



Boletín de la Alianza Globodera

Medidas fitosanitarias para minimizar la entrada de los nematodos invasores

L. M. Dandurand, Universidad de Idaho

En esta edición:

Biología de los Nematodos	1
Histórica de la Regulación	2
Acuerdos Internacionales	2
Legislaciones Nacionales	3
Acerca de GLOBAL	3
Nematodos del Quiste de la Papa	4
Futuros Eventos	5

“En pocas palabras, si toda la materia del universo salvo los nematodos tuviera que desaparecer, nuestro mundo aún parecería débilmente reconocible, y si, fuéramos espíritus sin cuerpos, podríamos entonces investigarlo, deberíamos encontrar que sus montañas, valles, ríos, lagos, y océanos fuesen representados por una película de nematodos.”

Nathan Augustus Cobb
(1914)

Biología de los nematodos

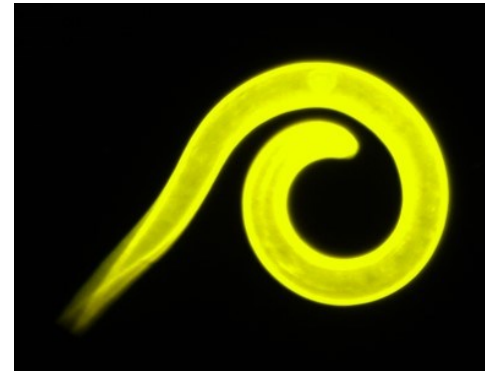
Los nematodos son los animales más abundantes numéricamente en la Tierra. Se ha estimado que *cuatro de cada cinco animales* es un nematodo y que las densidades pueden superar hasta un millón de individuos por metro cuadrado. Los nematodos, también conocidos como gusanos redondos, pueden estar libres en el suelo o en el agua, o pueden ser parásitos de los animales o de las plantas. Los nematodos se encuentran en varios tipos de hábitat, desde los polos hasta los trópicos, en las montañas y los desiertos, en los lagos, los ríos, y en el océano.

En 1914, N. A. Cobb, el padre de la nematología en los Estados Unidos, comentó lo siguiente:

“En pocas palabras, si toda la materia del universo salvo los nematodos tuviera que desaparecer, nuestro mundo aún parecería débilmente reconocible, y si, fuéramos espíritus sin cuerpos, podríamos entonces investigarlo, deberíamos encontrar que sus montañas, valles, ríos, lagos, y océanos fuesen representados por una película de nematodos”.

Algunos nematodos se alimentan en las plantas y son conocidos como nematodos fitoparasíticos. Estos tipos de nematodos pueden parecer no sorprendentes como los nematodos parasíticos del ser humano que causan ceguera, o filariasis, pero los nematodos fitoparasíticos son responsables acerca del 15% de pérdidas en cultivos por año a través el mundo, las cuales representan cerca de \$ 78 mil millones de dólares.

Los nematodos fitoparasíticos son de diferentes formas y tamaños; la mayoría son finos y delgados, pero algunos son de forma limón, redonda o hinchada. Por ser menos de 1 mm de largo, los nematodos son casi invisibles a los ojos desnudos. Todos ellos comparten algunas características similares. Los nematodos fitoparasíticos poseen una estructura bucal que se parece a una aguja afilada llamada ‘estilete’ que sirve como una pequeña aguja hipodérmica que el nematodo usa para invadir las células de la planta y succionar los contenidos citoplásmico. La mayoría de los nematodos son subterráneos, vivien-



Nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) pigmentado con fluorescencia (PKH26) observado en microscopio (R. Kooliyottil)

do debajo de la superficie del suelo donde se han adaptado para sobrevivir en ambientes potencialmente hostiles. Los nematodos han desarrollado varias estrategias para sobrevivir a las fluctuaciones de las condiciones de temperatura y de humedad en el suelo y para escapar a los organismos predadores del suelo tales como los hongos, las bacterias, o hasta los nematodos predadores. Algunos pueden sobrevivir episodios de calor o frío extremo, o de sequía en el suelo entrando en un estado de suspensión de actividades metabólicas conocido como criptobiosis. Esta habilidad para sobrevivir en un estado casi inanimado es una razón por la cual que algunas especies de nematodos pueden sobrevivir en el suelo por muchos años y reiniciar sus actividades una vez que las condiciones favorables regresen. Algunos nematodos fitoparasíticos también escapan los ambientes hostiles y los predadores pasando la mayoría de su ciclo de vida adentro de las raíces de la planta y teniendo cortos periodos de tiempo en el suelo. Al utilizar varias estrategias de sobrevivencia, los nematodos pueden resistir aparentemente a los ambientes extremos.

Los nematodos son acuáticos, pero ellos solo pueden nadar distancias cortas para alcanzar sus hospedantes. Ellos usan la humedad en los espacios entre las partículas del suelo para moverse a través del agua. Los nematodos pueden ser dispersados a través de largas distancias en suelos infestados por nematodos que están pegados en las maquinarias agrícolas, los zapatos, o en las muestras de plantas tales como tubérculos, bulbos, o raíces. Los nematodos pueden ser fácilmente transportados a través de las fronteras en muestras de plantas infestadas o de suelo. Básicamente, cualquier proceso o actividad que mueve suelo o plantas es una puerta de entrada para posibles introducciones de especies invasores. Las invasiones de las tierras agrícolas

por los nematodos se sucedieron por el transporte inadvertido de productos comerciales agrícolas infestados tales como bulbos, plantillas, semillas, tubérculos, o con equipos contaminados. Una vez introducidos, los daños aparentes en el cultivo por nematodos suelen ser no detectables y han sido fácilmente atribuidos a otros factores como deficiencia nutricional.

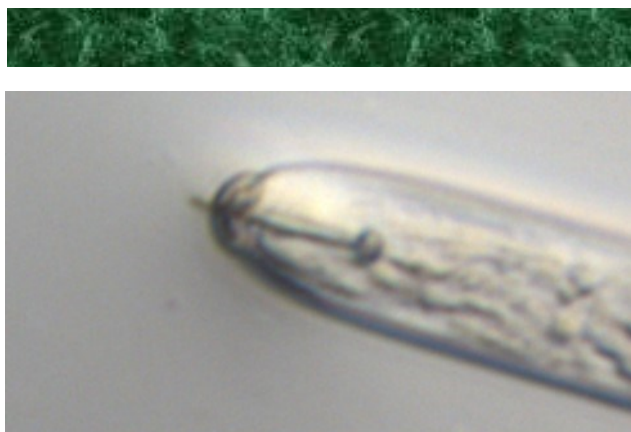
Histórica de la Regulación

Con todo lo que se ha sabido acerca de los nematodos y de sus impactos dañinos sobre los cultivos, los gobiernos han incluido a los nematodos en las legislaciones fitosanitarias para prevenir sus introducciones o propagaciones. En los EEUU, las acciones fitosanitarias específicamente dirigidas a los nematodos fitoparasíticos fueron implementadas en 1909 contra los árboles de cereza de Japón infestados por el nematodo formador de nódulos en las raíces. Luego después, en 1912, el Congreso de los EEUU aprobó la primera ley sobre la Cuarentena Fitosanitaria para minimizar la amenaza que representó este nematodo. Unos años

después, el impacto dañino del nematodo del quiste de la papa, *Globodera rostochiensis*, el nematodo dorado (ND) fue reconocido. La ley del Nematodo Dorado fue aprobada en 1948 por el Congreso de los EEUU para proteger la industria de la papa estadounidense contra la propagación de este nematodo dañino. La primera legislación fitosanitaria europea, la ley sobre el Nematodo de la Remolacha, fue adoptada en 1943 para manejar los niveles de propagación y de infestación del nematodo del quiste de la remolacha en Gran Bretaña.

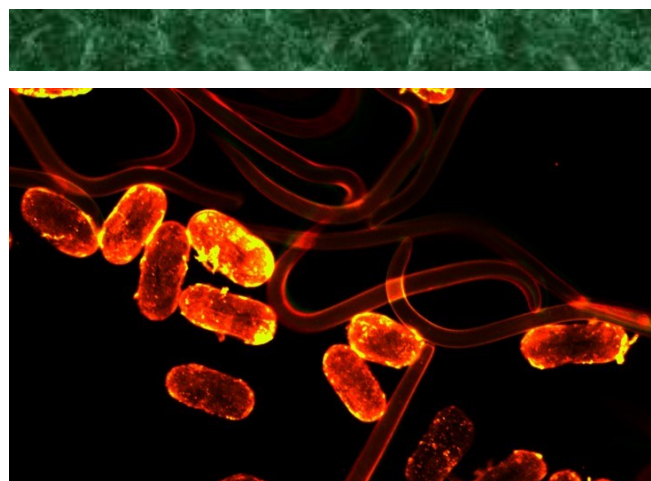
Acuerdos Internacionales

En este mundo globalizado de hoy, el comercio internacional intensivo ha incrementado el riesgo de una introducción de plagas nocivas, las cuales incluyen los nematodos. Las medidas fitosanitarias de exclusión, supresión, contención, o erradicación



La cabeza del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*), visto bajo microscopio, con el estilete visible (R. Kooliyottil)

de las plagas vegetales han sido desarrolladas a través el mundo para prevenir el riesgo de una entrada de posibles plagas dañinas. Muchas de estas medidas están diseñadas para minimizar el transporte y la propagación de plagas o patógenos nocivos para las plantas a nivel mundial, los cuales pueden ser necesarios de contener, o excluir. Las legislaciones en la mayoría de los países se basan en los tratados internacionales y convenciones. La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC por sus siglas en inglés: International Plant Protection Convention) es un tratado internacional con el objetivo de asegurar acciones efectivas y coordinadas para prevenir y controlar la introducción y la propagación de plagas vegetales y de los productos derivados. IPPC está administrada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization) y está reconocida por la Organización Internacional del Comercio bajo el Acuerdo sobre la Aplicación de las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (WTO-SPS por sus siglas en inglés: World Trade Organization-Sanitary and Phytosanitary Agreement). La Comisión sobre las Medidas Fitosanitarias (CPM por sus siglas en inglés: Commission on Phytosanitary Measures) es el cuerpo gobernante de IPPC y ha desarrollado el Estándar Internacional para las Medidas Fitosanitarias No. 5 (ISPM por sus siglas en inglés: International Standard for Phytosanitary Measures) llamado el Glosario que fue adoptado en 1997 por la FAO. El acuerdo WTO-SPS, un resultado del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés: General Agreement on Tariffs



Nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) huevos y juveniles pigmentados con fluorescencia (PKH26) (A. Duarte)

Acerca del Proyecto GLOBAL

GLOBAL significa “Alianza Globodera”, un grupo internacional de investigadores, extensionistas, y profesionales de la educación trabajando para la erradicación de *Globodera* spp. de las plantaciones de papas de EEUU.

Los miembros del Proyecto GLOBAL incluyen científicos de la Universidad de Idaho, la Universidad Estatal de Oregon, la Universidad de Cornell, el Departamento de Agricultura de EEUU, el Ministerio de Agricultura y Agro-Alimentación de Canadá, el Instituto James Hutton, y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Francia.

Síguenos en la versión en línea del Proyecto

GLOBAL: www.globodera.org

Financiado por el Instituto Nacional de Agricultura y de Alimentación del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA-NIFA por su sigla en inglés), número de subvención 2015-69004-23634.

and Trade) estipula que el propósito de un SPS está limitado a la protección de la salud humana, animal o sanidad vegetal; y se aplica a todas las medidas sanitarias y fitosanitarias que pueden afectar el comercio internacional. Las medidas fitosanitarias con el propósito de prevenir la propagación o la introducción de plagas vegetales solo pueden ser aplicadas a las plagas reguladas. ‘Plaga en Cuarentena’ como se definió en el Glosario es ‘una plaga de importancia económica potencial para el área en peligro y que todavía no está presente en el área, o que está presente pero no está distribuida extensivamente y que tampoco está oficialmente controlada’.

Legislaciones y Regulaciones Nacionales

Las legislaciones y regulaciones nacionales proveen un marco de referencia para la protección de los recursos agrícolas y otras plantas contra las plagas invasoras. Al implementar estas regulaciones o medidas que aseguran una baja prevalencia de las plagas en el país exportador, el tratamiento de los cargamentos, las importaciones de plantas en estado de dormancia y las restricciones de importaciones durante los periodos de cosechas, o la prohibición de importación de comodidades son algunas de las medidas tomadas para prevenir o mitigar la entrada de plagas a través el comercio. IPPC reconoce el derecho de los países de regular la

importación de algunas especies de plantas para evitar la entrada de una plaga, de inspeccionar o poner en cuarentena cargamentos específicos, y determinar las especies de plagas que no están autorizadas para la entrada. Según este acuerdo, los países tienen el derecho de decidir sus propios niveles de riesgos aceptables y aplicar las medidas fitosanitarias requeridas para proteger la sanidad vegetal con tal que estas medidas no discriminan a algunos países o comodidades y que tengan pocos impactos para el comercio. Las medidas fitosanitarias tienen que ser basadas en la ciencia o basadas de acuerdo a los estándares internacionales tales como ISPM establecido por IPPC.

Las Organizaciones Regionales de Protección Vegetal (RPPOs por sus siglas en inglés: Regional Plant Protection Organizations) fueron creadas por IPPC y autorizan la colaboración y la coordinación regional sobre los asuntos y los estándares de fitosanitarios. Nueve RPPOs son actualmente reconocidas por IPPC. Los EEUU es un país miembro de la Organización Norteamericana de Protección Vegetal al igual que Canadá y México. Los países individuales tienen sus propias Organizaciones de Protección Vegetal (NPPO por sus siglas en inglés: National Plant Protection Organization). En los EEUU, la NPPO responsable para implementar el marco de referencia para las medidas fitosanitarias basadas en los estándares internacionales es el Servicio de Inspección Fitosanitaria del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-APHIS por sus siglas en inglés: United States Department of Agriculture's Animal Plant Health Inspection Service).

Nematodos del Quiste de la Papa

Las plagas en cuarentena que cumplen con los criterios mencionados arriba son evaluadas a través de un análisis de riesgos de una plaga. Los nematodos de la papa están a dentro del grupo de plagas más reguladas en el mundo debido a sus impactos negativos en el comercio y en los sistemas de producción, y también debido a que ellos son fácilmente transportados y propagados en tubérculos infestados o en muestras de suelo pegado a los tubérculos de la papa. Las medidas fitosanitarias trabajan mejor para las especies de nematodos que tienen pocos hospedantes y una tasa baja de reproducción. En los EEUU, los ejemplos de nematodos regulados incluyen los nematodos del quiste de la papa, *Globodera rostochiensis* que está regulado en 119 países al nivel mundial, y *G. pallida* que está regulado en 80 países.

Ambas especies de nematodo del quiste de la papa se originaron en América del Sur. Se creyó que la introducción de *G. rostochiensis* en los EEUU se originó de Europa y logró entrar en EEUU por medio de los equipos militares contaminados con suelos infestados que fueron utilizados durante la Primera Guerra Mundial. Mientras que la infestación con *G. pallida* que fue descubierta en 2006 en Idaho aún no se ha determinado su lugar de origen.

Canadá y los EEUU han desarrollado unas series de guías bilaterales para tomar decisiones fitosanitarias en contra de los nematodos del quiste de la papa. Los nematodos del quiste de la papa no están distribuidos ampliamente ni en Canadá y tampoco en los EEUU, y estos nematodos están oficialmente regulados en ambos países. Las dos especies de nematodos del quiste de la papa (PCN por sus siglas en inglés: Potato Cyst nematodes) pueden sobrevivir en el suelo por varias décadas como huevos contenidos en un quiste protector lo cual es difícil de detectar. Los nematodos del quiste de la papa son difíciles de controlar, y por eso se necesita el uso de las medidas fitosanitarias incluyendo vigilancia y medidas sanitarias para minimizar los riesgos de propagación de esta plaga. Aunque hay disponibilidades de variedades de papa resistentes para algunos patotipos de *G. rostochiensis* para la región noreste de los EEUU y Canadá, pero actualmente no están disponibles variedades de papas resistentes a *G. pallida* para la región noroeste de los EEUU.

En los EEUU, las aplicaciones de las medidas fitosanitarias de manera rígidas han logrado contener el avance de *G. rostochiensis*



Quistes de *Globodera pallida* pegados a las raíces de una papa (J. Rowley)

en ocho condados de Nueva York, menos que 2,400 ha, a pesar de su presencia desde el 1941. *Globodera pallida*, descubierto solamente por primera vez en el estado de Idaho en el 2006, hasta el momento está contenido en 1,233 ha que representan menos del 1% del total de los campos dedicados al cultivo de la papa de Idaho. Los esfuerzos por parte de la USDA-APHIS y del Departamento de Agricultura del Estado de Idaho, están enfocados en la contención, sanidades y erradicaciones de *G. pallida*. De los 25 campos infestados que fueron tratados, 20 de ellos ya no tienen huevos viables. De los 25 campos infestados, 8 han solidado negativo en los ensayos realizados en los invernaderos de la Universidad de Idaho y son otro vez elegibles para regresar a la producción de papa mientras que permanecen regulados y sujetos para muestreos después de cada 3 cosechas de papa. Un campo fue sembrado con una variedad de papa susceptible y después de la cosecha un muestreo llevado a cabo no detectó huevos viables de nematodo del quiste de la papa. El comercio de la papa desde los EEUU y desde Idaho, originalmente interrumpidos por la presencia de *G. pallida*, se reinició con Canadá, México y Corea del Sur, mientras que las negociaciones para reiniciar las exportaciones de papa hacia el Japón están en curso.

Los nematodos están adaptados para invadir nuevos territorios y establecerse antes de ser detectados. Los nematodos casi siempre consiguen la ayuda humana para ampliar sus horizontes. Sin muestras de suelo, los nematodos son difíciles de detectar. Nadie puede mirar un campo y decir que estos nematodos fitoparasíticos están presentes sin que haya coleccionado muestras de suelo para extracción. Media hectárea de suelo contiene aproximadamente 267,000 galones de suelo hasta una profundidad de 10 pulgadas. El sistema de muestreo actualmente usado por la USDA toma cuatro muestras de 4000 centímetro cúbicos por hectárea de suelo, lo cual es el sistema de muestreo más rígido en el mundo. Cuando las densidades de infestaciones en el campo están bajas, es posible que los censos (aunque fuesen bien detallados) no detectan ninguna señal de infestaciones. Las poblaciones de *Globodera* pueden aumentar muy rápidas en óptimas condiciones, usualmente pueden aumentar de veinte hasta cincuenta veces en un solo período de cultivo (lo que significa que 10 quistes en un campo terminarán siendo de 200 hasta 500 quistes al final de la temporada del cultivo). Con el método de muestreo en curso utilizado por la USDA, pequeñas fuentes de infestación pueden ser detectadas después de dos o tres ciclos de cultivos hospedantes, antes que las poblaciones se extienden a otros campos.

Las intervenciones que están dirigidas a la prevención del establecimiento de nematodos fitoparasíticos a través de la detección temprana, exclusión, cuarentena, contención, y erradicación reducen las probabilidades de una introducción, previenen la propagación, y minimizan el riesgo de daño a los cultivos de mayores importancias económicas. Los programas fitosanitarios son esenciales para mantener la sanidad vegetal en cualquier país o región, especialmente cuando se aplican a las infestaciones por nematodos. El reto de ahora es seguir entendiendo la biología de los nematodos con el fin de que sean detectados, identificados e interceptados y asimismo prevenir sus entradas y minimizar sus daños al cultivo.

Noticias y eventos: Congreso de la Papa de Idaho & Ag Expo 2017

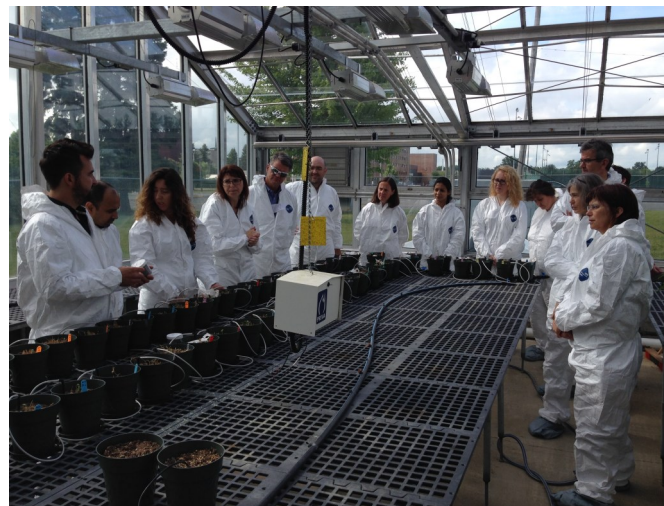
**18-19 de enero de 2017
Pocatello, Idaho**

Investigadores del Proyecto GLOBAL estarán presentando talleres en este congreso, los cuales incluirán presentaciones sobre los trabajos en curso para el control del nematodo del quiste pálido y el desarrollo de variedades de papas resistentes a esta plaga. Un taller en español sobre el nematodo del quiste pálido será presentado en este congreso.

Enlace para registrarse: www.idahopotatoconference.com

Investigadores de GLOBAL


- Louise-Marie Dandurand, PhD, Univ. de Idaho, Directora de GLOBAL
- Inga Zasada, PhD, USDA ARS, Co-Directora de GLOBAL
- Vivian Blok, PhD, Instituto James Hutton, Escocia
- Glenn Bryan, PhD, Instituto James Hutton, Escocia
- Walter De Jong, PhD, Universidad de Cornell
- Dee Denver, PhD, Universidad Estatal de Oregon
- Eric Grenier, PhD, INRA, Francia
- Pam Hutchinson, PhD, Universidad de Idaho
- John Jones, PhD, Instituto James Hutton, Escocia
- Joe Kuhl, PhD, Universidad de Idaho
- Chris McIntosh, PhD, Universidad de Idaho
- Benjamin Mimee, PhD, Agricultura y Agro-Alimentación de Canadá
- Rich Novy, PhD, USDA ARS
- Mike Thornton, PhD, Universidad de Idaho
- Xiaohong Wang, PhD., USDA ARS Universidad de Cornell
- Jonathan Whitworth, PhD, USDA



Científicos del Proyecto GLOBAL visitando un invernadero dedicado a la investigación del nematodo del quiste de la papa en el Ministerio de Agricultura y de Agro-Alimentación de Canadá, una agencia vinculada al Proyecto GLOBAL (I. Zasada)

Consejo de Asesor de GLOBAL

- Bill Brewer, Comisión de la Papa de Oregon
- David Chitwood, PhD, USDA ARS
- Lorin Clinger, cultivador de papa
- Tina Gresham, PhD, USDA APHIS PPQ
- Russell Ingham, PhD, Universidad Estatal de Oregon
- Andrew Jensen, PhD, Consorcio de Investigación de la Papa en la Región Noroeste
- Jonathan M. Jones, USDA APHIS
- Daniel Kepich, USDA APHIS
- Patrick Kole, JD, Comisión de la Papa de Idaho
- James LaMondia, PhD, Estación Experimental de Agricultura de Connecticut
- Brian Marschman, USDA APHIS PPQ
- Jon Pickup, PhD, Ciencia y Asesoría para la Agricultura Escocesa (SASA)
- Bryan Searle, cultivador de papa
- Andrea Skantar, PhD, USDA ARS
- Alan Westra, Asociación de Mejoramiento de Cultivo de Idaho
- Melanie Wickham, Empire State Potato Growers, Inc.
- Ryan Krabill, Consejo de la Papa de los Estados Unidos



El Consejo de Asesor de GLOBAL está compuesto por los representantes de la industria de la papa, los reguladores federales y estatales, y de los personales académicos que han ofrecido su tiempo y esfuerzos para este Proyecto. Les damos las gracias!

Contáctenos:

Para más información, comentarios o sugerencias, por favor póngase en contacto con Louise-Marie Dandurand, imd@uidaho.edu o Inga Zasada, inga.zasada@usda.ars.gov