



# Boletín de la 'Alianza *Globodera*'

## Desarrollando Variedades de Papas Resistentes a los Nematodos del Quiste de la Papa

J. Whitworth, R. Novy, W. DeJong, J. Kuhl, L.M. Dandurand, I. Zasada, X. Wang

Traducido por J.B. Contina

### El Papel de las Variedades Resistentes

*Globodera pallida* y *G. rostochiensis*, también conocidos como los nematodos del quiste de la papa (PCN por su sigla en inglés, potato cyst nematodes), se reproducen en los cultivos de papa, tomate, y en algunas especies de malezas. Las hembras son endoparásitas, lo cual significa que ellas forman un sitio para alimentarse a dentro de las raíces para extraer los nutrientes de la planta. Cuando mueren, los cuerpos de la hembra se transforman en quistes, capsulas rígidas que contienen centenas de huevos y que son capaces de sobrevivir en el suelo en presencia de condiciones adversas durante más de 30 años. Cuando llegan las condiciones favorables, típicamente en la presencia de las raíces de la planta hospedante, los huevos se eclosionan y las larvas salen de los quistes para iniciar un nuevo ciclo. Estos nematodos del suelo pueden reducir el rendimiento del cultivo de la papa hasta un 80% en la ausencia de medidas de control. El uso de fumigante puede matar a la mayoría de los nematodos para proteger al cultivo, pero el costo para la fumigación alcanza alrededor de miles de dólares por hectáreas, perjudicando la rentabilidad económica del cultivo de la papa. En la mayoría de los países, PCN están bajo medidas de cuarentena o requieren de medidas regulatorias. En la ausencia de medidas regulatorias,

PCN pueden causar la pérdida de acceso a los mercados internacionales debido a que otros países prohíben importaciones en zonas infestadas.

Los cultivos resistentes representan un componente vital para el control de PCN. Las variedades de papas resistentes permiten a los agricultores de alcanzar rentabilidades económicas en campos infestados o no infestados, y al mismo tiempo, reducen la densidad poblacional de PCN.

#### En esta edición:

El papel de las variedades resistentes	1
Identificando genes de resistencia	2
Evaluando papas para resistencia	3
Acerca del Proyecto GLOBAL	3
Mercadeando variedades resistentes	4
Variedades resistentes y el MIP	4
Próximos eventos	5



Fotos (de izquierda a la derecha) : 1) Quistes de *G. pallida* pegados a las raíces de papa 2) Una mirada cercana de los quistes de *G. pallida*; 3) Huevos de *G. pallida* saliendo de un quiste abierto en el laboratorio.

Nota: En el campo, los quistes no están abiertos como se muestra en esta foto, sino que los huevos se eclosionan adentro y luego salen los juveniles con el paso del tiempo. (Fotos: L.M. Dandurand)

*Globodera rostochiensis* (nematodo dorado) fue encontrado por primera vez en EEUU en Long Island, Nueva York donde los síntomas en el campo fueron detectados a los finales de los años de 1930. Los esfuerzos de cuarentena, practicados desde 1944, han limitado la progresión de esta plaga a dentro del estado de Nueva York y han impedido que se propague a otras partes de EEUU. En 2006, *G. pallida* (nematodo del quiste pálido) fue encontrado en la parte Este del estado de Idaho, y *G. rostochiensis* fue encontrado en la parte Sur de Québec, Canadá. Las medidas de cuarentena fueron implementadas para ambos encuentros. En 2008, una nueva especie de *Globodera*, *G. ellingtonae*, fue descubierta en el estado de Oregon e Idaho.

## Identificando Genes Resistentes

Los esfuerzos mutuales a través de los años para incorporar un gen de resistencia (*HI*) en la papa, han producido varias variedades con resistencia a *G. rostochiensis*. Este gen se revela muy efectivo para las razas (patotipos) Ro1 and Ro4 de este nematodo. Se usa una escala para medir rangos de resistencia de una determinada variedad a los nematodos, y comprende desde 1 (ausencia de resistencia) hasta 9 (alta resistencia). Al usar esta técnica, muchas variedades con el gen *HI* han tenido rango de resistencia de 9. Eso se considera como un único y considerable gen de resistencia y el gen *HI* se hereda de una manera simple y dominante.

La resistencia genética a *G. pallida* en variedades de papas conocidas no es tan efectiva, y tampoco es utilizada por los fitomejoradores, comparada a la resistencia conferida por el gen *HI* a *G. rostochiensis*. La resistencia a *G. pallida* ha sido encontrada en pocos relativos de papas cultivadas en Sudamérica, como *Solanum vernei* and *S. tuberosum* subsp. *andigena*. La resistencia de estas fuentes ha sido transferida a algunas variedades comerciales, pero ninguna de estas tiene mayor hectareaje en EEUU.

La resistencia efectiva a *G. pallida* no está basada en los genes dominantes, pero en las contribuciones aditivas de múltiples genes, cada una de la cual confiere una resistencia parcial. Estos genes son también conocidos como genes menores o locus de un carácter cuantitativo (QTLs por su sigla en inglés, Quantitative Trait Loci). Estudios recientes han confirmado que una progenie que contiene dos fuentes de resistencia, de dos parientes diferentes, tiene alta nivel de resistencia que las progenies que han heredado una sola fuente de resistencia.



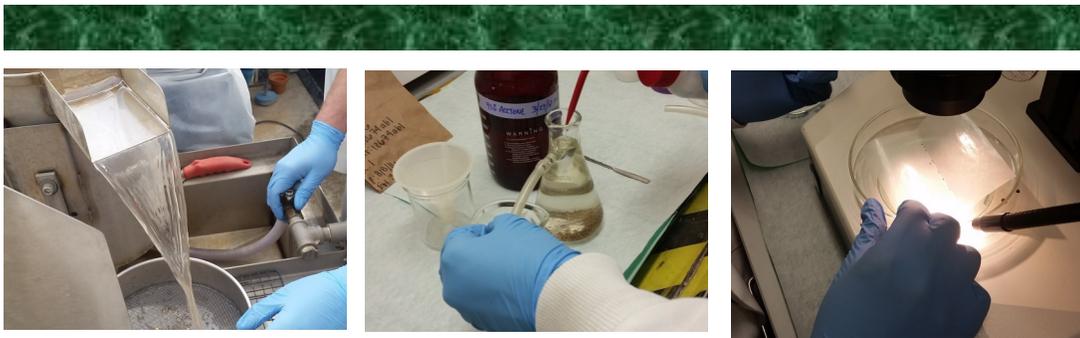
Progenie 915—derivada de Eden x Western Russet—creciendo en el invernadero de USDA-ARS en Aberdeen, Idaho. Eden provee resistencia contra múltiples especies de *Globodera*. (Foto: R. Novy)



Invernadero de la Universidad de Cornell, donde Xiaohong Wang—asociada al Proyecto GLOBAL—y Dave Thurston Jr. (en la foto) están haciendo evaluaciones de resistencia al *Globodera rostochiensis*. (Fotos: X. Wang)

Mientras se ha logrado controlar de manera satisfactoria las razas

de Ro1 y Ro4 de *G. rostochien-sis* por medio de la implementación de variedades con el gen *HI*, el uso de estas variedades con el tiempo, reveló que algunas poblaciones de *G. rostochiensis* contienen todavía otra raza, Ro2 que no es controlada por este gen. Ro2 se ha convertido en un problema en Nueva York y en algunos países europeos donde la resistencia *HI* está frecuentemente utilizada. Actualmente, los esfuerzos de fitomejoramiento y de evaluación en Nueva York están enfocados en identificar y transferir



Se separan los quistes del suelo usando un sistema de colado y de filtros durante el proceso de extracción, y luego se enumeran los quistes usando un microscopio. (Fotos: L.M. Dandurand)

grande escala de resistencia que es efectiva contra ambas razas de Ro1 y Ro2.

## 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 fincas de papas de EEUU.

Los miembros del Proyecto GLOBAL incluyen a científicos de la Universidad de Idaho, la Universidad Estatal de Oregon, la Universidad de Cornell, el Departamento de Agricultura de los 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](http://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.

## Evaluando Papas Potencialmente Resistentes

Cuando los científicos quieren evaluar variedades de papas existentes o nuevas para resistencia, ellos siembran papas en una maceta y añaden un determinado número de huevos de nematodo. Al cosechar las plantas, se enumeran las cantidades de quistes producidos y en caso necesario, se extraen los huevos para enumeración. Como tratamiento control, se usa una variedad susceptible, típicamente 'Desiree', en estos estudios. Los resultados son reportados de varias maneras. Se puede reportar simplemente como el número de quiste por planta, número de quistes por gramo de suelo, o como número relativo de susceptibilidad. Para el número relativo de susceptibilidad (RS por su sigla en inglés, Relative Susceptibility), el porcentaje de quistes o huevos en la variedad de prueba se compara a la cantidad producida en la variedad susceptible. Por ejemplo, en unos resultados no publicados, la variedad 'Eden' produjo 10.7% de quistes al igual que la variedad 'Desiree'. Este porcentaje también puede ser reportado como un valor de EPPO, la Organización de Protección Vegetal Europea (EPPO por su sigla en inglés, European Plant Protection Organization), donde un 1 es susceptible y un 9 es altamente resistente. Generalmente, los valores de EPPO inferior o igual a 4 son considerados susceptibles, 5 a 7 son parcialmente resistentes, y de 8 para arriba son resistentes. Basado en este ejemplo, la resistencia de 'Eden' a *G. pallida* se categoriza como un valor EPPO de 5 (parcialmente resistente) y a *G. rostochiensis* un valor EPPO de 9 (resistente), donde hay ausencia de quistes producidos en esta variedad.

## Ofreciendo Variedades Resistentes para el Mercado

Las variedades como 'Eden', la cual fue desarrollada en Escocia, puede ser utilizada como un punto de partida en EEUU para producir resistencia contra más de una especie de nematodo. Se toma alrededor de 12 a 15 años para desarrollar variedades resistentes a nematodos para el mercado de EEUU. El uso de marcadores moleculares puede reducir este tiempo de unos cuantos años, pero en primer lugar se necesitan de marcadores confiables vinculados al gen de resistencia. Algunos de estos marcadores han sido desarrollados y actualmente están en uso, pero las progenies que fueron identificadas con marcadores todavía necesitan ser evaluadas, idealmente en contra múltiples poblaciones de nematodo, debido a que las diferencias en la habilidad de una población de nematodo para reproducir en un hospedante pueden existir. Poblaciones de papa resistentes han sido desarrolladas para el proyecto GLOBAL y combinan diferentes fuentes de resistencias (estos QTLs mencionados anteriormente). Estas poblaciones están siendo evaluadas para resistencia a las especies de PCN, y otros individuos resistentes están siendo adicionalmente evaluados por sus potencialidades de ser nuevas variedades para introducir al mercado. Algunos pueden ser resistentes a *G. pallida* y no a *G. rostochiensis* o al revés. Idealmente, ellas deberían ser resistentes contra más de una especie de nematodo. Datos no publicados de este proyecto sugieren que varios clones de papa resistentes al *G. rostochiensis* serán también resistentes al *G. ellingtonae*.



Lomoka, una variedad para chips resistente a la raza Ro1 (izquierda) y Lehigh, una variedad amarilla resistente a la raza Ro1 (derecha). (Fotos: W. DeJong)

## Variedades Resistentes como Parte de la Estrategia de Manejo Integrado de Plagas

Los principios de Manejo Integrado de Plagas (MIP) predicen la necesidad de usar más de una estrategia para proveer resistencia durable a los nematodos. Otras estrategias que pueden ser usadas incluyen fumigaciones, rotación de cultivo, y el uso de cultivos de trampa (un cultivo que estimula la eclosión de huevos, pero es perjudicial para el crecimiento del nematodo). Estudios revelan que las poblaciones de nematodo pueden adaptarse, los cuales permiten que se ajusten a las fuerzas externas desfavorables a sus sobrevivencias. Muestreos extensivos en campos de Idaho desde 2006 han revelado que la infestación está limitada y que las medidas de cuarentena empleadas han permitido a los EEUU e Idaho de re-tomar mercados extranjeros importantes que fueron cerrados inicialmente debido a la presencia de *G. pallida*. Los esfuerzos para la erradicación de *G. pallida* en Idaho están en curso con el objetivo de regresar los campos a la producción normal. Estos esfuerzos incluyen fumigaciones, muestreo extensivo, y un conjunto de parámetros que deben ser logrados antes que un campo regresa a la producción de papa. Los esfuerzos de investigaciones para desarrollar variables con alta resistencia a *G. pallida*, *G. rostochiensis* (Ro1 y Ro2) y *G. ellingtonae* para los productores estadounidenses representan una meta para este proyecto. Para alcanzar esta meta, se juntaron un equipo de investigadores compuestos de nematólogos, fitomejoradores, y biólogos moleculares. Aunque este esfuerzo se enfoca a largo plazo, el desarrollo de variedades resistentes contribuirá últimamente a reducir o erradicar las especies de PCN en cuarentena.

## Próximos Eventos en 2017:

Organizado por

El Colegio de las Ciencias de Agriculturas y de Vidas, Universidad de Idaho

### Gira de Snake River sobre Manejo de Plagas

8:30 a.m. – 12 p.m.

20 de Junio, Centro de Investigación y de Extensión de Kimberly, 3806 N. 3600 E., Kimberly, ID

21 de Junio, Centro de Investigación y de Extensión de Aberdeen, 1693 S. 2700 W., Aberdeen, ID

La Gira sobre Manejo de Plagas es gratis y abierta para el público. Este evento para este año incluirá informaciones sobre el manejo de PCN usando cultivos de trampas. Registración empieza a las 8:00 a.m. el día del evento; se proveerá almuerzo.

### Gira de Twillight

19 de Julio, 5 – 8 p.m.

Centro de Investigación y de Extensión de Aberdeen

1693 S. 2700 W., Aberdeen, ID

La gira anual de Twillight es gratis y abierta para el público. Este evento para este año proveerá una oportunidad de escuchar acerca de investigaciones en curso y recomendaciones sobre prácticas agrícolas para contener, controlar, y erradicar el nematodo del quiste páli-do de las fincas de papa.

Para mayor información, contactar:

Don Morishita (Centro de Kimberly, teléfono: 208-423 6616) o Pam Hutchinson (Centro de Aberdeen, teléfono: 208-397 4182)

**Reunión Anual de la Organización de los Nematólogos de la Región Tropical de América,**

10-14 de Julio, Mayagüez, Puerto Rico, <http://www.ontaweb.org>

**Reunión Anual de la Asociación de Papa de América, 23-27 de Julio, Fargo, Dakota del Norte**

<http://potatoassociation.org/welcome-to-the-paa-website>

**Reunión Anual de la Sociedad de Fitopatología, 5-9 de Agosto**

San Antonio, Texas, <https://www.apsnet.org/meetings/annual/Pages/default.aspx>

**Reunión Anual de la Sociedad de Nematólogos, 13-16 de Agosto**

Williamsburg, Virginia, <https://nematologists.org/>

### 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
- Guy Knudsen, PhD, JD, Universidad de Idaho
- 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 para 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 informaciones, comentarios o sugerencias, por favor póngase en contacto con Louise-Marie Dandurand, [Imd@uidaho.edu](mailto:Imd@uidaho.edu) o Inga Zasada, [inga.zasada@usda.ars.gov](mailto:inga.zasada@usda.ars.gov)