

EL GÉNERO *MELOIDOGYNE* Y SU SITUACIÓN CON RESPECTO A LA AGRICULTURA EN LA ARGENTINA

Marcelo E. Doucet y Paola Lax

Laboratorio de Nematología, Centro de Zoología Aplicada, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Casilla de Correo 122, C. P. 5000, Córdoba

Resumen. El género *Meloidogyne* comprende varias especies, algunas de las cuales ocasionan severos daños a numerosos cultivos pudiendo afectar seriamente su producción. En este trabajo se presenta una síntesis de los principales aspectos relacionados con este nematodo en el país.

EL GÉNERO *MELOIDOGYNE*

De amplia distribución en el mundo, se encuentra en regiones con climas tropicales, subtropicales y templados (Taylor & Sasser, 1978). Agrupa especies endoparásitas sedentarias que se alojan principalmente en el sistema radical de una variada gama de plantas superiores (alrededor de 2000) (Hussey & Janssen, 2002).

A simple vista, la parte externa de las raíces infectadas por estos nematodos pueden mostrar notorias protuberancias, comúnmente definidas como "agallas". De allí que se denomine a este patógeno bajo el nombre de "nematodo del nudo de la raíz" o "nematodo de la agalla".

Son organismos muy perjudiciales para la agricultura, capaces de ocasionar pérdidas de rendimiento estimadas en alrededor del 5% (Hussey & Janssen, 2002). Sin embargo, en condiciones particulares pueden transformarse en un factor limitante para el desarrollo de las plantas.

En la actualidad, se conocen alrededor de 80 especies válidas (Carneiro *et al.*, 2000), siendo *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. javanica* y *M. incognita* las responsables de ocasionar las mayores pérdidas económicas (Sasser, 1989). Debido a los serios daños que ocasionan a la agricultura en general, varias especies son consideradas de importancia cuarentenaria.

Características del ciclo de vida

La duración del ciclo varía según la temperatura y la disponibilidad de alimento, entre los principales factores; en condiciones óptimas (alrededor de los 23° C) puede oscilar entre 50-60 días. Está representado por individuos que muestran un marcado dimorfismo sexual, tanto entre larvas como entre adultos. Comprende cuatro estadios larvales. El primer estadio (L1) se desarrolla en el interior del huevo. Luego de una muda, se forma una larva de segundo estadio (L2) que sale a través del corion y llega al exterior. Se desplaza en el suelo en

busca de un hospedador adecuado, siendo atraída por estímulos químicos provenientes de raíces (Prot, 1980).

La L2 penetra en la raíz, migra mediante activos movimientos entre las células y se dirige a proximidad de los tejidos vasculares. Allí se inmoviliza y comienza a alimentarse del citoplasma de células parenquimáticas, perforando las paredes con ayuda de su estilete. Esto da lugar a una serie de alteraciones histológicas y fisiológicas en los tejidos que confluyen en la formación de la agalla.

A medida que el nematodo se va alimentando sufre una serie de cambios morfológicos. Poco a poco pierde su condición de filiforme, engrosándose a medida que pasa por el tercer (L3) y cuarto (L4) estadio larval. Los machos (en caso de especies anfigmíticas) mantienen su aspecto filiforme; abandonan la raíz y continúan con su ciclo de vida de manera libre en el suelo.

Las hembras permanecen adheridas a los tejidos; su cuerpo se torna globoso y de color blanquecino. La mayoría de las especies se reproduce por partenogénesis (Triantaphyllou, 1985); en los casos de anfigmíx, la hembra será fecundada por el macho. Ésta genera entre 100 y 1.200 huevos (Chaves, 2004), contenidos en una matriz mucilaginosa encargada de protegerlos de condiciones adversas, especialmente de la deshidratación. Dicha masa de huevos queda en parte sobre la superficie de la agalla, generalmente en contacto directo con el suelo. Sin embargo, en algunos hospedadores es posible encontrarla en el interior de los tejidos radicales, especialmente en raíces muy blandas.

Como en otras especies de nematodos, la eclosión de los huevos no es simultánea sino que se realiza escalonadamente a lo largo del tiempo. De este modo, asegura su persistencia en el suelo en ausencia de un eventual hospedador (Doucet, 1993). Las nuevas larvas que emerjan cuando tengan las condiciones apropiadas de humedad y temperatura infestarán las raíces susceptibles cercanas y darán continuidad al ciclo de vida.

En el caso particular del cultivo de papa, es importante indicar que las L2 no sólo pueden atacar las raíces sino también infectar a los tubérculos.

Supervivencia

Las L2 y los huevos poseen la particularidad de poder sobrevivir en el suelo por largos períodos de tiempo bajo condiciones ambientales desfavorables (sequía, por ejemplo). Gracias a esta característica el ciclo de vida del nematodo puede extenderse considerablemente, logrando exceder al año.

Diseminación

Las L2 del nematodo pueden ser dispersadas principalmente por el movimiento del suelo debido al viento, la maquinaria agrícola, los vegetales infectados y el agua de riego. Los tubérculos-semilla contaminados constituyen el mecanismo de dispersión por excelencia.

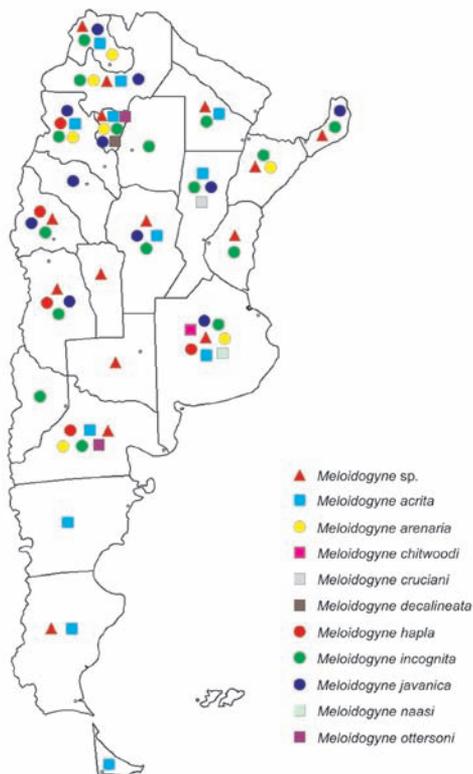
MELOIDOGYNE EN LA ARGENTINA

Distribución geográfica y especies

El nematodo fue observado por primera vez en el país atacando raíces de vid (Doering, 1891); posteriormente, se lo señaló sobre tomate (Huergo, 1902). Hasta el momento, han sido citadas diez especies: *M. acrita*, *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. cruciani*, *M. decalineata*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. naasi* y *M. ottersoni*. Además de estas especies válidas, existen numerosas poblaciones cuya identidad específica aún se desconoce y que han sido citadas como *Meloidogyne* sp.

La distribución actual del parásito es vasta (Fig. 1), encontrándose en localidades con características climáticas, pedológicas y geográficas muy diferentes; *M. incognita*, la especie de mayor distribución, ha sido citada en 16 provincias (Chaves & Torres, 2001a; Doucet, 1999).

FIGURA 1. Distribución conocida de *Meloidogyne* spp. en la Argentina.



Hospedadores

Un amplio rango de vegetales está relacionado con este género en el país, comprendiendo al menos 47 familias. Incluyen una gran variedad de plantas cultivadas y no cultivadas, abarcando entre estas últimas a numerosas malezas y representantes de la flora autóctona (Doucet & Pinochet, 1992; Doucet, 1993).

Síntomas

La parte aérea de una planta infectada por *Meloidogyne* spp. no muestra síntomas que puedan considerarse como específicos. Es por ello que los problemas que generan suelen confundirse con los originados por otras plagas (Chaves, 2005). Si las densidades de población en el suelo son muy elevadas, puede observarse en el cultivo zonas en donde las plantas presentan crecimiento reducido (Fig. 2 A), con hojas cloróticas y marcada tendencia a la marchitez. Esos síntomas son más frecuentes en suelos arenosos y en aquellos que manifiestan un mayor estrés hídrico (Perez & Corro Molas, 2003). Sin embargo, en muchas ocasiones la apariencia de las plantas atacadas es la misma que la de plantas sanas. Situaciones como éstas pueden observarse en plantas cultivadas (Fig. 2 B; Fig. 3 A) y en malezas (Fig. 4 A, B). Así entonces, la presencia del parásito pasa desapercibida.

En cuanto a las raíces, el patógeno adulto (o casi adulto) generalmente da lugar a la aparición de agallas de tamaños variados dependiendo del grado de ataque sufrido por la planta (Fig. 3 A, B), de la especie del nematodo (algunas no generan agallas), de la temperatura (Chaves & Torres, 2001a) y del hospedador, entre los principales factores.

Alteraciones histológicas inducidas en raíces

La agresión ocasionada por el nematodo en los tejidos afectados, produce reacciones de hipertrofia e hiperplasia que desembocan en la aparición de las mencionadas agallas; en cada una de ellas pueden coexistir varios individuos. El parásito, a proximidad del cilindro central, induce la formación del sitio que le servirá como fuente de alimentación (Fig. 5 A, B), representado por un número variable (entre 3-8 aproximadamente) de células gigantes, también llamadas “de transferencia”, que se relacionan con la región anterior del nematodo. Las paredes de esas células hipertróficas se tornan más gruesas; el citoplasma adquiere un aspecto granular y aumenta la cantidad de núcleos (Doucet & Ponce de León, 1996). El conjunto de estas células en el cilindro central produce reducción y alteración en los tejidos conductores. Los elementos de los tejidos vasculares en contacto con las células gigantes, principalmente el xilema, muestran a veces posiciones anómalas con paredes más engrosadas (Doucet *et al.*, 1997), pudiendo los tejidos vasculares sufrir considerables reducciones (Rosso *et al.*, 2001). Cuando la hembra muere, las células se vacían; el tejido que antes ocupaba se destruye pudiendo favorecer la instalación de otros patógenos (Doucet & Ponce de León, 1996).

FIGURA 2. Cultivos bajo cubierta atacados por *Meloidogyne* sp. A) Plantas de apio con escaso crecimiento. B) Plantas de lechuga sin síntomas visibles.



FIGURA 3. Raíces de lechuga (A) y remolacha (B) con agallas producidas por *Meloidogyne* sp.

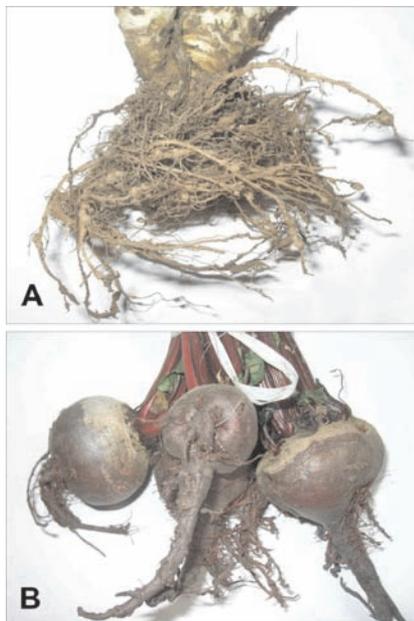


FIGURA 4. A) *Melilotus albus* atacado por *Meloidogyne javanica*. B) Raíces con agallas. Barra de la escala: 1 mm.

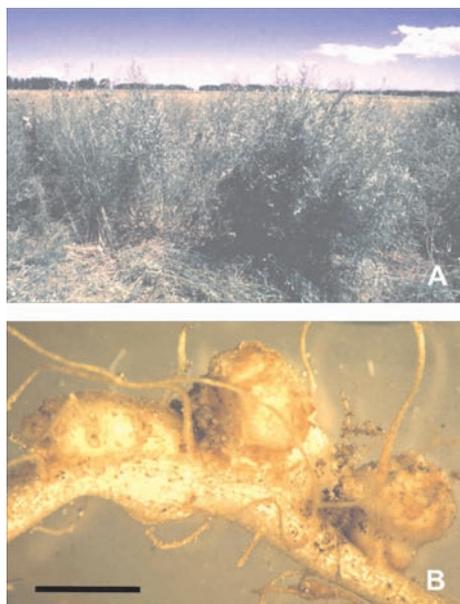
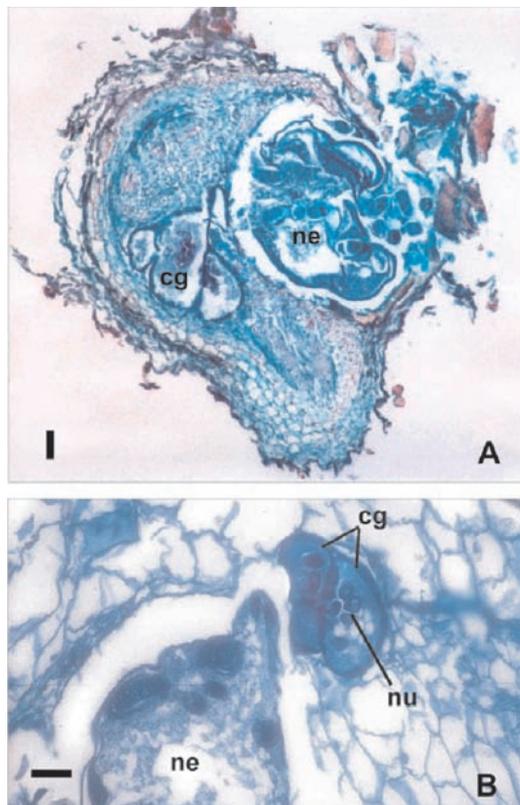


FIGURA 5. A) Corte transversal de raíz de *Melilotus albus* atacada por *Meloidogyne javanica*. B) Corte de raíz de papa andina variedad Colorada. Barra de la escala: A) 100 μm ; B) 50 μm . Abreviaturas: ne = nematodo, cg = células gigantes, nu = núcleos.



Las larvas que infectan al tubérculo, continúan con su ciclo de vida e inducen igualmente la aparición de células gigantes dentro del tejido parenquimático (Tordable et al., 2007).

Principales cultivos afectados

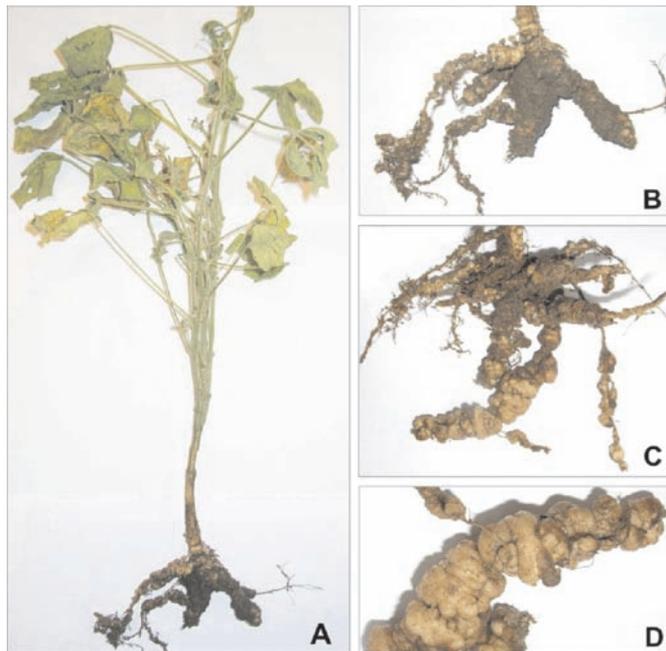
Cultivo de soja

El género *Meloidogyne* está presente en las principales áreas destinadas a la producción de este cultivo: Buenos Aires, región del centro-oeste de Córdoba, La Pampa, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero y Tucumán (Baigorri, 2005). De las 10 especies citadas en la Argentina sólo *M. incognita* y *M. javanica* han sido señaladas afectando este vegetal. Sin embargo, se han encontrado varias poblaciones cuya determinación específica no ha sido precisada.

Se estima que en el país el área cultivada con soja se incrementó en los últimos 10 años en un 127%, mientras que la producción lo hizo en un 237% (Rossi, 2006). Como consecuencia de ello, es probable que estos nematodos hayan ampliado su distribución colonizando nuevos campos debido a la falta de adecuadas medidas de prevención.

Son numerosos los cultivares susceptibles al ataque de *Meloidogyne* spp. Tanto la parte aérea de la planta como su sistema radical pueden mostrar síntomas equivalentes a los anteriormente mencionados. Cultivares altamente susceptibles evidencian además, una notable disminución de su sistema radical así como agallas de considerable tamaño que dan lugar a una raíz aparentemente engrosada (Fig. 6 A-D). En ocasiones es posible observar que una misma planta se encuentre parasitada simultáneamente por más de una especie (Lax & Doucet, 2006).

FIGURA 6. Soja atacada por *Meloidogyne* spp. A) Vista general de planta infectada del cv. Asgrow 6401; B) Detalle del sistema radical; C) Raíces del cv. Primavera Don Mario; D) Detalle de anterior.



Cultivos Hortícolas

El género ocasiona severos daños en la horticultura argentina, tanto a campo como en cultivos bajo cubierta. *Meloidogyne* spp. ha sido encontrado parasitando numerosas hortalizas (Doucet, 1999; Chaves, 2004), entre las que se destacan el tomate, el pimiento y la papa. En el caso de éste último cultivo, el género muestra una amplia distribución en el país (Chaves & Torres, 1993). Hasta el momento, las especies que han sido identificadas parasitándolo son: *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica* (Chaves, 2005), así como poblaciones que no han sido identificadas a nivel de especie. Tal como se lo señaló anteriormente, en el caso de la papa, las L2 no sólo atacan al sistema radical sino que también pueden infectar los tubérculos completando allí su ciclo de vida.

La presencia del nematodo en las raíces interfiere con su capacidad de absorción de agua y nutrientes; en caso de altas infecciones, la producción de la planta se ve limitada a una reducida cantidad de tubérculos de menor tamaño.

En el interior de los tubérculos, las larvas que han ingresado desde el suelo, llegan a hembras que, a su vez, generan las correspondientes masas de huevos. Al hacer un corte en una papa infectada, es posible observar en distintos niveles del tejido parenquimático (entre 2-10 mm de profundidad por debajo de la peridermis) puntos de color marrón oscuro (Fig. 7) que corresponden a las masas de huevos. Raramente los nematodos se ubican a mayores profundidades. En infestaciones severas se han observado alrededor de 50 hembras con sus respectivas masas de huevos por tubérculo (Doucet & Ponce de León, 1996).

FIGURA 7. Papa andina variedad Collareja mostrando los sitios de infección de *Meloidogyne* spp. (flechas). Barra de la escala: 1 cm.



En ocasiones, frente a una elevada infección, las papas pueden llegar a presentar un aspecto verrugoso. Como consecuencia de estas infecciones, la calidad del tubérculo disminuye, afectando su valor comercial debido a las agallas externas que los lleva a ser descartados para su comercialización y utilización en la industria (Chaves & Torres, 2001a). Sin embargo, en muchas oportunidades las papas contaminadas no manifiestan síntoma visible en su parte externa (Chaves & Torres, 1993), especialmente cuando se trata de tubérculos recientemente infestados.

Desde el punto de vista agronómico, la vinculación del nematodo con los tubérculos reviste la mayor importancia. Los huevos pueden conservar su viabilidad dentro de los tejidos durante varios meses en condiciones de almacenamiento. De esa manera, si la papa contaminada o parte de ella es utilizada como semilla en la campaña siguiente, o llega al suelo accidentalmente, los huevos eclosionarán liberando nuevas larvas infestantes que darán continuidad a otra generación del parásito (Doucet & Ponce de León, 1996). Esta estrecha relación con los tubérculos favorece la diseminación del nematodo a nuevas áreas (Vovlas *et al.*, 2005).

Análisis nematológicos efectuados en suelos de campos destinados al cultivo de papa en los valles andinos de Jujuy pusieron de manifiesto que *Meloidogyne* presentó una frecuencia de aparición del 73% de los lotes muestreados (Mondino *et al.*, 2006). Por otro lado, estudios recientes evidenciaron la presencia de *M. incognita* y *M. javanica* dentro de tubérculos de distintas variedades de papa andina provenientes de diferentes localidades de Salta y Jujuy. En algunas ocasiones las papas mostraron estar contaminadas por ambas especies simultáneamente (Tordable *et al.*, 2007) o junto con *Nacobbus aberrans* (Lax *et al.*, 2006).

Malezas

Malezas de la más diversa índole pueden constituir adecuados hospedadores para especies del género *Meloidogyne* (Doucet, 1992). En todas las estaciones climáticas se observan plantas de esta naturaleza que son buenos hospedadores para el nematodo, permitiéndole subsistir en ausencia de cultivos susceptibles o en presencia de vegetales no especialmente aptos para el parásito.

Razas

A pesar de la marcada polifagia que caracteriza a la mayoría de los representantes del género, es posible observar que determinadas poblaciones de una misma especie muestran distinto grado de agresividad según el vegetal al que parasitan. El desarrollo de un “test de hospedadores diferenciales” (Cuadro 1) permite discriminar entre las cuatro principales especies del género, así como razas dentro de *M. arenaria* y *M. incognita*. El método consiste en evaluar la capacidad de multiplicación de una población del nematodo sobre seis vegetales de determinados cultivares (Hartman & Sasser, 1985). Para *M. arenaria* y *M. incognita* han sido definidas dos y cuatro razas, respectivamente.

En la Argentina, por el momento, existe escasa información sobre las razas de las diferentes especies presentes. Sólo ha sido determinada en pocas poblaciones de *M. incognita*, habiéndose detectado las razas 1, 2 y 3, vinculadas con cultivos hortícolas, tabaco, maíz y soja (Taylor *et al.*, 1982; Ornaghi *et al.*, 1984; Silvestri *et al.*, 1985). Por su parte, para *M. arenaria*, ha sido señalada la presencia de la raza 2 (Taylor *et al.*, 1982; Silvestri *et al.*, 1985). El poder identificar a qué raza pertenece una población permite seleccionar aquellos cultivares que muestran cierto grado de resistencia.

CUADRO 1. Respuesta de los hospedadores diferenciales frente a las principales especies de *Meloidogyne* y sus razas.

<i>Meloidogyne</i> spp. / razas	Hospedadores diferenciales					
	Algodón	Tabaco	Pimiento	Sandía	Maní	Tomate
<i>M. arenaria</i>						
Raza 1	-	+	+	+	+	+
Raza 2	-	+	-	+	-	+
<i>M. hapla</i>						
	-	+	+	-	+	+
<i>M. incognita</i>						
Raza 1	-	-	+	+	-	+
Raza 2	-	+	+	+	-	+
Raza 3	+	-	+	+	-	+
Raza 4	+	+	+	+	-	+
<i>M. javanica</i>						
	+	+	-	+	-	+

(+) Hospedador susceptible; (-) hospedador resistente.

Cultivares (cv.) utilizados: algodón cv. Deltapine 16; tabaco cv. NC 95; pimiento cv. California Wonder; sandía cv. Charleston Grey; maní cv. Florunner; tomate cv. Rutgers.

Estimación de pérdidas

La incidencia económica de especies del género *Meloidogyne* en la agricultura argentina es insuficientemente conocida. Si bien se sabe de casos en los que ocasionan daños de consideración, se ignora el volumen de las pérdidas que acarrearán. La información existente es fragmentada y se relaciona con situaciones puntuales, limitadas a sectores restringidos en diferentes áreas del país. A pesar de que las estimaciones efectuadas son poco precisas, ponen en evidencia el impacto de estos nematodos sobre el agro.

En el caso de la soja, los problemas ocasionados por el género *Meloidogyne* fueron registrados durante la década de 1980 (Astorga *et al.*, 1984; March *et al.*, 1989), constatándose disminuciones de los rendimientos en Córdoba, Santa Fe y Tucumán (Fuentes *et al.*, 2006). En el área de Río Cuarto (Provincia de Córdoba) se han señalado pérdidas que oscilan entre el 10-30%, dependiendo de la especie del nematodo, su densidad de población en el suelo, la susceptibilidad del cultivar de soja y la intensidad del estrés por sequía a que está sometido el hospedador (Pérez & Corro Molas, 2003).

Para cultivos hortícolas del sudeste bonaerense ha sido indicado que las especies *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica* ocasionan importantes pérdidas (Chaves, 2004). Recientemente, en la localidad de Río Cuarto se ha detectado *M. incognita* atacando lechuga y apio en invernaderos (Doucet *et al.*, 2007). En cultivos bajo cubierta, los nematodos disponen durante todo el año de condiciones óptimas: alimento, temperatura y humedad necesarias para el desarrollo de su ciclo de vida, lo que les asegura la posibilidad de dar lugares a varias generaciones durante ese periodo.

En el caso del cultivo de papa en Buenos Aires se han estimado pérdidas en la producción del 5-10%, como consecuencia de la mala calidad de los tubérculos contaminados (Chaves & Torres, 2001b).

Modalidades de manejo

Una vez que estos nematodos están presentes en un suelo determinado, es muy difícil erradicarlos definitivamente. Cuentan con formas de resistencia (larvas infestantes y masas de huevos) que les permiten perdurar, aunque más no sea, en bajas densidades de población. De allí que el concepto de "control" deba ser reemplazado por el de "manejo". Se pretende convivir con el patógeno manteniendo sus densidades de población por debajo de valores que no pongan en riesgo la rentabilidad de la producción (Chaves, 2004).

Control químico

Entre las medidas adoptadas para reducir las poblaciones de *Meloidogyne* en el país fueron utilizados productos de síntesis química comúnmente conocidos como "nematicidas". Se trata de formulaciones de alta toxicidad (derivadas del bromo, cloro, fósforo y azufre), cuya acción es en realidad biocida; destruyen no solo algunas especies de nematodos sino también fauna y flora del suelo cuya peligrosidad no ha sido previamente demostrada. A ello, se agrega que son contaminantes del medio dada su acción residual pudiendo ocasionar daños en la salud humana y animal. Además, encarecen los costos de producción, requieren del empleo de maquinaria especializada para su aplicación y, generalmente, sólo reducen temporalmente la población del nematodo (Gilli *et al.*, 2000).

En el mercado se encuentran distintas marcas. Su utilización permite controlar nematodos que afectan cultivos a campo y bajo cubierta; sin embargo, no pueden ser aplicados en huertas orgánicas y/o urbanas (Chaves, 2004), debido a las características antes mencionadas.

Estos productos se emplearon en varias oportunidades en cultivos de: vid (Vega, 1978; Castellanos & del Toro, 1992), soja (March *et al.*, 1985; 1987), frutales (Vega & Gatica, 1970; 1972), tomate (Costilla, 1966; Vega & Gatica, 1968), entre otros. Evaluaciones hechas en dos campos de papa infectados naturalmente con *M. hapla* tratados con Nematicur, mostraron que no fue efectivo debido a que luego se encontraron tubérculos infectados (Chaves & Torres, 1996). El control de *Meloidogyne* spp. con productos de naturaleza sistémica (Aldicarb, Fenamifos, Carbofuran y Ethoprop) aplicados al suelo en cualquier

momento del cultivo y a diferentes dosis, no serían adecuados para disminuir la cantidad de tubérculos contaminados ni para incrementar la producción (Chaves & Torres, 2001b). En la mayoría de los casos la eficiencia de las aplicaciones fue relativa como consecuencia, quizás, de varios factores. Entre los principales, puede destacarse el hecho de no haber evaluado previamente el estado fisiológico de los nematodos y el tenor de humedad del suelo. Cabe recordar que si los nematodos no se encuentran fisiológicamente activos y los valores de humedad del medio no son los adecuados, resultan escasamente afectados. Además, el suelo es nuevamente recolonizado poco tiempo después de degradado el producto.

Con relación a nematodos instalados en tubérculos ha sido observado que su inmersión en solución de Fenamifos durante 5 minutos, reduce significativamente el nivel de infestación de las papas que se obtienen posteriormente (Chaves & Torres, 2001b).

Solarización-biofumigación

La solarización consiste en incrementar significativamente la temperatura del suelo mediante el uso de plásticos de distinto color y espesor que, colocados a cierta distancia del suelo, dan lugar al conocido “fenómeno invernadero”. Por su parte, la biofumigación resulta de incorporar al suelo residuos orgánicos (diferentes tipos de estiércol y restos de cultivos) cuya descomposición libera compuestos tóxicos para los nematodos y otros organismos. En pocas ocasiones estos métodos han sido utilizados en el país, dando lugar a resultados muy limitados.

En el INTA San Pedro se realizó un ensayo en parcelas con tomate contaminadas con *Meloidogyne* spp. y *Nacobbus aberrans*. Se evaluaron distintos tratamientos de suelo: a) solarización + estiércol de gallina ponedora, b) solarización + colza, c) solarización sin aporte de enmienda orgánica y c) testigo sin tratar. Finalizados los estudios se observó que los tres tratamientos difirieron significativamente con respecto al testigo en la cantidad de agallas (Mitidieri, 2006).

Control biológico

Se basa en la existencia de antagonistas naturales (de origen vegetal y animal) que, utilizados adecuadamente, contribuyen a eliminar nematodos perjudiciales para la agricultura. Entre esos antagonistas, la presencia de esporas de una bacteria del género *Pasteuria* ha sido recientemente detectada sobre larvas infestantes de *Meloidogyne* sp. en suelos cultivados con hortalizas (principalmente tomate y pimiento bajo invernadero) en la Estación Experimental de INTA Bella Vista (Gauna, 2006). La especie *P. penetrans* es empleada en otras partes del mundo como agente de control biológico de nematodos fitófagos.

Rotación de cultivos

La rotación representa uno de los métodos más eficientes para el control de estos patógenos. Consiste en alternar la siembra de plantas susceptibles y plantas que no representan buenos hospedadores (vegetales resistentes o que poseen cierto grado de resistencia al nematodo). Esto permite que la densidad de población del parásito en el suelo no se incremente.

Para esto, es necesario conocer la respuesta de los diferentes cultivares comerciales frente a la agresión de las distintas especies del género. A modo de ejemplo, se cita el caso del cultivo de soja en el país. Desde 1980, el INTA está a cargo de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO). Cada año se realizan estudios para evaluar el rendimiento, las características agronómicas y las modalidades con las que se desarrollan en diferentes regiones del país destinadas al cultivo (Baigorri *et al.*, 2000; 2004; Fuentes *et al.*, 2005). En el Cuadro 2 se indican cultivares de soja señalados como moderadamente resistentes frente al ataque de *Meloidogyne* spp.

Es necesario destacar que la utilización continuada de cultivares resistentes no es adecuada por cuanto puede favorecer la selección de aquellos nematodos que tengan la capacidad de multiplicarse sobre ese hospedador. De allí la importancia de alternar cultivos resistentes con susceptibles.

Para la mayoría de las especies del género, las gramíneas no representan buenos hospedadores. Es por ello que deben ser consideradas en los esquemas de rotación.

CUADRO 2. Cultivares de soja señalados como moderadamente resistentes a *Meloidogyne* sp. y *M. javanica* en Argentina.

Cultivares de soja	<i>Meloidogyne</i>	Referencia bibliográfica
A 3302 RG; A 3550 RG; ACA 480 GR; ALM 3530; Azul 35; Dalia 450; DM 3100; FN 3-60; NA 4209 RG; Nva. María 55	<i>Meloidogyne</i> sp.	Fuentes <i>et al.</i> , 2006
A 5409 RG; Mágica 7.3 RR; Nva. Mercedes 70 RR	<i>M. javanica</i>	Coronel, 2006

Prevención

Una adecuada estrategia para el manejo de problemas ocasionados por nematodos fitófagos, consiste en adoptar medidas preventivas. Así como para otros géneros y especies de nematodos del suelo, la presencia de *Meloidogyne* spp. en un campo (o en los tubérculos de papa) puede ser detectada mediante un adecuado análisis nematológico.

Analizar muestras de suelo antes de la siembra permitirá conocer la presencia (o ausencia) de los parásitos y estimar su densidad de población (Chaves, 2005). En el caso particular de la papa, será posible elegir o descartar lotes a ser destinados al cultivo, mientras que los estudios en tubérculos serán de utilidad para desechar la simiente infectada y poder certificar la producción de semilla (Chaves, 2005). La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimento, mediante la resolución 217/02, admite una tolerancia del 2,0 y 5,0 % de tubérculos afectados para las categorías registrada y certificada, respectivamente (Chaves, 2006). Dicha resolución resulta cuestionable dado el considerable potencial reproductivo que caracteriza a especies del género.

Debido a las prácticas culturales de los agricultores de la región andina, la diseminación de los nematodos se ve favorecida por el intercambio de tubérculos contaminados entre comunidades vecinas, generalmente a través de ferias agrícolas (Lax *et al.*, 2006).

Determinadas iniciativas de manejo tales como: eliminación de malezas, incorporación de enmiendas orgánicas, lavado de maquinaria agrícola y herramientas de trabajo, utilización de plantines y almácigos sanos son medidas eficaces para prevenir la infestación de un suelo libre de nematodos perjudiciales (Chaves, 2004). A estas medidas debe agregarse la necesidad de asegurar una sostenida tarea de extensión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorga, E.M., Ornaghi, J.A., March, G.J., Beviacqua, J.E. & Marcellino, J. (1984).** Estudios de difusión e incidencia de "nematodos" causantes de agalla, *Meloidogyne* spp. en cultivos de soja. *Oleico* 25, 45.
- Baigorri, H., Croatto, D., Piatti, F., Fossati, J., Bodrero, M., Macor, L., Gentili, O., Vicentini, R., Vallone, S., Gilli, J., Gabdan, L., Masiero, B., Salines, L., Fuentes, F., Lorenzo, N., Soldini, D. & Sponton, F. (2000).** Resultados de la red nacional de evaluación de cultivares de soja en la región pampeana norte Campaña 1997/2000. *Soja: resultados de ensayos de la campaña 1999/2000*. INTA: E.E. Marcos Juárez N° 63, 9-19.
- Baigorri, H., Robinet, H., Iriarte L., Galván, M., Lizondo, M., Erazú, L., Peterlin, O., Mondino, M., Cataldo, F., Puig, O., Savosky, C., Cettour, I., Gardiol, M., Ortiz, R., Ibarra Zamudio, W., Zini, E., Mendez, M., Morel, F., Parra, R., Piatti, F., Villar, J., Bodrero, M., Gentili, O., Vicentini, R., Peltzer, H., De Batista, J.J., Arias, N., Gutheim, F., Tomasso, J.C., Mirason, H., Piersanti, M., Greco, C., Masci, C., Mazzei, M., De Dios, M., Bodega, J., Pereira Iraola, M., Barberis, S., Belloso, C., Masiero, B., Vallone, S., Gilli, J., Gadban, L. & Fitomejoradores. (2004).** Resultados de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja en la Región Pampeana Norte y Pampeana Sur. Campañas 2001/2002 a 2003/2004. *Soja: Actualizaciones 2004*. Información para Extensión N° 89. Ediciones INTA, EEA Marcos Juárez, 1-19.
- Baigorri, H.E.J. (2005).** Criterios para la elección y el manejo de cultivares de soja en la región pampeana sur. <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=3460&publi=40&idSec=6&id2=3464>.
- Carneiro, R.M.D.G., Almeida, M.R. A. & Quénéhervé, P. (2000).** Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. *Nematology* 2, 645-654.
- Castellanos, S.J. & del Toro, M.S. (1992).** Control químico de *Meloidogyne* spp. en viñedos establecidos de la provincia de Mendoza, Argentina. XXIV Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos. 27 de Abril-1 de Mayo. Islas Canarias, España, 19.
- Chaves, E.J. (2004).** Nematodos en cultivos hortícolas del sudeste bonaerense. Seminario de Avances en la sustitución/eliminación del Bromuro de metilo en la desinfección de suelos y sustratos. www.inta.gov.ar/tierrasana/actividad/nematodos.htm.
- Chaves, E.J. (2005).** Los nematodos y la producción de papa. <http://www.elsitioagrigola.com/gacetillas/balcarce/bl2005gacetillas/20051018nematodos.asp>.
- Chaves, E.J. (2006).** El laboratorio de Nematología y la producción de papa semilla. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/propapa/actpap/16/LaboratorioNematologia.htm>.

- Chaves, E. & Torres, M. (1993).** Nematodos parásitos de la papa del sudeste bonaerense. *Boletín Técnico* N° 115, EEA Balcarce, Argentina, 21 p.
- Chaves, E. & Torres, M. (2001a).** Nematodos parásitos de la papa en regiones productoras de papa semilla en la Argentina. <http://www.argenpapa.com.ar/default.asp?id=196>.
- Chaves, E. & Torres, M. (2001b).** Nematodos parásitos de la papa en regiones productoras de papa semilla en la Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 21, 245-259.
- Coronel, N.B. (2006).** Nematodos asociados al cultivo de soja en el Noroeste argentino. En: *Producción de soja en el Noroeste argentino*. Devani, M.E., Ledesma, F., Lenis, J.M & Ploper, L.D. (eds). Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Tucumán, Argentina, 121-127.
- Costilla, M.A. (1966).** Ensayo de control del nematodo de la agalla de la raíz en almácigos de tomate. *Boletín* N° 100, Estación Experimental Agrícola de Tucumán, 8 p.
- Doering, A. (1891).** Viticultura en Córdoba. *Boletín del Departamento Nacional de Agricultura* 15, 381.
- Doucet, M.E. (1992).** Asociaciones entre nematodos fitófagos y malezas en la República Argentina. *Agriscientia* 9, 103-112.
- Doucet, M.E. (1993).** Consideraciones acerca del género *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Nemata: Tylenchida) y su situación en Argentina. Asociaciones y distribución. *Agriscientia* 9, 63-80.
- Doucet, M.E. (1999).** *Nematodos del suelo asociados con vegetales de la República Argentina*. Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria N° 24, 259 p.
- Doucet, M.E., Lax, P. & Ramos, D. (2007).** Análisis nematológicos en cultivos hortícolas de la localidad de Río Cuarto, provincia de Córdoba. Publicación científica electrónica del VI Encuentro Nacional Científico Técnico de Biología de suelo; VI Encuentro sobre fijación biológica de nitrógeno. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, 9 p.
- Doucet, M.E. & Pinochet, J. (1992).** Occurrence of *Meloidogyne* spp. in Argentina. *Journal of Nematology* 24, 765-770.
- Doucet, M.E. & Ponce de León, E.L. de (1996).** *Meloidogyne* spp. (Nemata): una seria amenaza para la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Investigación Agropecuaria* 26, 45-51.
- Doucet, M. E., Ponce de León, E.L. de, Tordable, M.C., Azpilicueta, C. & Maero, E. (1997).** Asociación entre *Meloidogyne incognita* y alfalfa en Neuquén, Argentina. *Nematologia Mediterranea* 25, 121-124.
- Fuentes, F.H., Robinet, H., Iriarte L., Galván, M., Lizondo, M., Erazú, L., Mondino, M., Savosky, C., Cettour, I., Ocampo, E., Mendez, M., Morel, F., Parra, R., Piatti, F., Villar, J., Bodrero, M., Gentili, O., Santos, D., Vicentini, R., Peltzer, H., De Battista, J.J., Arias, N., Tomaso, J.C., Mirason, H., Piersanti, M., Dolinkue, J., Greco, J., Masci, C., Mazzei, M., De Dios, M., Barberis, S., Catalani, H., Masiero, B., Vallone, S., Gilli, J., Salines, L., Soldini, D., Lenzi, L., Gadban, L. & Fitomejoradores de criaderos. (2005).** Resultados de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja en la Región Norte, Pampeana Norte y Pampeana Sur. Campañas 2002/2003 a 2004/05. Soja: Actualización

2005. Información para Extensión N° 97. Ediciones INTA, EEA Marcos Juárez, 1-29.
- Fuentes, F., Salines, L., Distéfano, S., Gilli, J. & Mazzini, P. (2006).** Evaluación de cultivares de soja frente al nematodo de la agalla. Soja: Actualización 2006. Informe de Actualización Técnica N° 3. Ediciones INTA, EEA Marcos Juárez, 11-14.
- Gauna, P. (2006).** *Pasteuria* sp. Bacteria antagónica de *Meloidogyne* sp. <http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/hortalizas/pasteuria.htm>.
- Gilli, J., Gadbán, L., Baigorri, H., Croatto, D., Piatti, F. & Guerra, G. (2000).** Resultados de ensayos de la Campaña 99/2000. Información para Extensión N° 63. INTA Marcos Juárez, 47-53.
- Hartman, K.M. & Sasser, J.N. (1985).** Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. En: *An advanced treatise on Meloidogyne. Volume II: Methodology*. Barker, K.R., Carter, C.C. & Sasser, J.N. (eds.). North Carolina State University Graphics, Raleigh, USA, 69-77.
- Huergo, J.M. (1902).** Enfermedad radicular del tomate. *Boletín del Ministerio de Agricultura* 42, 1040-1059.
- Hussey, R.S. & Janssen, G.J.W. (2002).** Root-knot nematodes: *Meloidogyne* Species. En: *Plant resistance to parasitic nematodes*. Starr, J.L., Cook, R. & Bridge, J. (eds). CABI Bioscience, Egham, UK, 43-70.
- Lax, P. & Doucet, M.E. (2006).** Nuevos datos de nematodos fitófagos relacionados con raíces de soja en dos localidades de la provincia de Córdoba. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, 28-30 de Junio. Catamarca, Argentina, 159-160.
- Lax, P., Doucet, M.E., Gallardo, C., Muruaga de L'Argentier, S. & Vilte, H. (2006).** Plant-parasitic nematodes detected in Andean tubers from Argentina and Bolivia. *Nematologia Brasileira* 30, 195-201.
- March, G.J., García, J., Ornaghi, J.A. & Beviacqua, J.E. (1989).** Incidencia, severidad y disminución de la producción en soja *Glycine max* Merr. ocasionada por nematodos causantes de agallas *Meloidogyne* spp. XXI Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos. 6-10 de Noviembre. Tucumán, Argentina, 42.
- March, G.J., Ornaghi, J.A. & Beviacqua, J.E. (1987).** Control químico de nematodos causantes de agallas (*Meloidogyne* spp.) en soja (*Glycine max* L.) Merrill. II Jornadas Científico-Técnicas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Córdoba, Argentina, 71.
- March, G.J., Ornaghi, J.A., Beviacqua, J.E., Astorga, E.M., Lopez, A.B., Boito, G.T. & Marcellino, J. (1985).** Efectos de la aplicación de carbofuran en soja para el control del «nematodo de la agalla» *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. *Gaceta Agronómica* 5, 424-435.
- Mitidieri, M. (2006).** La biofumigación en el marco del manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas. http://www.infofrut.com.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=158&Itemid=91.
- Mondino, E.A., Chaves, E.J. & Clausen, A.M. (2006).** Distribution of nematodes in potato fields soil in Andean Valleys of Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 26, 141-148.

- Ornaghi, J.A., Boito, G.T. & Lopez, A.B. (1984).** Identificación de especies y razas de diferentes poblaciones de *Meloidogyne* en cultivos de soja en el Dto. Río Cuarto. *Oleico* 25, 45.
- Perez Fernandez, J. & Corro Molas, A. (2003).** Soja: nematodo de la agalla en La Pampa. <http://www.inta.gov.ar/anguil/info/boletines/bol77/cap17.pdf>.
- Prot, J.C. (1980).** Migration of plant-parasitic nematodes towards plant roots. *Revue de Nématologie* 3, 305-318.
- Rossi, R.L. (2006).** Impactos recientes de la soja en Argentina. III Congreso de Soja del Mercosur. 27-30 de Junio. Rosario, Argentina, 115-118.
- Rosso, L., Doucet, M.E. & Lorenzo, E. (2001).** Relaciones hospedador-nematodos entre dos cultivos hortícolas y poblaciones del género *Meloidogyne* en Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 66, 99-107.
- Sasser, J.N. (1989).** Plant parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy. University Graphics, North Carolina State University, Raleigh, 115 p.
- Silvestri, L., Sisler, G.M. de & Roán, J. (1985).** Identification of plant parasitic nematodes on horticultural crops in La Plata (Argentina). *International Nematology Network Newsletter* 2, 4-7.
- Taylor, A.L. & Sasser, J.N. (1978).** *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Coop. Publ. Dep. Plant Pathol., North Carolina State Univ. and U. S. Agency Int. Dev. Raleigh, N. C., 111 p.
- Taylor, A.L., Sasser, J.N. & Nelson, L.A. (1982).** Relationship of climate and soil characteristics to geographical distribution of *Meloidogyne* species in agricultural soils. North Carolina State University Graphics, USA, 65 p.
- Tordable, M.C., Lax, P. & Doucet, M.E. (2007).** Análisis histopatológico de tubérculos de dos variedades de papa andina (*Solanum tuberosum* subsp. *andigenum*) infectadas por especies del género *Meloidogyne*. XXXIX Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos. 29 de Octubre-2 de Noviembre. Córdoba, Argentina, 109.
- Triantaphyllou, A.C. (1985).** Cytogenetics, cytotaxonomy and phylogeny of root-knot nematodes. En: *An advanced treatise on Meloidogyne. Vol. 1. Biology and Control*. Sasser, J.N. & Carter, C.C. (eds.). North Carolina State University Graphics, USA, 422 p.
- Vega, E. (1978).** Replantation des vignobles et desinfection des sols en Argentine. *Bulletin de l'O.I.V.* 51, 250-262.
- Vega, E. & Gatica, J.C. (1968).** Variedad de tomate resistente a *Meloidogyne incognita* y control químico del parásito. *IDIA* 245, 60-64.
- Vega, E. & Gatica, J.C. (1970).** Nematodes en vivero de frutales, importancia y posibilidades de su control. *IDIA* 276, 18-30.
- Vega, E. & Gatica, J.C. (1972).** Ensayo de control químico de nematodos y fertilización en vivero de durazneros. *IDIA* 290, 9-14.
- Vovlas, N., Mifsud, D., Landa, B. B. & Castillo, P. (2006).** Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on potato *Plant Patholog* 54, 657-664.