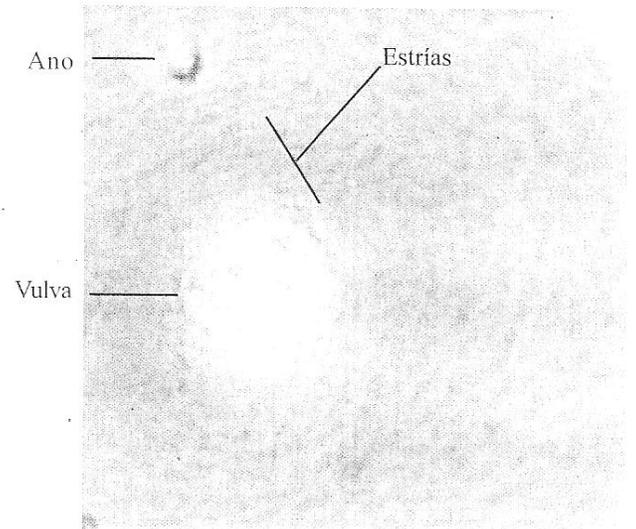


Fig. 3. Corte fenestral de un quiste obtenido de muestras de suelo en el municipio de Saltillo, Coahuila, México, en el que se aprecia la radio de Graneck (2-7 µm) y el número de estriaciones entre la fenestra vulvar y el ano (16-31 µm).

Cuadro 1. Localidades muestreadas en el municipio de Saltillo, Coahuila, México, para la detección del nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis*).

Localidad	Superficie (ha)	Densidad poblacional ^b	Viabilidad (%) ^c
Agua Nueva	35	0	0
Chapula	40	0	0
Derramadero	50	0	0
Providencia	30	0	0
San Juan Vaquería	40	0	0
A	35	21	45
B	80	2	20
Ahuatoche	60	0	0
Encantada	60	0	0
La Gloria	45	0	0
El Padrino	50	0	0
El Roble	50	0	0

^bQuistes/kg de suelo seco.

^cVeinte quistes = 100%.

en cuenta los dos predios más cercanos Ahuatoche-Agua Nueva es de 50 km. En años anteriores, el cultivo de la papa en los ejidos tenía un lugar importante, puesto que tenían a su favor un valioso recurso natural como es el agua; el ejido Agua Nueva ocupó en años pasados el primer lugar en cuanto a superficie cultivada. Años después, los ejidos redujeron considerablemente la superficie, debido principalmente al descenso en el nivel de los mantos freáticos. En los últimos tres años, los ejidos Chapula y San Juan de Vaquería a través de una organización entre sus ejidatarios y la participación del capital de pequeños agricultores, cultivan papa. En cuanto a las propiedades privadas, aún siguen sembrando aunque en menor proporción que en años anteriores. Por otra parte,

una vez procesado el suelo de cada una de las localidades se obtuvo que en los predios Agua Nueva, Providencia, San Juan de Vaquería, Chapula, Derramadero, El Padrino, El Roble, La Gloria y La Encantada no se detectó la presencia del nematodo dorado de la papa (Cuadro 1), no obstante que algunos de ellos se han dedicado por mucho tiempo a cultivar papa; lo que reafirma la condición mencionada por García (1986), en cuanto a la nula presencia de *G. rostochiensis* en el área de Derramadero y puntos circunvecinos desde la década de 1980, debido principalmente a las prácticas de sanidad al percatarse en la compra de semilla que realizan los propietarios de esos terrenos, actividades culturales en el manejo del cultivo y el estricto control de maquinaria, proveniente de otros lotes. Por otra parte, en los lotes A, B y Ahuatoche, limitrofes con otros donde se ha venido sembrando papa en el municipio de Galeana, era de esperar alguna infestación por su cercanía a un ejido donde García *et al.* (1992) detectaron el nematodo dorado. En los lotes A y B se encontraron niveles considerables de quistes como población pura del fitoparásito, de acuerdo a la observación minuciosa de cortes fenestrales (Fig. 3). En el lote A se detectó el mayor número de quistes por kg de suelo seco, que fue de 21 con una viabilidad de 45%. En el lote B el número de quistes por kg de suelo seco fue de dos (Cuadro 1). Este lote tiene menos años de estar dedicado al cultivo de la papa, pudiendo ser una explicación del porqué una menor presencia de quistes y porcentaje de viabilidad. La aparición del fitoparásito en los predios A y B pudo deberse principalmente a un traspaso de material o maquinaria infestada procedente de la región de Navidad, ya que esta región tiene más años de estar dedicada a la siembra de papa, además de ser un punto donde se dio origen a la Cuarentena Número 17 en

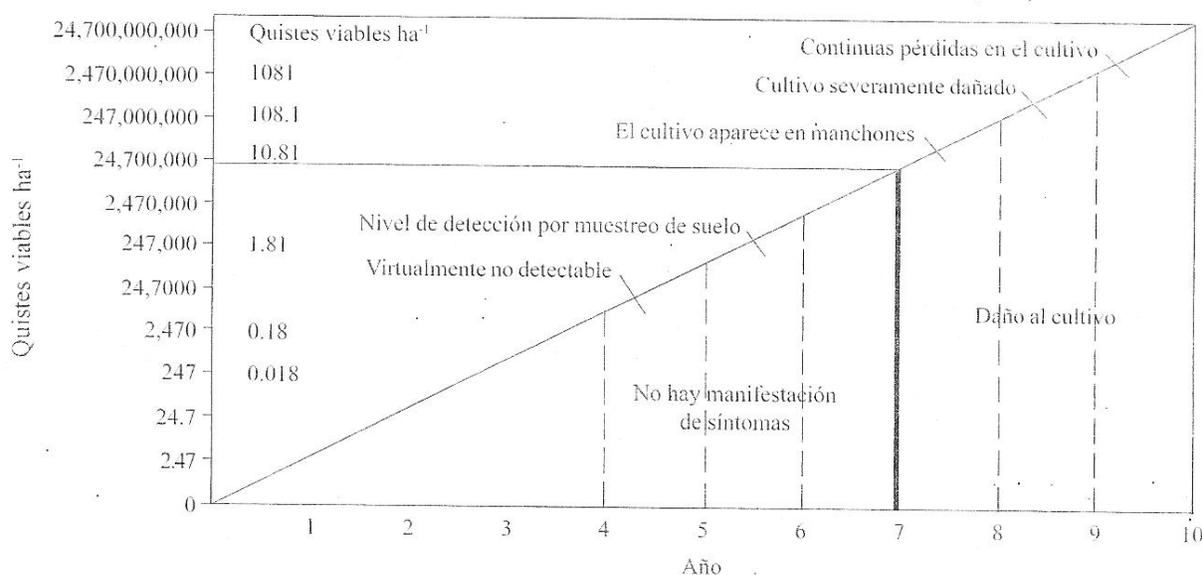


Fig. 4. Aumento de las poblaciones del nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*) en un cultivo continuo de papa (*Solanum tuberosum*), suponiendo un incremento anual 10 veces (Adaptado de Spears, 1968).

1971. El número de quistes por kg en el lote A se encuentra según Spears (1968), en el nivel que puede causar daño al cultivo, pero ese daño se ve enmascarado por el manejo del cultivo en esta región. La densidad poblacional del nematodo detectado en la localidad B se encuentra dentro del rango, según Spears (1968), en el nivel de detección (Fig. 4). El lote más cercano a los predios infestados es el de Ahuatoche, encontrándose libre del nematodo, para lo cual hay varias explicaciones, tales como: manejo del suelo, sanidad de semilla y limpieza de maquinaria. Finalmente, en los lotes de El Padrino, El Roble, La Encantada, La Verdolaga y La Gloria se encontraron en baja cantidad quistes del género *Heterodera*.

CONCLUSIONES

El municipio de Saltillo en su mayor parte se encuentra libre del nematodo dorado de la papa. De doce lotes muestreados, solamente en dos se detectó el nematodo; estos lotes se encuentran colindantes con el ejido Esperanzas de Galeana, Nuevo León, donde ya se había demostrado la presencia del fitoparásito. Nueve predios muestreados de la región de Derramadero (Agua Nueva, Chapula, Derramadero, Providencia, San Juan de Vaquería, La Encantada, La Gloria, El Padrino y El Roble) resultaron negativos a la detección de quistes. La presencia del fitoparásito puede deberse al traslado de semilla infectada proveniente de Navidad, Nuevo León, zona con años de estar dedicada al cultivo de la papa, comercializándola a la vez como semilla; el movimiento de maquinaria agrícola contaminada de las áreas afectadas también pudo haber contribuido a la presencia del nematodo. Dada la separación entre los terrenos infestados y los que están libres, la cuarentena debería flexibilizarse para éstos últimos.

Agradecimientos. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), programa Consolidación Institucional 2004, expediente 040147; a la Universidad de Sonora. División de Ciencias Administrativas Contables y Agropecuarias; al Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos del CONACYT y SAGARPA (propuesta aprobada: Detección de Plagas de Importancia Cuarentenaria en Zonas Agro-Productoras), registro 12067; a la División de Ciencias Administrativas Contables y Agropecuarias del Campus Santa Ana, de la UNISON; Análisis Fitopatológicos en Cultivos Agrícolas con clave: CD-DCACA-0904-15; a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

LITERATURACITADA

- Alcocer, G.L. y Gottwald, C. 1963. Determinación de Nematodos Fitoparásitos en México. *Fitofilo* 39:3-26.
- Arciga, F.B. 1992. Situación Actual del Nematodo Dorado de la Papa *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 en Algunos Terrenos de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 58 p.
- Baldwin, J.G. and Mundo-Ocampo, M. 1991. Heteroderinae, cyst- and non-cyst-forming nematodes. pp. 275-362. In: W.R. Nickle (ed.). *WR Manual of Agricultural Nematology*. Marcel Dekker, New York, USA. 751 p.
- Brack, E.A. 2004. Tratado de Libre Comercio y Biodiversidad del Perú. Centro Amazónico de Antropología y Aplicación Práctica. Lima, Perú. 4 p.
- Brown, E.B., and Sykes, G.S. 1983. Assessment of the losses caused to potatoes by the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Annals of Applied Biology* 103:271-276.
- Brzeski, M.W. 1998. Nematodes of Tylenchina in Poland and Temperate Europe. Muzeum i Instytut Zoologii PAN. Warsaw, PL. 395 p.
- Cabrera, R.P. 2001. Diagnóstico Sobre el Cultivo de la Papa *Solanum tuberosum* L. en el Área de Influencia del Estado de Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 99 p.
- Cooper, B.A. 1955. Mounting technique for identification of *Heterodera* elworm cysts. pp. 419-420. In: K.D.K. McE (ed.). *Soil Zoology*. London, UK. 571 p.
- FAO, 1996. *FAO Production Yearbook* 49. FAO. Rome, Italy. 235 p.
- Fleming, C.C., and Marks, R.J. 1982. A method for quantitative estimation of *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* in mixed species samples. *Record of Agricultural Research of the Department of Agriculture for Northern Ireland* 30:67-70.
- Fleming, C.C., and Powers, T.O. 1998. Potato cyst nematode diagnostics: morphology, differential hosts and biochemical techniques. pp. 91-114. In: R.J. Marks and B.B. Brodie (eds.). *Potato Cyst Nematodes, Biology, Distribution and Control*. CAB International. Wallingford, Great Britain. 652 p.
- García, C.J. 1986. Nematodos Asociados a la Papa (*Solanum tuberosum* L.) en las Regiones de Navidad, Nuevo León y Derramadero, Coahuila. Memorias. Reunión sobre Investigación y Análisis de la Problemática de la Papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 76 p.
- García, C.J., Cepeda, S.M. y Arciga, F.B. 1992. Situación actual del nematodo dorado de la papa y especies cercanas (*Globodera* spp.) en Galeana, Nuevo León. V Congreso Nacional de Papa, Metepec. Puebla, México. Resumen, p. 28.
- Golden, A.M. 1986. Morphology and identification of cyst nematodes. pp. 23-46. In: F. Lamberti and C.E. Taylor (eds.). *Cyst Nematodes*. Plenum Press. New York, USA. 630 p.
- Hooper, D.J. 1985. Handling, fixing, staining and mounting

- nematodes. pp.59-80. In: J.F. Southey (ed.). Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes, HMSO. London, Great Britain. 210 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 2001. Aspectos de Producción Agrícola. 808 p.
- Krall, E. 1978. Compendium of cyst nematodes in the USSR. *Nematologica* 23:311-332.
- Leo, G.K. 1972. Golden nematode infestation found in Mexico. *American Potato Journal* 49:281.
- McLaughlin, B. 2005. Potatoes: Changing Production, Changing Consumption. VISTA of the Agri-Food Industry and the Farm Community, Catalogue no. 21-004-XIE. Ottawa, Ontario, Canada. 8 p.
- Mulvey, R.H., and Morgan, A. 1983. An illustrated key to the cyst forming genera and species of Heteroderidae in the Western Hemisphere with species morphometrics and distribution. *Journal of Nematology* 15:1-59.
- EPP/EPPO. 1991. EPPO Standards PM 3/30 Phytosanitary procedures for *Globodera pallida* and *G. rostochiensis*. Soil sampling methods. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 21:233-240.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1987. Cuarentena Interior Permanente No.17 Contra el Nematodo Dorado de la Papa *Globodera rostochiensis*. Diario Oficial del Martes 10 de Noviembre. México, D.F. 63 p.
- SIAP (Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2001. Análisis de la Producción y Consumo de Papa en México. Servicio de Información. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F. 37 p.
- Sheridan, J.P., Miller, A.J., and Perry, R.N. 2004. Early responses of resistant and susceptible potato roots during invasion by the potato cyst nematode. *Globodera rostochiensis*. *Journal of Experimental Botany* 55:751-760.
- Spears, J.F. 1968. The Golden Nematode Handbook, Survey, Laboratory, Control and Quarantine Procedures. Agriculture Handbook No. 353, USDA, Agricultural Research Service. Washington, DC. USA. 82 p.
- Turner, S.J. 1998. Sample preparation, soil extraction and laboratory facilities for the detection of potato cyst nematodes. pp. 75-90. In: R.J. Marks and B.B. Brodie (eds.). Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International. Wallingford, Great Britain. 210 p.
- van Riel, H.R., and Mulder, A. 1998. Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Western Europe. pp. 271-298. In: R.J. Marks and B.B. Brodie (eds.). Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control, CAB International. Wallingford, Great Britain. 430 p.
- Witehead, A.G., and Turner, S.J. 1998. Management and regulatory control strategies for potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*). pp. 135-152. In: R.J. Marks and B.B. Brodie (eds.). Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International. Wallingford, Great Britain. 210 p.
- Wouts, W.M., and Baldwin, J.G. 1998. Taxonomy and identification. pp. 83-122. In: S.B. Sharma (ed.). The Cyst Nematodes. Kluwer. Dordrecht, The Netherlands. 127 p.