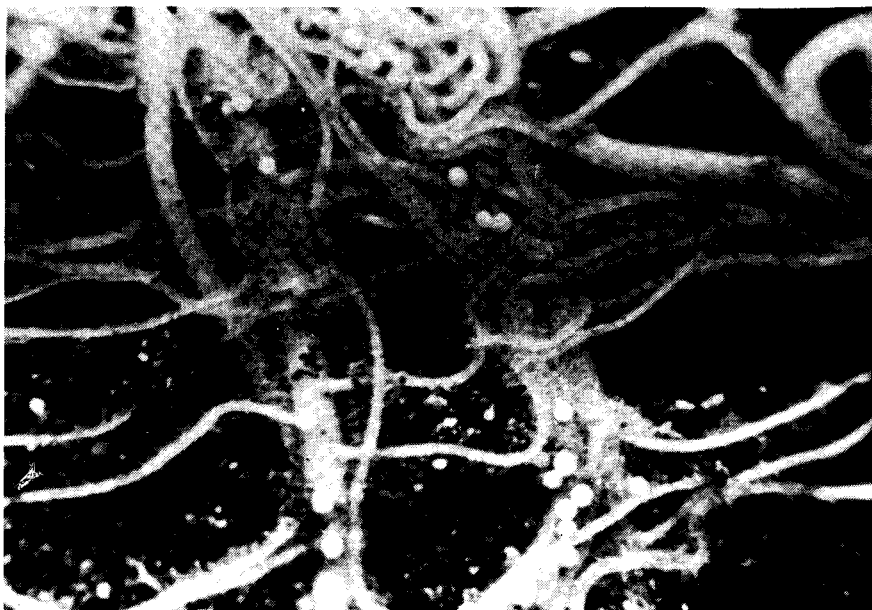


Nematodos del Quiste de la Papa

Globodera spp.

Javier Franco



Nematodos del quiste de la papa: hembras en desarrollo
(formas esféricas) sobre raíces de papa (4x)

Boletín de Información Técnica 9

CIP

N4

F73.1

Centro Internacional de la Papa – CIP – International Potato Center
Mayo 1981

Boletín de Información Técnica — Objetivos, Evaluación.

Los Boletines de Información Técnica son una de las diversas categorías de información técnica del CIP. Su principal objetivo es proporcionarle información a todo tipo de programas agrícolas sobre todos los aspectos de la industria de la papa con el fin de apoyar la transferencia de tecnología hacia el nivel del agricultor y viceversa. La información está dirigida a un nivel profesional intermedio (B.Sc. o ingeniero agrónomo) pero está escrita en tal forma que es fácilmente adaptable al nivel del agricultor. Las publicaciones pueden ser utilizadas en toda forma imaginable. Sin embargo, el CIP busca lograr los siguientes objetivos:

- a) apoyar el estudio individualizado,
- b) apoyar el uso tanto de la nueva tecnología como de la ya conocida,
- c) apoyar la experimentación en condiciones prácticas,
- d) apoyar cursos formales,
- e) apoyar el suministro de materiales de información a los agricultores.

Para facilitar adiciones y cambios, los boletines son remitidos generalmente como grupos de hojas sueltas o reunidas en anillos. Los objetivos, las ayudas didácticas, las prácticas y el cuestionario que acompañan a la mayoría de los boletines pueden ser útiles cuando se utiliza la información para apoyar los objetivos (a) y (d).

En el CIP deseamos conocer las experiencias que usted haya tenido con estos Boletines de Información Técnica, y queremos utilizarlas en adaptar mejor esos boletines a las necesidades que usted tenga. Atentamente le solicitamos responder las siguientes preguntas y devolver esta hoja al CIP.

1. ¿Título del Boletín?
2. ¿De dónde lo recibió?
3. ¿Cuál es su trabajo o empleo?
4. ¿La información debería ser más sencilla? ¿Más explicada? ¿Tal como es ahora?
5. ¿Se debería incluir otra información? ¿Cuál?
6. ¿Prefiere usted **dibujos** sencillos que son fáciles de reproducir? ¿O **fotografías** que son más parecidas a la realidad?
7. ¿Ha utilizado usted la información en alguna de las cuatro maneras mencionadas como objetivos: a), b), c), d), e)? ¿De qué otra manera la ha utilizado?
.....
8. ¿Preferiría usted otra forma de unir las hojas, distinta de los anillos? ¿Cuál?
.....
9. ¿Tiene otros comentarios? Escríbalos por favor; si es necesario use hojas adicionales.

NOTA: Cuando recibamos sus respuestas a las preguntas formuladas en el reverso de esta hoja, le enviaremos la lista más reciente de materiales de información técnica del CIP.

Por favor doble esta hoja dos veces de modo que estas explicaciones queden adentro y tanto la dirección del CIP como la suya queden afuera. Pegue y estampille adecuadamente.

Septiembre de 1980

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Apartado 5969
Lima — Perú

Cable: CIPAPA — Lima
Telex: 25672 PE

— primer dobléz —

Aéreo
Air Mail
Par Avion

Porte

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Departamento de Adiestramiento y Comunicaciones
Apartado 5969
Lima, Perú

— segundo dobléz —

Remite:

Nombre:

Entidad:

Calle y número:
(o Apartado):

Ciudad:

País:

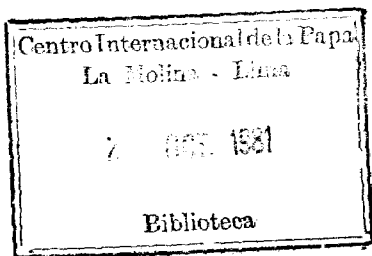
cinta adhesiva

CIP
N4
F78



Ayudas didácticas

Nematodos del Quiste de la Papa
Globodera spp.



Objetivos. El estudio de este boletín debe capacitarle para:

18-61-12

- discutir el daño causado en la papa por los nematodos del quiste de la papa,
- describir los síntomas que presenta la papa cuando está infestada con nematodos del quiste,
- explicar la clasificación taxonómica de los nematodos del quiste,
- describir la morfología de los nematodos del quiste,
- explicar su ciclo de vida y su biología,
- discutir la relación entre la planta de papa y los nematodos del quiste,
- explicar métodos para determinar infestaciones de nematodos del quiste,
- listar y discutir métodos de prevención y control.

Materiales.

- Plantas infestadas con hembras en desarrollo y quistes de *Globodera*.
- Ilustraciones que muestran daños y síntomas.

004041

Prácticas.

- Observar en el campo daños y síntomas de los nematodos del quiste y discutirlos.
- Estimar la infestación en el campo, mediante los dos métodos de campo descritos en la Sección 8.
- Colectar algunos quistes, colocarlos en una placa de vidrio, abrirlos por presión con una aguja y observar el contenido (huevos y estados juveniles) con un microscopio común o una lupa potente.

1-2 HCP

Cuestionario.

1. ¿Cómo es la gama de hospederos de los nematodos del quiste?
2. ¿Cómo están distribuidos los nematodos del quiste en el mundo?
¿En su país?
3. ¿Por qué el daño causado por el nematodo del quiste de la papa pasa a menudo inadvertido?
4. ¿Qué tipos de daño causan los nematodos del quiste?
5. ¿Qué síntomas producen en la papa los nematodos del quiste?
6. Nombre las dos especies de los nematodos del quiste de la papa.
7. ¿Cuál es la diferencia más clara entre las dos especies?
8. Describa en general la morfología de un nematodo en su segundo estado juvenil y de una hembra en maduración.
9. ¿Qué fase de los nematodos emerge de los huevos?
10. ¿Cómo estimulan las raíces de la papa la emergencia de nematodos?
11. ¿Cómo se desarrollan las hembras?
12. ¿Por cuánto tiempo los huevos permanecen viables dentro de los quistes?
13. ¿En qué proporción por año puede aumentar una población de los nematodos del quiste de la papa?
14. Describa dos principios que demuestran la adaptación de los nematodos del quiste a la planta de papa.
15. ¿Cómo se determina la resistencia?
16. ¿A cuáles dos factores se atribuye el mecanismo de la resistencia?
17. ¿Qué es el principio de tolerancia?
18. ¿Qué son patotipos?
19. Describa dos métodos sencillos de campo para estimar en forma aproximada la infestación de nematodos.
20. Describa el método de bioensayo para determinar la infestación en el suelo.
21. ¿Qué componentes debe incluir un programa de manejo integrado de nematodos?
22. Discuta cada componente de control.



Nematodos del Quiste de la Papa

Globodera spp.

- 1 Introducción.
- 2 Importancia.
- 3 Síntomas.
- 4 Taxonomía.
- 5 Morfología.
- 6 Ciclo de vida y biología.
- 7 Relación entre la planta de papa y los nematodos del quiste.
- 8 Determinación de la densidad de población de nematodos.
- 9 Prevención y control.
- 10 Lecturas adicionales.

1 **Introducción.** Los nematodos son animales microscópicos (conocidos también como gusanos redondos, gusanos filiformes, o anguñulas) que se encuentran en una amplia gama de hábitats, especialmente en el suelo y el agua. La mayoría son saprofitos (se alimentan de materia orgánica descompuesta o en descomposición) pero unos pocos son parásitos de animales o de plantas.

Dos especies de los nematodos del quiste de la papa, *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*, dañan las raíces de la papa y causan pérdidas severas en algunas zonas productoras de papa. Hay otras zonas productoras que hasta el presente están libres de esos nematodos.

Para controlar esta peste es necesario conocer su ciclo de vida y manejar adecuadamente el cultivo.

2 Importancia. La papa, el tomate y la berenjena son los principales cultivos comerciales afectados por los nematodos del quiste de la papa. Como hospederos sirven otras pocas solanáceas y algunas familias que incluyen varias malezas. En consecuencia, la gama de hospederos es relativamente reducida.

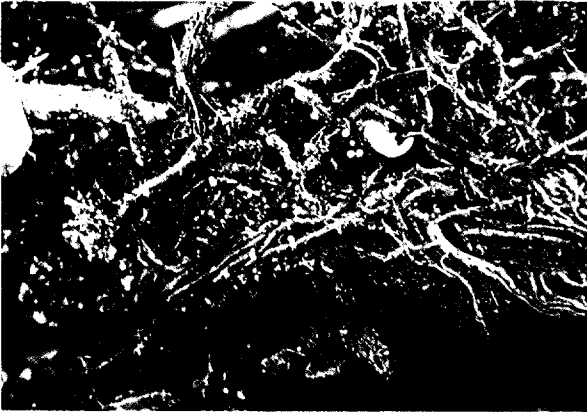
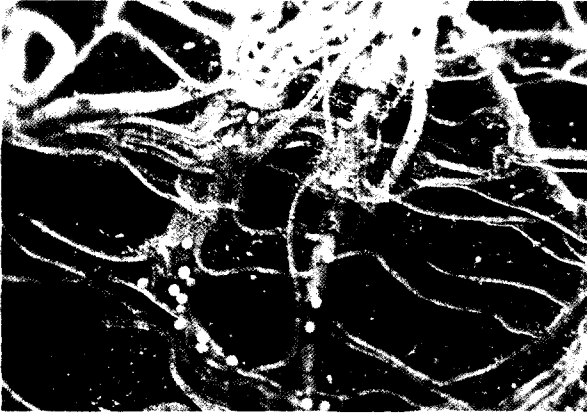
Los nematodos del quiste probablemente se originaron en tierras elevadas de los Andes, donde evolucionaron paralelamente con la papa, su hospedero principal. A Europa llegaron entre 1850 y 1900, y de allí se distribuyeron a los países septentrionales y a regiones elevadas en los países de la zona tórrida.

Los nematodos del quiste causan daños que a menudo pasan inadvertidos. En muchas ocasiones sus niveles de población están enmascarados. En el suelo, una población de nematodos puede incrementarse diez veces en un año, mientras que los daños sólo se hacen visibles a cierto nivel de infestación, que depende de condiciones locales como fertilidad del suelo y suministro adecuado de agua. En suelos de baja fertilidad, los daños pueden llegar a ser visibles cuando la infestación está entre 10 y 20 huevos por gramo de suelo. Pero un suelo fértil con contenido adecuado de humedad puede enmascarar una infestación de mayores proporciones.

Hay dos tipos de pérdidas relacionadas con infestaciones de nematodos:

- directas, debidas a pérdidas de rendimiento.
- indirectas, debidas a gastos de control y cuarentena.

Pérdidas directas. Pueden ser grandes aun sin que se vean signos de infestación con nematodos del quiste. Pueden ocurrir pérdidas de hasta 15% en cultivos que no muestran síntomas aéreos. El rendimiento puede reducirse en dos toneladas por hectárea cuando la infestación se aumenta en 20 huevos por gramo de suelo. Podría llegarse al caso de cosechar menos tubérculos que los sembrados.



Un análisis cuidadoso de las raíces permite observar pequeños cuerpos esféricos de 0,5 a 1 mm de diámetro, y color blanco, amarillo o marrón. El color depende de la especie y del grado de madurez de la hembra. (En la parte superior se observa *G. pallida*, en la inferior *G. rostochiensis*).

4 Taxonomía. Los nematodos del quiste de la papa pertenecen a la clase *Nematoda*. Recientemente fueron asignados al género *Globodera* a causa de la forma redonda, globular, de sus quistes. (Antes pertenecían al género *Heterodera*, cuyos quistes tienen, característicamente, forma de limón.) Once especies de *Globodera* afectan plantas de diversas familias. A la papa la atacan dos especies de *Globodera*: *G. rostochiensis* (Wollenweber, 1923) y *G. pallida* (Stone, 1972). Ambas especies se conocen comúnmente como nematodo dorado de la papa, anguílulas de las raíces de la papa, o nematodos del quiste de la papa.

La diferencia más obvia entre ambas especies es el color de las hembras inmaduras. Las de *G. rostochiensis* son amarillas o doradas y de ahí el nombre de nematodo dorado. Las hembras inmaduras de *G. pallida* son de color blanco o crema. Unas y otras forman quistes de color marrón, pero las de *G. pallida* no pasan por la fase dorada.

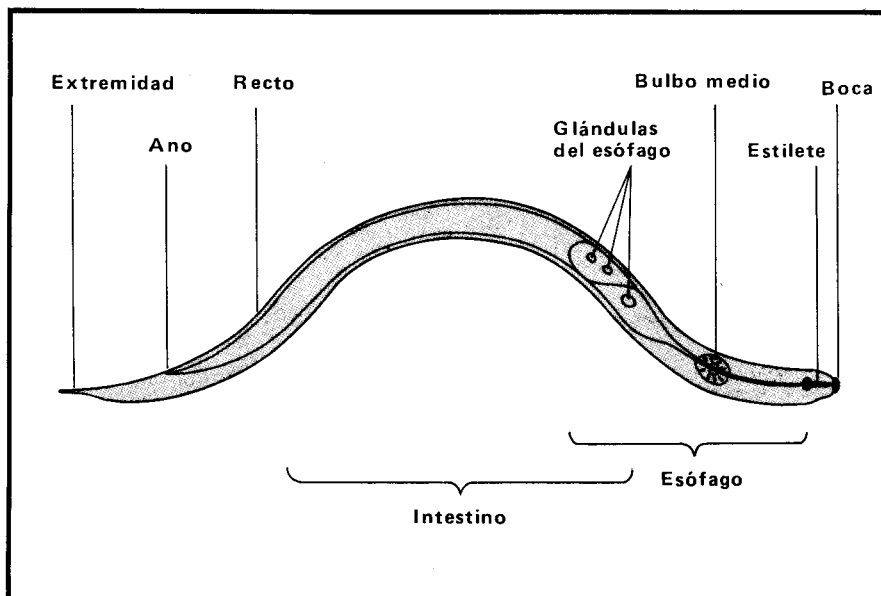
Entre otras características taxonómicas está la presencia de un estilete que tiene protuberancias en su parte posterior, así:

G. rostochiensis: estilete de 19 a 21 micras (μm) de longitud con protuberancias que apuntan hacia atrás.

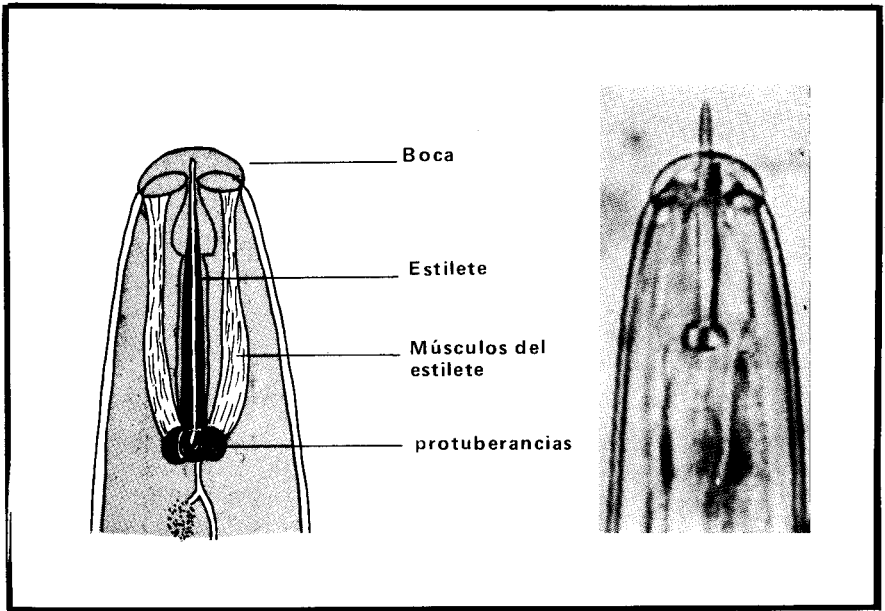
G. pallida: estilete de 23 a 24 micras (μm) de longitud con protuberancias que apuntan hacia adelante.

Ambas especies se encuentran en los países andinos, pero *G. rostochiensis* predomina en los países restantes al exceptuar a los suramericanos.

5 Morfología. El segundo estado juvenil es característico para la morfología de los nematodos. En ese estado el nematodo es semejante a un gusano redondo y elongado y sólo puede ser estudiado con microscopio. El canal digestivo consta de boca, esófago, intestino, recto y ano. Es característico un estilete dentro de la boca, el cual consiste en una estructura fuerte, tubular y móvil que sirve para perforar la pared celular y absorber el alimento. Por el estilete los alimentos pasan al tubo esofágico que contiene el bulbo medio. Con la ayuda de músculos y de una válvula, el bulbo medio funciona como una estación de bombeo que impulsa al alimento hacia el intestino. Después del bulbo medio hay tres glándulas del esófago que forman un bulbo terminal. El intestino es un órgano de almacenamiento, normalmente lleno de glóbulos de una sustancia grasosa. El intestino se estrecha para formar el recto y termina en el ano.



Nematodo en su segundo estado juvenil. Este estado es característico de la morfología de los nematodos del quiste de la papa.



El estilete dentro de la boca es un órgano obvio de los nematodos del quiste y se observa claramente cuando se examina el estado juvenil al microscopio. El estilete es una estructura móvil, fuerte y con un conducto como el de una aguja hipodérmica. Unos músculos ligados a las protuberancias posteriores del estilete lo hacen desplazar hacia atrás y hacia adelante para perforar las células de la raíz.

Los machos conservan la forma de gusano redondo y elongado. Cuando han madurado miden más o menos un milímetro de longitud.

El cuerpo de la hembra, al madurar, se ensancha y después de la muerte se convierte en un quiste duro, de la consistencia del cuero. Los quistes tiene forma esférica o globular, miden entre 0,5 y 1 mm de diámetro, y presentan una pequeña prominencia que corresponde a lo que era la cabeza, la cual estaba adherida a las raíces.

6 Ciclo de vida y biología. A diferencia de los insectos, las "larvas" de los nematodos pasan por las diferentes fases de desarrollo sin presentar cambios en el aspecto exterior. A estas fases se les llama estados juveniles para distinguirlas de la fase adulta de los nematodos, y de las larvas de los insectos.

El ciclo de vida empieza cuando los nematodos están en su segundo estado juvenil y emergen de los huevos, dentro de los quistes bajo el estímulo de una sustancia que exudan las raíces en crecimiento. Algunos huevos permanecen en el quiste y de ellos emergen estados juveniles en las temporadas siguientes.

Atraídos por exudados radiculares, los nematodos en el segundo estado juvenil punzan las raíces, penetran en ellas, y allí viven y se alimentan durante dos mudas o cambios adicionales.

En el tercer estado juvenil de desarrollo de los nematodos del quiste se define el sexo, en función de la cantidad de alimento que haya disponible. Si hay pocos nematodos y abundante alimento la población está predominantemente constituida por hembras. Si la población es abundante y hay poco alimento disponible, predominan los machos.

Las hembras se vuelven sedentarias y se adhieren a la raíz dentro del tejido de la corteza. Su cuerpo se ensancha, rompe las células de la raíz, y llega a ser visible fuera de ésta, aunque la cabeza y el cuello permanecen dentro del tejido.

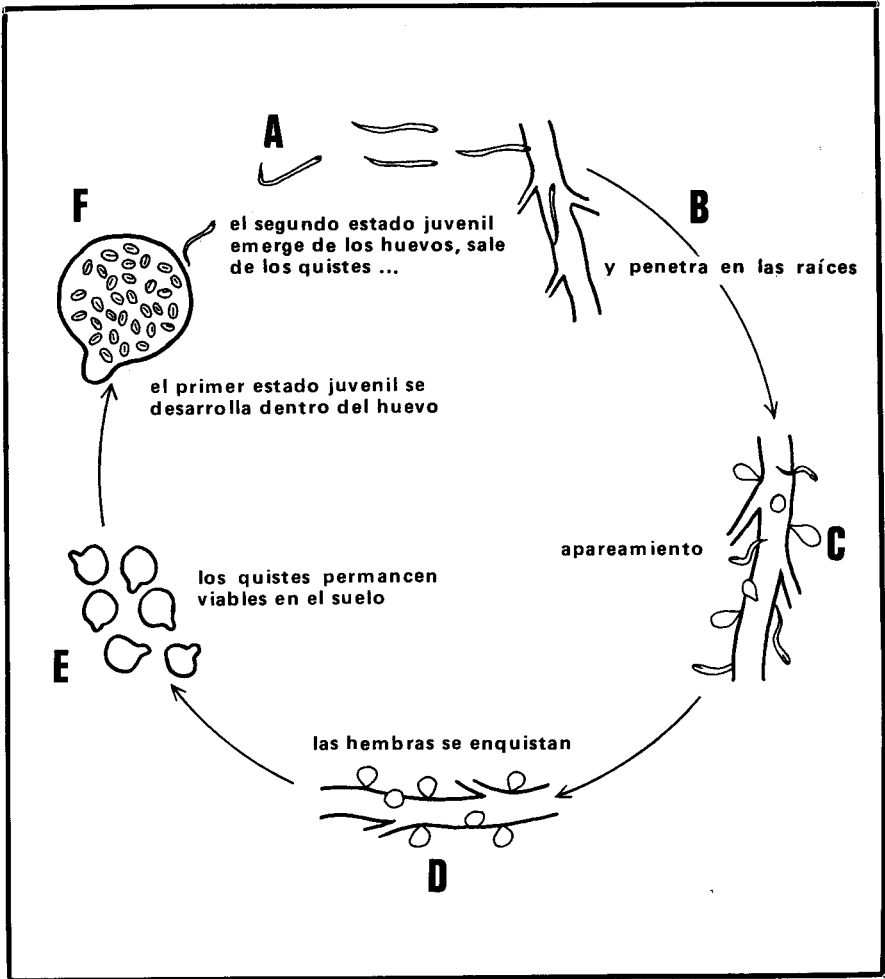
Los machos conservan su forma elongada como de gusano, abandonan la raíz, localizan hembras que están rompiendo la superficie radicular y se aparean con ellas.

Después de que la hembra muere, la cutícula de su cuerpo esférico cambia químicamente y el color que era blanco o amarillo se torna marrón, o bronceo. La hembra muerta se convierte en un quiste marrón y duro, resistente a las condiciones ambientales desfavorables.

Los quistes se desprenden fácilmente de las raíces. Cada uno contiene y protege desde unos pocos hasta 600 huevos. Cada huevo está protegido, además, por su propia cáscara, y alcanza a permanecer viable por 20 años o más. Los huevos se pueden activar cuandoquiera que se siembre papa.

Todavía bajo la doble protección de la pared del quiste y la cáscara del huevo, se desarrolla dentro de éste el primer estado juvenil. El segundo estado juvenil emerge cuando se presente como estímulo el exudado de las raíces.

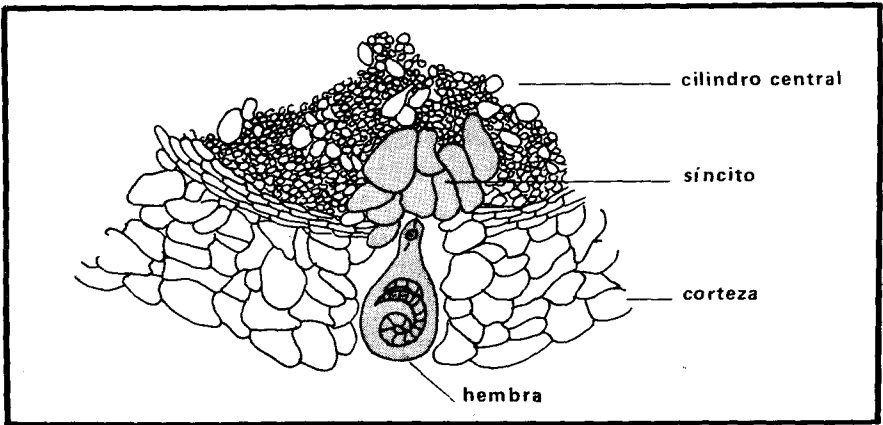
En una temporada ocurre una generación, esto es un ciclo de vida, lo cual toma de 6 a 10 semanas. En ese tiempo, y si no hay competencia por alimento, la población de nematodos se puede multiplicar en proporciones hasta de 1 a 50.



Un ciclo de vida, que es una generación, ocurre en una temporada y dura de 6 a 10 semanas. Bajo el estímulo de exudados de la raíz, el segundo estado juvenil emerge de los huevos dentro de los quistes (A). Penetra en las raíces (B). Cuerpos de hembras que sobresalen en la superficie de las raíces. Los machos abandonan las raíces y se aparean con las hembras (C). Cuerpos de hembras muertas que se convierten en quistes (D). Los quistes se pueden despegar con facilidad de las raíces y permanecer viables en el suelo por más de 20 años (E). El primer estado juvenil se desarrolla dentro del huevo, protegido por la cáscara del huevo y la pared del quiste (F). (Adaptado de Sprau, 1959.)

7 Relación entre la planta de papa y los nematodos del quiste.

Los nematodos del quiste de la papa son parásitos de las raíces que están muy bien adaptados. El efecto estimulante de un exudado de la raíz de la planta hospedera asegura que los nematodos emerjan sólo cuando las condiciones son favorables y con seguridad encontrarán raíces de papa. Es segundo estado juvenil de los nematodos perfora con su estilete las paredes celulares y entra en la raíz dejando atrás una agrupación de células perforadas. La saliva que excretan las glándulas del esófago hace que las células radicales ubicadas cerca de la cabeza de la hembra se agranden y se unan. Estas células agrandadas y unidas, que se llaman **síncitos** o **células de transferencia**, le suministran a la hembra alimento permanente y son necesarias para el desarrollo de los nematodos. De otro lado, el desarrollo y el sustento de los síncitos compite con el crecimiento de la planta. Además, el daño que hacen los nematodos causa estrés debido a falta de agua y disturba el metabolismo de los nutrientes.



Células agrandadas, llamadas "síncitos", o "células de transferencia", las cuales constituyen una fuente permanente de alimento para las hembras.

La relación entre la planta de papa y los nematodos del quiste está gobernada por:

- la resistencia que posea la variedad de papa,
- la tolerancia que posea la variedad de papa,
- * - la patogenicidad del nematodo.

Esta relación puede ser alterada por factores ambientales, tales como la fertilidad del suelo y otras condiciones de crecimiento.

Resistencia. Según su grado de resistencia, una planta de papa puede contribuir a la multiplicación de los nematodos o a su disminución. La resistencia está determinada por la relación entre la densidad de población de los nematodos antes de la siembra y su densidad de población al final, esto es, cuando termina la temporada de cultivo. Esa relación permite calcular la tasa de multiplicación de la población de nematodos (TMPN) y se expresa así:

$$\text{TMPN} = \frac{\text{Densidad de población final}}{\text{Densidad de población inicial}}$$

donde generalmente,

$$\begin{aligned} \text{TMPN} > 1 & \text{ indica susceptibilidad, y} \\ \text{TMPN} < 1 & \text{ indica resistencia.} \end{aligned}$$

La resistencia conduce a una reducción de la población de nematodos. El grado de resistencia para casos específicos depende de la situación local y de los materiales mejorados existentes.

Los mecanismos de resistencia se explican de dos maneras. Una es que las raíces pueden no estimular la emergencia del segundo estado juvenil, es decir, pueden reducir la emergencia. Otra es que se restringe el desarrollo de los síncitos (o células de transferencia) de los cuales toman las hembras su alimento. Esta restricción no evita que emerjan los nematodos en su segundo estado juvenil, ni que invadan las raíces y causen daños. Pero la restricción de alimentos rompe el ciclo de vida y los estados juveniles mueren o se desarrollan como machos. Esto conduce a una disminución más rápida de la población de nematodos y es más efectivo que la reducción de la emergencia.

La resistencia se puede perder. Cuando en forma continua se siembra una variedad resistente en condiciones de alta densidad de población de nematodos, es muy posible que los patotipos no afectados por la resistencia se expandan por selección natural o adaptación genética.

Tolerancia. Tolerancia es la capacidad de la planta — en este caso de papa — para producir no obstante encontrarse en un suelo infestado — en este caso con nematodos. Puede ocurrir tanto en variedades resistentes como en variedades susceptibles. Es, pues, independiente de la resistencia. Las plantas intolerantes producen menos. Las variedades tolerantes tienen la capacidad de recuperarse del daño que causan los nematodos. La tolerancia es independiente del patotipo de nematodo, y se presenta con más frecuencia en las variedades andígena (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) que en las variedades tuberosum (*S. tuberosum* ssp. *tuberosum*). Ello se debe posiblemente, a que en los Andes evolucionaron paralelamente la papa andígena y los nematodos. La papa desarrolló tolerancia para sobrevivir frente al ataque de los nematodos. Las variedades tuberosum han sido desarrolladas en áreas donde los nematodos del quiste de la papa no existían.

Patogenicidad. En ambas especies de *Globodera* (*G. rostochiensis* y *G. pallida*) se presentan varios patotipos. Los patotipos son razas fisiológicas y pueden ser identificados por su habilidad para multiplicarse en plantas de papa llamadas plantas diferenciales. Estas plantas tienen diferentes genes para resistencia. Así, una planta diferencial puede llegar a estar infestada mayormente con ciertos patotipos de *Globodera* pero no con otros. Lo mismo ocurre con variedades de papa. Una variedad de papa reconocida como resistente puede llegar a estar infestada por un número cada vez mayor de poblaciones de nematodos debido a la selección y multiplicación de otros patotipos de *Globodera*.

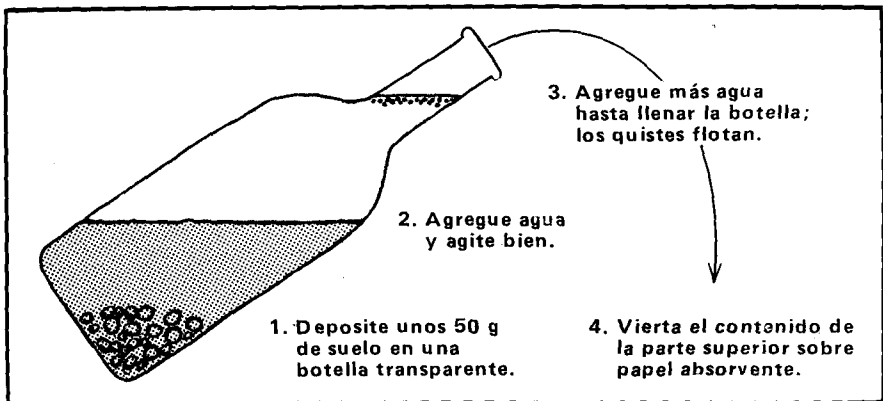
Aunque los patotipos dentro de cada especie de *Globodera* se aparean libremente, el apareamiento entre especies está restringido.

Hay varios sistemas para distinguir unos patotipos de otros.

8 **Determinación de la densidad de población de nematodos.** El primer paso en esta determinación es saber si el suelo está o no está infestado, esto es, conocer si el nematodo del quiste está presente o ausente. Luego, el manejo exitoso de los nematodos del quiste de la papa depende del conocimiento que se tenga sobre su densidad de población en el suelo. Los métodos más comunes para determinar la densidad de población son el análisis de suelo y la observación de las raíces.

Análisis de suelo. Para determinar la densidad de población de nematodos, las muestras de los suelos del agricultor son analizadas en laboratorios nematológicos. Para ello, el suelo seco se suspende en un recipiente con agua y se cuenta el número de quistes que flotan en la superficie. Luego se toma una muestra de quistes para determinar la viabilidad total (contenido de huevos y estados juveniles). Este contenido, referido al tamaño de la muestra, da el valor de la densidad de población de nematodos.

Un método sencillo de análisis que puede hacerse en el campo, proporciona un índice aproximado de la infestación. Se colocan unos 50 gramos de suelo bien mezclado, proveniente de diferentes partes del campo, en una botella de vidrio transparente. Se agrega agua suficiente para mojar bien el suelo y se agita vigorosamente el contenido. Se agrega más agua hasta llegar casi al borde. Los quistes que haya en la muestra flotan. La parte superior del contenido de la botella se vierte sobre papel absorbente de modo que se pueda contar los quistes con la ayuda de una lupa común.



Método sencillo para estimar la infestación de nematodos.

Observación de las raíces. En las estaciones experimentales se emplea el método de bioensayo, para determinar la infestación del suelo. Consiste en que 2 ó 3 meses antes de la siembra se toman tubérculos brotados y se colocan en macetas con suelo del campo que se desea evaluar. Ocho semanas después, si el campo está infestado, es posible ver los cuerpos redondos de las hembras en desarrollo de los nematodos del quiste, adheridos a las raíces de la masa moldeada por la maceta.

El agricultor puede calcular la infestación del campo si examina las raíces de plantas que estén llegando a la floración. En ese estado del cultivo las hembras han reventado la corteza de la raíz y los cuerpos esféricos se pueden reconocer a simple vista (ver la fotografía de la portada).

Los niveles críticos de infestación dependen de las condiciones locales. Algunos experimentos de comparación entre parcelas tratadas con nematicidas y parcelas sin tratar pueden ayudar a determinar el nivel de infestación en el cual los nematodos empiecen a afectar los rendimientos.

9 Prevención y control. Cuando aparecen síntomas visibles, los nematodos están ya presentes en grandes cantidades. Una vez que los nematodos del quiste se han establecido es muy difícil, si no imposible, erradicarlos. Sin embargo, hay métodos para reducir el daño que causan. Se requiere *combinar* prevención y control en un programa integrado, el cual incluye además aspectos como irrigación y fertilización adecuada para:

- prevenir la diseminación de los nematodos del quiste a nuevas áreas,
- mantener la densidad de población de los nematodos, en áreas ya infestadas, a niveles que no afecten los rendimientos.

El manejo integrado puede reducir una alta densidad de población de nematodos a niveles que permitan el cultivo exitoso y rentable de la papa.

Cuarentenas. Los nematodos del quiste se diseminan principalmente por medio de tubérculos contaminados con quistes, o de suelo que contenga quistes. También pueden ser medios de transmisión, el suelo adherido a partes de la planta, o a implementos, o transportado por el agua y el viento. Por ello y para prevenir la introducción de esta peste, muchos países aplican cuarentenas estrictas. Como medida adicional, dentro de un país no se debe producir tubérculo-semilla en áreas infestadas.

Principios sanitarios. Se debe sembrar tubérculo-semilla proveniente de áreas no infestadas. Para evitar la diseminación desde un campo a otro se lavan y cepillan los recipientes, las herramientas y la maquinaria, o se tratan con un nematicida. Es necesario cultivar los campos no infestados antes de entrar a los infestados.

Rotación de cultivos. La rotación de cultivos es la práctica de control más ampliamente utilizada. Además es efectiva porque la gama de hospederos de los nematodos del quiste es reducida. La densidad de población de nematodos puede disminuirse en 30% cada año si no hay plantas hospederas en el campo. Sin embargo, los huevos pueden sobrevivir por más de 20 años. La rotación normal en estos casos es de 5 ó 6 años sin papa ni otros hospederos en un campo.

Algunas variedades precoces de papa pueden madurar antes de que se complete el ciclo de vida de los nematodos, y por ello no son buenas hospederas. Bien empleadas pueden ayudar a reducir el período normal de rotación de cultivos.

Control físico. Algunos métodos de control físico, como el calor, son posibles en estaciones experimentales o en invernaderos. La población de nematodos también puede ser reducida cuando se expone el suelo arado al sol en temporadas secas y caniculares.

Uso de variedades resistentes. Gracias a que estimulan la emergencia de nematodos sin asegurar el respectivo suministro de alimento adecuado, algunas variedades resistentes de papa pueden reducir la densidad de nematodos más rápidamente que un cultivo que no sea hospedero. Sin embargo, la resistencia es efectiva contra algunos patotipos solamente. Los clones o las variedades de papa que son resistentes a patotipos de *G. rostochiensis* predominan sobre los que son resistentes a patotipos de *G. pallida*.

La siembra repetida de variedades resistentes puede menoscabar su resistencia, debido al incremento de otros patotipos. El empleo de la resistencia depende de la gama de patotipos que predomina en un área de producción. En una estación experimental es fácil evaluar la resistencia de variedades de papa o de material de mejoramiento. En el campo también se puede comparar la resistencia de variedades de papa (ver: Scurrah, 1981).

El CIP y otras entidades están investigando nuevas y prometedoras fuentes de resistencia observadas en *Solanum vernei* y en *S. tuberosum* ssp. *andigena*.

Control químico. Los nematicidas — productos agroquímicos para controlar nematodos — raramente son bien efectivos y su acción dura muy poco tiempo. Además de costosos, son tóxicos para el ser humano y el ambiente. Son de uso común dos tipos de nematicidas: fumigantes y no fumigantes.

Los **fumigantes** incluyen a los hidrocarburos alifáticos halogenados y a los liberadores de metil-isotiocianato. Su uso exige aplicadores especiales. Muchos de estos nematicidas son fitotóxicos. Son tóxicos para diversos organismos del suelo tales como bacterias, hongos y nematodos.

Los **no fumigantes** incluyen a los organofosfatos y los organocarbamatos. Las fórmulas granuladas se aplican con facilidad. Es muy raro que se presente fitotoxicidad, pero la toxicidad para mamíferos (ser humano y otros animales) es muy alta. Los nematicidas no fumigantes son poco efectivos contra hongos y bacterias del suelo, pero controlan insectos.

Para obtener recomendaciones específicas sobre nematicidas se debe consultar a los expertos locales.

10 Lecturas adicionales.

Canto, M. and M. Mayer de Scurrah. 1977. Races of the potato cyst nematode in the Andean region and a new system of classification. *Nematologica* 23: 340-349.

Gundy, S.D. van, and M.V. McKenry. 1977. Action of nematocides. *In* Horsfall, J.G. and E.B. Cowling (eds.) *Plant disease: an advanced treatise*. Vol. I. How disease is managed. Academic Press, New York, San Francisco, London. pp. 263-283.

International Potato Center. 1978. Developments in the control of nematode pests of potato. Planning Conference Report. International Potato Center, Lima, Peru. 193 pp.

Jatala, P. 1981. Nematodos parásitos de la papa. *Boletín de Información Técnica* 8. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 17 pp.

Jones, F.G.W. 1970. The control of the potato cyst nematode. *Journal of the Royal Society of Arts* 118: 179-197.

Mai, W.F. et al. 1980. Nematodos parásitos de papa. pp. 131-141. *En*: Hooker, W.J. (ed.) *Compendio de enfermedades de la papa*. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 166 pp.

Scurrah, M. Mayer de. 1981. Evaluación de la resistencia en papa a los nematodos del quiste. *Boletín de Información Técnica* 10. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 16 pp.

Sprau, F. 1959. Der Kartoffelnematode. Schaden, Lebensweise, Nachweis und Bekaempfung. *Praktische Blaetter fuer Pflanzenbau und Pflanzenschutz*. Heft 1, 54. Jahrgang. BLV Verlagsgesellschaft, Muenchen, Bonn; Wien. 48 pp.

Referencia correcta: Franco, J. 1981. Nematodos del quiste de la papa; *Globo-dera* spp. Boletín de Información Técnica 9. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 21 pp.

Centro Internacional de la Papa
Apartado 5969
Lima - Perú

Cable: CIPAPA-Lima
Telex: 25672 PE

El CIP autoriza la reproducción total o parcial de este boletín.