



# Boletín de la Alianza *Globodera*

## La Biología fascinante de los Nematodos del Quiste de la Papa

John Jones, Instituto James Hutton, UK

Traducido por J. B. Contina

### Introducción

Los nematodos del quiste de la papa (PCN por su sigla en inglés, Potato cyst nematodes) pueden ser que no captivan tanta la atención, pero son animales dañinos para el cultivo de la papa. Estos nematodos son microscópicamente pequeños y solamente son visibles al ojo desnudo en la forma de pequeños quistes de colores pardos después de ser extraídos del suelo, o en forma de esferas de colores blancos o dorados pegados en las raíces de plantas infestadas (Figura 1). Los nematodos del quiste de la papa son microorganismos patógenicos complejos que demuestran habilidades increíbles para adaptarse a las condiciones que favorecen el parasitismo

en el cultivo papa. Al ser unas especies que tienen un rango restringido de hospedantes, estos nematodos permanecen en estado de dormancia en el suelo hasta que detectan fuentes de alimentación adecuada; no existen incentivos para ellos de iniciar sus ciclos de vida sin tener asegurada una planta hospedante para alimentarse. Este artículo brinda informaciones sobre la biología básica de los PCN, sus impactos sobre el cultivo y las opciones para controlar esta plaga.



Figura 1: PCN es visible solamente al ojo desnudo en forma de quistes pegados a la raíz de la papa. (NemaPix)

### En esta edición:

|  |   |
|--|---|
| Introducción                             | 1 |
| Impactos de PCN en el cultivo de la papa | 1 |
| ¿Cómo PCN infectan a las plantas?        | 3 |
| Acerca del Proyecto GLOBAL               | 3 |
| Gira de Campo PCN                        | 5 |
| Eventos Futuros                          | 5 |



Figura 2: Los síntomas visibles de un campo infestado por PCN—desarrollo detenido—que pueden ser fácilmente confundidos por estrés nutricional. (M. Phillips)

### Impactos de PCN sobre el cultivo de la papa

Los nematodos del quiste de la papa son patógenos calificados de cuarentena y cuando son detectados en una nueva región productora de papa, tremendos esfuerzos se concentran en la erradicación de esta plaga para evitar que se propague a otras zonas. La producción de papa ha sido severamente impactada en algunas partes del mundo donde PCN han logrado establecerse. En algunas regiones, las densidades poblacionales de PCN son tan altas y las opciones de control tan limitadas, que la producción de papa se enfrenta a grandes incertidumbres.

A diferencia de otros patógenos, los síntomas visibles sobre el cultivo de la papa asociados a una infestación por PCN no están bien definidos. Los campos infestados por PCN aparecen generalmente enfermizos (Figura 2) y estos síntomas a veces se confunden con estrés nutricionales. Las plantas rara vez se mueren por causa de la infección por PCN, a pesar de que esta infección puede hacer que la planta se vuelve susceptible a otros patógenos tales como los hongos.

Desde el punto de vista del agricultor, el impacto más importante durante una infestación por PCN es la reducción significativa del rendimiento del cultivo. El grado de pérdida en rendimiento depende de los tipos de suelos y de las variedades de papa, y también depende del nivel de la población inicial de nematodo al momento de la siembra (población inicial— $P_i$ ); generalmente cuando la población de nematodo está más alta en el suelo, la pérdida en rendimiento del cultivo se vuelve más grande (Figura 3). En algún punto de  $P_i$ , el punto límite de pérdida económica (el punto donde la pérdida en rendimiento es tan grande que producir papa se vuelve no rentable) se sobrepasa. Una de las implicaciones importantes de esta relación entre pérdida en rendimiento y población inicial de nematodo, se encuentra en la necesidad de que el agricultor tenga conocimiento sobre el nivel de infestación de PCN en el suelo. Para lograr eso, se necesita muestrear los campos infestados para determinar el nivel de infestación por PCN.

Una vez introducidos en el campo, PCN se vuelven extremadamente persistentes en el suelo. PCN son unas plagas especialistas que dependen de la papa y de un grupo pequeño de plantas Solanáceas para completar sus ciclos de vida. Han desarrollado una etapa efectiva para sobrevivir en el suelo—los huevos adentro de los quistes—los cuales permanecen en estado de dormancia en el suelo hasta que detectan una planta hospedante. A pesar de que una proporción de los nematodos en dormancia en el campo fallecen cada año, hay evidencia de que PCN pueden sobrevivir por periodos de más de 20 años en la ausencia de plantas hospedantes, lo que significa que una vez un campo está infestado se vuelve extremadamente difícil de remover todos los nematodos viables del suelo. Debido al tamaño pequeño de los quistes, se ha vuelto también difícil detectar sus presencias hasta que llegan al punto de densidad límite. Por consiguiente se vuelve muy difícil demostrar que los quistes han sido erradicados del suelo.

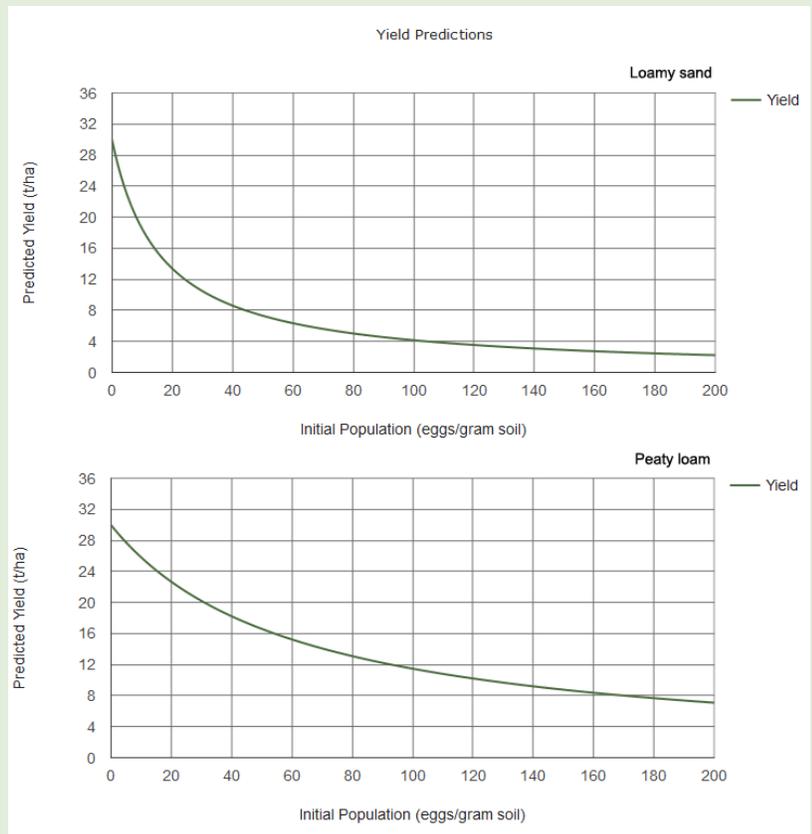


Figura 3: Una comparación entre la población inicial de PCN (huevos/gramo de suelo) y la predicción sobre el rendimiento de la papa (toneladas/hectáreas) en dos tipos de suelo: Franco arenoso (arriba) y turba franca (abajo). Independientemente del tipo de suelo, cuando la densidad de nematodo en el campo está más alta, la pérdida en rendimiento se vuelve más grande. ([AHDB PCN calculadora](#))

## ¿Cómo PCN infectan a las plantas?

A diferencia de muchos animales que se alimentan de las plantas por medio de la destrucción de la planta a medida que se alimentan, los nematodos del quiste de la papa son biotróficos y necesitan mantener la planta hospedante viva mientras se alimentan.

El ciclo de vida de los nematodos del quiste de la papa inicia con los quistes—la etapa de supervivencia de los nematodos. Cada quiste contiene centenares de huevos y cada huevo contiene un nematodo juvenil en dormancia (Figura 4). La cáscara del huevo es extremadamente sólida y es una estructura resiliente que protege el nematodo en estado de dormancia contra condiciones ambientales extremos tales como el frío, los hongos y las bacterias presentes en el suelo. Es esta estructura que permite al nematodo de persistir en el campo. El nematodo se activa debi-



### 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 los 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.

Para más informaciones actualizadas sobre nuestro trabajo, visita: [www.globodera.org](http://www.globodera.org)

O contacte Louise-Marie Dandurand: [Imd@uidaho.edu](mailto:Imd@uidaho.edu)

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



Figura 4: Un huevo de nematodo, visto bajo un microscopio. Cada huevo—uno de los centenares hallado adentro de un solo quiste—contiene un nematodo juvenil en estado de dormancia. El huevo eclosiona en presencia de componentes químicos (exudaciones) producidos por las raíces de la papa. (NemaPix)

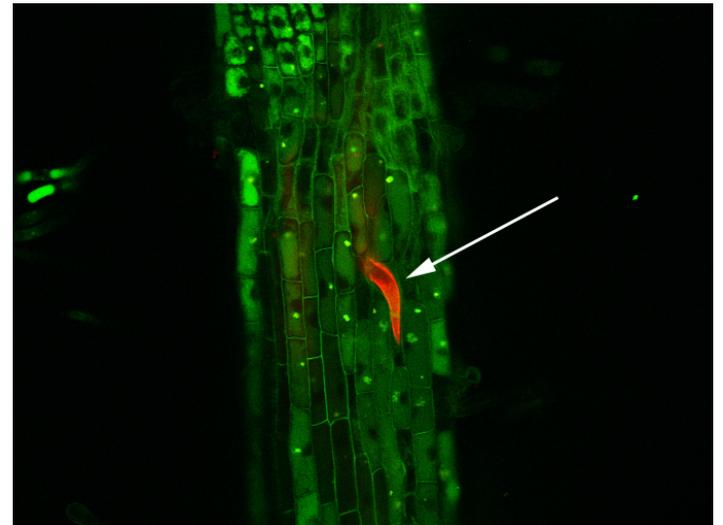


Figura 5: Un nematodo juvenil—teñido en rojo para poder observar bajo microscopio—entra en la raíz de la papa. (V. Blok)

do a la presencia de químicos producidos por las raíces de la planta hospedante. Esta respuesta es específica—químicos provenientes de plantas no hospedantes no activan al nematodo. Después de la detección de las exudaciones de la raíz, unas series de cambios son inducidas en la cáscara del huevo las cuales la vuelven permeables al agua y por consi-

guiente lleva a la activación del nematodo provocando la eclosión del huevo. El nematodo se mueve a través del suelo en dirección de las raíces del hospedante, siguiendo los gradientes de concentración de las exudaciones de la raíz (Figura 5).

Quizás el aspecto más importante en la biología de PCN es su mecanismo de alimentación. Una vez que el nematodo está a dentro de la raíz, se mueve a través de los tejidos de la planta hasta encontrar un tipo de célula específica. Luego, el nematodo induce la formación de un extenso, metabólicamente activo y un sitio de alimentación multinuclear conocido como el sincitio (Figura 6). El sincitio está formado por la destrucción controlada de la pared celular de la planta, comenzando por una célula inicial y expendiéndose hacia las células vecinas, seguido por la fusión de los protoplastos. Este proceso se repite hasta que 300 células están gradualmente incorporadas dentro del sincitio. El nematodo puede solamente inducir un sincitio y depende de esta estructura para alimentarse durante el resto de su desarrollo hasta la etapa adulta. Los detalles de como el nematodo es capaz de crear esta estructura para alimentarse están incompletos, a pesar de que se conoce que el nematodo es capaz de imitar la producción de hormonas peptídicas de la planta la cual juega un papel importante en controlar el ciclo de vida de las células. Una vez de que el sitio de alimentación ha sido definido, el nematodo permanece allí para alimentarse, y desarrollándose a través de unas series de mudas hasta alcanzar la etapa de hembra o macho adultos. Las hembras permanecen pegadas al sitio de alimentación y crecen hasta que ellas irrumpen en la superficie de la raíz (Figura 7). Los machos conservan su estructura vermicular, migran afuera de la raíz y fertilizan a las hembras que encuentran. Después de la fertilización, la hembra muere y su cuerpo se transforma en un quiste que contiene las próximas generaciones de huevos en el suelo.

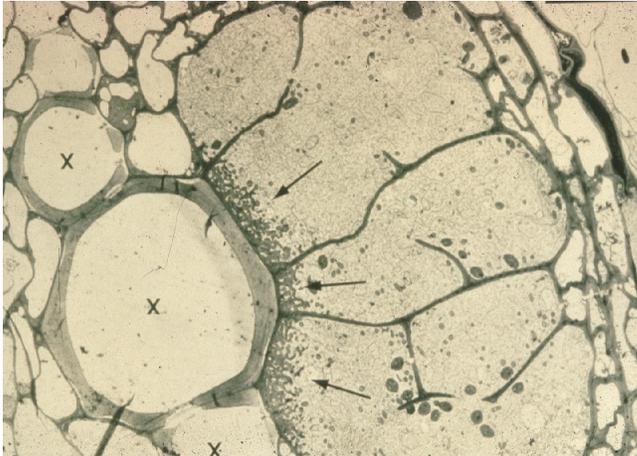


Figura 6: Sección transversal a través del sincitio—sitio de alimentación—de PCN en la raíz de una papa. La pared del sincitio está doblada (ver flecha) y en contacto con los tejidos vasculares de la planta (X) permitiendo un traslado más efectivo de los nutrientes adentro del sincitio. (Instituto James Hutton)

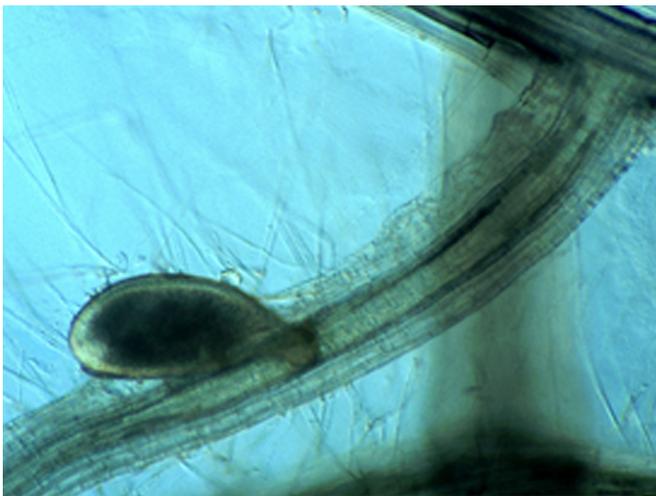


Figura 7: Un nematodo hembra pegado a la estructura de alimentación en la raíz de una papa, donde creció e irrumpió en la superficie de la raíz. (NemaPix)

A pesar de que la habilidad de inducir estos sitios de alimentación es una marca de adaptación notable, el hecho de que el nematodo puede solamente inducir una sola estructura para alimentarse representa una vulnerabilidad que los fitomejoradores están buscando aprovechar. En una planta resistente, la presencia de una estructura de alimentación provoca una respuesta de hipersensibilidad (muerte celular programada) la cual destruye o aísla esta estructura. El conocimiento relacionado a este tipo de proceso brinda informaciones claves que pueden ser utilizadas para desarrollar resistencia a largo plazo. Las papas resistentes brindarán una solución efectiva para la producción de papa en campos infestados y erradicar esta plaga con el paso del tiempo.

A pesar de que la habilidad de inducir estos sitios de alimentación es una marca de adaptación notable, el hecho de que el nematodo puede solamente inducir una sola estructura para alimentarse representa una vulnerabilidad que los fitomejoradores están buscando aprovechar. En una planta resistente, la presencia de una estructura de alimentación provoca una respuesta de hipersensibilidad (muerte celular programada) la cual destruye o aísla esta estructura. El conocimiento relacionado a este tipo de proceso brinda informaciones claves que pueden ser utilizadas para desarrollar resistencia a largo plazo. Las papas resistentes brindarán una solución efectiva para la producción de papa en campos infestados y erradicar esta plaga con el paso del tiempo.



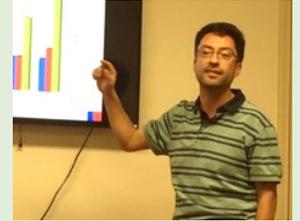
## Gira de los Nematólogos Chilenos en la Región de Pacífico Noroeste

Los nematólogos de Chile visitaron la región del Pacífico Noroeste este otoño para intercambiar informaciones sobre la identificación de los nematodos del quiste de la papa y para aprender más acerca de los métodos de control del nematodo del quiste pálido en la parte sur de Idaho, y también del programa de erradicación y de contención de PCN del Servicio de Protección Animal y Vegetal (USDA-APHIS).

Los visitantes fueron: Ingrid Moreno, Hugo Pacheco y Oriana Acevedo, representantes del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Chile.

Viajando con ellos Louise-Marie Dandurand (Universidad de Idaho, Moscow ID) e Inga Zasada (USDA-ARS, Corvallis OR), el grupo se reunió con investigadores y visitó los laboratorios de PCN dirigidos por la Universidad y la USDA (Departamento de Agricultura de los EEUU). La reunión entre Pat Kole, Comisión de la Papa de Idaho y Brian Marschman, USDA-APHIS representó una oportunidad para intercambiar informaciones sobre las industrias de la papa en Chile e Idaho.

En el sur de Idaho, la cosecha de papa se estaba llevando a cabo. Tina Gresham, Directora del Programa del Nematodo del Quiste Pálido USDA-APHIS, ofreció una gira en el laboratorio de análisis de suelo para monitorear PCN en los condados de Bingham y Bonneville. El grupo también observó operaciones de limpieza a presión y a vapor de los equipos agrícolas para prevenir la propagación de PCN.



### Próximos Eventos:

## Conferencia de la Papa de Idaho 2018 17-18 de Enero del 2018 Pocatello, Idaho

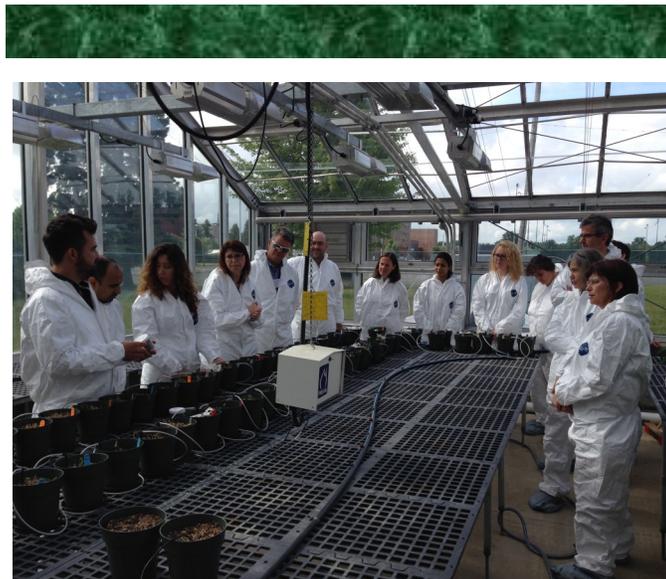
Los investigadores del Proyecto GLOBAL presentarán unos talleres en la Conferencia de la Papa de Idaho, los cuales incluyen actualizaciones sobre trabajos en curso para el control de PCN y el desarrollo de papas resistentes. Un taller en el idioma español también se llevará a cabo durante esta conferencia.

Para más informaciones, visite:

<https://www.uidaho.edu/cals/potatoes/conferences/idaho-potato-conference>

### 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 para la Región Noroeste
- Jonathan M. Jones, USDA-APHIS
- Daniel Kepich, USDA-APHIS
- Patrick Kole, JD, Comisión de la Papa de Idaho
- James LaMonica, 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)