



NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN EL CULTIVO DE LA SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Norma B. Coronel*, Mario R. Devani***, Gerardo A. Gastaminza**, José R. Sánchez***

► Introducción

El cultivo de soja puede ser afectado por diversos patógenos, entre los cuales se encuentran los nematodos fitoparásitos; estos organismos causan alteraciones en las raíces atacadas, afectando la normal absorción de agua y nutrientes y provocando una reducción de los rendimientos. Entre los nematodos más perjudiciales para la soja figuran el nematodo del quiste de la soja (*Heterodera glycines*) y el nematodo de la agalla (*Meloidogyne spp.*). En la Argentina fueron citados diversos géneros de nematodos fitoparásitos en zonas productoras de soja, destacándose los del quiste de la soja y de la agalla por las pérdidas que ambos ocasionan al cultivo. En Brasil se destacan *Heterodera glycines*, *Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus brachyurus* y el *Rotylenchulus reniformis*, que producen importantes daños (Dias *et al.*, 2010). *Pratylenchus brachyurus*, considerado un patógeno secundario, se ha convertido recientemente en uno de los principales problemas de esta oleaginosa en este país. Otros nematodos, como *Helicotylenchus dihystera*, *Scutellonema brachyurum* y *Tubixaba tuxaua*, son considerados como potenciales patógenos de la soja, encontrándose en altas densidades poblacionales y con una amplia distribución en Brasil. La aparición de estas nuevas especies como plagas de la soja estaría relacionada al uso intensivo de las tierras agrícolas (Machado, 2014).

En la Argentina, el nemátodo *Helicotylenchus* -de amplia dispersión- se encuentra asociado a la soja y el maíz, y en las últimas campañas se encontraron elevadas poblaciones de este género afectando cultivos en Tucumán, Santa Fe y Córdoba. Esta situación estaría relacionada con el uso de cultivares muy susceptibles a esos nematodos, o bien a cambios en el medio ambiente, como el calentamiento global (Doucet *et al.*, 2015).

Al alimentarse, los nematodos reducen el crecimiento de las raíces, el vigor y la resistencia natural de las plantas a otros patógenos, e inducen la formación de lesiones, agallas y otras deformaciones. Los síntomas van desde daños apenas visibles hasta una marcada reducción de los rendimientos. Si las poblaciones son muy bajas puede haber ausencia de síntomas visibles. En lotes muy infestados pueden observarse manchones con plantas cloróticas de crecimiento reducido y con tendencia a

la marchitez en las horas de mayor insolación (Noel and Edwards, 1993). Un examen de las raíces y suelo en el laboratorio permite determinar la presencia de estos organismos.


Las principales estrategias de control de nematodos para minimizar las pérdidas de rendimiento incluyen la rotación con cultivos no hospederos y el uso de variedades resistentes. Otra medida de control, aunque menos difundida, es el uso de curasemillas. La prevención de la infestación debe ser realizada a través de la limpieza de máquinas, herramientas y calzado y uso de semillas sin partículas de suelo. La siembra directa contribuye a reducir la diseminación de estas plagas.

En este trabajo se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en la campaña 2014/2015.

► Comportamiento de cultivares de soja Bt frente a los principales nematodos plagas de la soja

Recientemente fueron liberados al mercado cultivares de soja Bt para control de lepidópteros. La respuesta de estas nuevas variedades frente a nematodos fitoparásitos es poco conocida. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la reacción de genotipos de soja Bt a nematodos fitoparásitos en condiciones de invernáculo. Plántulas de 17 variedades de soja Bt fueron inoculadas en ensayos individuales, con huevos y juveniles de *Heterodera glycines* raza 6 (HG Type 5.7), *H. glycines* raza 5 (HG Type 2.5.7) y 12 variedades con huevos y juveniles de *Meloidogyne javanica*. Las plantas fueron evaluadas treinta días después de la inoculación de los nematodos; se calculó el índice de hembras (IH) para los estudios con el nematodo del quiste, y el índice de masa de huevos (IMH) en el caso del nematodo de la agalla. La respuesta de las variedades al nematodo del quiste se realizó en base a la escala de Schmitt & Shannon, 1992; y la reacción al nematodo de la agalla se determinó empleando la escala de Hadisoenganda & Sasser, 1982. La reacción de estas variedades se muestra en la **Tabla 1**. Todas las variedades evaluadas se comportaron como susceptibles a *H. glycines* raza 6 (HG Type 5.7) y a *M. javanica*, ya que presentaron IH superiores al 60% e IMH iguales a 5. Los cultivares DM 5958 IPRO y NS 6909 IPRO fueron moderadamente susceptibles a *H. glycines* raza 5 (HG Type 2.5.7) al presentar IH inferiores a 60%; el resto de los

*Sección Zoología Agrícola, EEAOC; ** Sección Zoología Agrícola, EEAOC-ITANOA-CONICET; ***Sección Granos, EEAOC. Email: zoologia@eeao.org.ar



cultivares fueron susceptibles a esta raza del nematodo del quiste. Las variedades DM 5958 IPRO, DM 7870 IPRO, NS 6419 IPRO, NS 7209 IPRO y NS 7300 IPRO se comportaron como susceptibles a *M. javanica* en un estudio anterior (Coronel *et al.*, 2014), por lo que no fueron evaluadas en este ensayo.

► **Reacción de variedades de soja RR1 frente al ataque del nematodo del quiste de la soja**

Se evaluó la reacción de cultivares comerciales de soja frente a dos razas de *H. glycines*, una clasificada como raza 6 (HG Type 5.7) y otra como raza 5 (HG Type 2.5.7). Las plantas fueron evaluadas treinta días después de la inoculación de los nematodos y se calculó el IH. La reacción de las variedades a las razas del nematodo del quiste se realizó en base a la escala de Schmitt & Shannon, 1992. Los resultados pueden observarse en las **Tablas 2 y 3**. Todos los cultivares evaluados se comportaron como susceptibles a las dos razas del nematodo, con índices de hembras superiores a 60% a excepción de la variedad Biosoja 6.50 RR la cual fue moderadamente susceptible a la raza 6 (HG Type 5.7).

► **Evaluación de cultivares de soja RR1 frente al ataque del nematodo de la agalla**

Se evaluaron bajo condiciones de invernáculo cultivares de soja frente a una población de *Meloidogyne javanica*. El grado de resistencia o susceptibilidad de los cultivares se determinó en base al IMH mediante la escala de Hadisoenganda & Sasser (1982). Los resultados pueden observarse en la **Tabla 4**. Todos los cultivares evaluados se comportaron como susceptibles al nematodo de la agalla (IMH 4,5 a 5,0).

► **Efecto del cultivo de maíz sobre el nematodo de la agalla**

La rotación con maíz es una de las principales prácticas de control para reducir las densidades poblacionales del nematodo de la agalla. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de dos variedades comerciales de maíz sobre una población de *M. javanica*. El ensayo se desarrolló bajo condiciones de invernáculo con suelo naturalmente infestado con *M. javanica* y otros nematodos como *Pratylenchus sp.*, cuyas poblaciones iniciales se determinaron al inicio del ensayo. Se evaluaron los cultivares

de maíz Syn138 Vip3 y Dow 2k562Hx; el cultivar de soja NS 7300 IPRO se empleó como cultivo susceptible. La evaluación se realizó noventa días posteriores a la emergencia de las plantas; se determinaron las poblaciones finales de nematodos en suelo y raíces para el cálculo del factor de reproducción (FR). Un FR mayor a 1 representa un incremento de la población; inferior a 1, reducción de la población. Los resultados se muestran en la **Tabla 5**. Los dos cultivares de maíz fueron resistentes a *M. javanica*, ya que presentaron FR inferiores a 1. La variedad de soja evaluada se comportó como un excelente hospedero de este nematodo, ya que presentó un FR superior a 1. Los dos cultivares de maíz y el cultivar de soja fueron susceptibles a la población de *Pratylenchus* estudiada. Por otro lado, en evaluaciones realizadas a campo se determinó el efecto de cultivo de maíz sobre poblaciones de campo de *Meloidogyne*. Las evaluaciones se realizaron en las localidades de La Virginia, Las Cejas y La Cocha, en lotes infestados con *Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp.* y *Helicotylenchus sp.* Se determinaron las densidades poblacionales de los nematodos en suelo en lotes cultivados con soja y que posteriormente fueron sembrados con maíz. En la **Figura 1** se pueden observar las densidades poblacionales de nematodos en soja y en maíz. En las tres localidades, el cultivo de maíz redujo las densidades poblacionales del nematodo de la agalla y las de *Helicotylenchus*. En cambio, las densidades poblacionales de *Pratylenchus* se mantuvieron estables en La Virginia y aumentaron levemente en La Cocha y Las Cejas con el cultivo de maíz. El maíz es una buena alternativa que puede emplearse en rotación para reducir las densidades poblacionales del nematodo de agalla en lotes de soja.

► Consideraciones finales

La mayoría de los cultivares de soja Bt evaluados se comportaron como susceptibles a dos razas de *H. glycines* y a *M. javanica*. Estas variedades de soja son excelentes hospederas de estos nematodos, por lo que esta situación debe considerarse en lotes con presencia de estos nematodos fitófagos. Todos los cultivares RR1 evaluados también presentaron reacción de susceptibilidad a estos nematodos.

En condiciones de invernáculo, los cultivares de maíz Syn138 Vip3 y Dow 2k562Hx redujeron las poblaciones de *M. javanica* y pueden emplearse en rotación en lotes con presencia de esta especie. En condiciones de campo, el cultivo de maíz también controló las poblaciones de este nematodo patógeno.

Debido al surgimiento de problemas relacionados a nematodos fitoparásitos que eran de importancia secundaria en cultivo de soja, se deberán realizar diferentes estudios tendientes a determinar la real incidencia de estos nematodos en este cultivo.

Bibliografía citada

Coronel, N. B.; M. R. Devani; J. R. Sánchez y F. Ledesma. 2014. Nematodos parásitos de la soja en el Noroeste Argentino. En: Devani, M. R.; F. Ledesma y J.R. Sánchez (eds), El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino, Campaña 2013/2014. Publ. Espec. EEAOC (50): 165-168

Dias, W. P.; A. Garcia; J. F. V. Silva e G. E. S. Carneiro. 2010. Nematóides em soja: identificação e controle. Circular técnica 76. Embrapa Londrina.

Doucet, M. E.; N. Coronel; E. Del Valle, A. P. Wiemer; J. García y P. Lax. 2015. Nematodos fito-parásitos "emergentes" en diversos cultivos de Argentina. XXXII Congresso Brasileiro de Nematología, Londrina, Abstract: 22-24

Hadisoenganda, W. W. and J. N. Sasser. 1982. Resistance on tomato, bean, southern pea, and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. Plant Dis. 66 (2): 145-150.

Machado, Z. C. A. 2014. Current nematode threats to Brazilian agriculture. Current Agricultural Science and Technology 20 (2014) 26-35. <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST>.

Noel, G. R. and D. I. Edwards. 1993. Nematode diseases. En: Sinclair, J. B. and P.A. Backman (ed.). Compendium of soybean diseases. 3 ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, Minnesota, USA. pp. 63-72.

Schmitt, D. P. and G. Shannon. 1992. Differentiating soybean responses to Heterodera glycines races. Crop Science 32: 275-277.

TABLA 1 Índice de hembras, índice masas de huevos y reacción de soja Bt al nematodo del quiste, *Heterodera glycines* y al nematodo de la agalla, *Meloidogyne javanica* en la provincia de Tucumán, durante la campaña 2014-2015.

Cultivar	Semillero	<i>H. glycines</i> raza 6 (HG Type 5.7)		<i>H. glycines</i> raza 5 (HG Type 2.5.7)		<i>M. javanica</i>	
		IH	Reacción	IH	Reacción	IMH	Reacción
DM 5958 IPRO	Don Mario	149,3	S	58,7	MS	-	-
DM 6262 IPRO	Don Mario	157,3	S	88,8	S	5	S
DM 6563 IPRO	Don Mario	114,6	S	89,3	S	5	S
DM 7870 IPRO	Don Mario	112,3	S	82,9	S	-	-
DM 7976 IPRO	Don Mario	175,8	S	81,6	S	5	S
DM 80 IPRO	Don Mario	133,5	S	63,9	S	5	S
Ho 6110 IPRO	Horus	93,1	S	77,1	S	5	S
Ho 6997 IPRO	Horus	60,1	S	72,5	S	5	S
Ho 7510 IPRO	Horus	138,3	S	76,8	S	5	S
M 6210 INTACTA	Monsanto	133,1	S	70,7	S	5	S
M 6211 INTACTA	Monsanto	129,2	S	82,9	S	5	S
M 6410 INTACTA	Monsanto	142,9	S	88,8	S	5	S
NS 5419 IPRO	Nidera	140,2	S	87,6	S	5	S
NS 6419 IPRO	Nidera	110,4	S	79,6	S	-	-
NS 6909 IPRO	Nidera	108,6	S	59,9	S	5	S
NS 7209 IPRO	Nidera	125,3	S	85,0	S	-	-
NS 7300 IPRO	Nidera	176,4	S	74,0	S	-	-

IH= índice de hembras; IH= (número medio de hembras en cultivar a evaluar/ número medio de hembras en cultivar susceptible) x 100.

Escala de Schmitt & Shannon basada en el índice de hembras (1992)

IH= 0-9 %, R (resistente); IH= 10-30%, MR (moderadamente resistente); IH= 31-60%, MS (moderadamente susceptible) y IH>60%, S (susceptible).

IMH= índice de masas de huevos; S= susceptible

Índice de masa de huevos, índice de agallas (Taylor & Sasser, 1978)

0= sin agallas o masas de huevos; 1= 1-2 agallas o masas de huevos; 2= 3-10 agallas o masas de huevos; 3= 11-30 agallas o masas de huevos; 4= 31-100 agallas o masas de huevos; 5= +100 agallas o masas de huevos

Escala de Hadisoenganda & Sasser basada en el índice de masas de huevos (1982)

IMH=4,1-5,0 Susceptible(S); IMH= 3,6-4,0 Levemente resistente (LR); IMH=3,1-3,5 Moderadamente resistente (MR); IMH=1,1-3,0 Muy resistente (MYR); IMH=0,0-1,0 Altamente resistente (AR)

TABLA 2 Índice de hembras y reacción de variedades de soja al nematodo del quiste (*Heterodera glycines*) raza 6 (HG Type 5.7) en la provincia de Tucumán, durante la campaña 2014-2015

Cultivar	Semillero	IH	Reacción
Biosoja 5.40 RR	Biosoja	135,3	S
Biosoja 6.50 RR	Biosoja	53,6	MS
Biosoja 8.40 RR	Biosoja	87,5	S
DM 6.2 RR	Don Mario	90,0	S
NS 6248 RG	Nidera	80,7	S
NS 6448 RG	Nidera	114,8	S
NS 6483 RG	Nidera	99,7	S
NS 7483 RG	Nidera	93,4	S
NS 7709 RG	Nidera	148,3	S

IH= índice de hembras; IH= (número medio de hembras en cultivar a evaluar/ número medio de hembras en cultivar susceptible) x 100.

Escala de Schmitt & Shannon basada en el índice de hembras (1992)

IH= 0-9 %, R (resistente); IH= 10-30%, MR (moderadamente resistente); IH= 31-60%, MS (moderadamente susceptible) y IH>60%, S (susceptible).

TABLA 3 Índice de hembras y reacción de variedades de soja al nematodo del quiste (*Heterodera glycines*) raza 5 (HG Type 2.5.7) en la provincia de Tucumán, durante la campaña 2014-2015

Cultivar	Semillero	IH	Reacción
Biosoja 5.40 RR	Biosoja	107,7	S
DM 6.2 RR	Don Mario	100,6	S
LDC 5.9 RR	LDC	111,4	S
LDC 6.9 RR	LDC	127,4	S
LDC 8.5 RR	LDC	73,1	S
NS 6248 RG	Nidera	64,5	S
NS 6448 RG	Nidera	146,8	S
NS 7483 RG	Nidera	76,8	S
NS 7709 RG	Nidera	99,5	S
RA 844 RR	Santa Rosa	74,5	S

IH= índice de hembras; IH= (número medio de hembras en cultivar a evaluar/ número medio de hembras en cultivar susceptible) x 100.

Escala de Schmitt & Shannon basada en el índice de hembras (1992)

IH= 0-9 %, R (resistente); IH= 10-30%, MR (moderadamente resistente); IH= 31-60%, MS (moderadamente susceptible) y IH>60%, S (susceptible).

TABLA 4 Índice de masa de huevos y reacción de variedades de soja al nematodo de la agalla (*Meloidogyne javanica*) en la provincia de Tucumán, durante la campaña 2014-2015

Cultivar	Semillero	IMH	Reacción
Biosoja 5.40 RR	Biosoja	5	S
DM 6.2 RR	Don Mario	4,5	S
LDC 5.9 RR	LDC	5	S
LDC 7,4 I	LDC	5	S
LDC 8.5 RR	LDC	5	S
NS 6248 RG	Nidera	5	S
NS 7483 RG	Nidera	5	S
NS 7709 RG	Nidera	5	S
NS 844 RR	Santa Rosa	5	S

IMH= índice de masas de huevos; S= susceptible

Índice de masa de huevos, índice de agallas (Taylor & Sasser, 1978)

0= sin agallas o masas de huevos; 1= 1-2 agallas o masas de huevos; 2= 3-10 agallas o masas de huevos; 3= 11-30 agallas o masas de huevos; 4= 31-100 agallas o masas de huevos; 5= +100 agallas o masas de huevos

Escala de Hadisoenganda & Sasser basada en el índice de masas de huevos (1982)

IMH=4,1-5,0 Susceptible(S); IMH= 3,6-4,0 Levemente resistente (LR); IMH=3,1-3,5 Moderadamente resistente (MR); IMH=1,1-3,0 Muy resistente (MYR); IMH=0,0-1,0 Altamente resistente (AR)

TABLA 5 Factor de reproducción de *Meloidogyne javanica* y *Pratylenchus* sp. en maíz y soja, en la provincia de Tucumán, durante la campaña 2014-2015

Cultivo	FR	
	Mj	Pr
Maíz Syn138Viptera	0,1	495
Maíz Dow 2k562HX	0,2	200
Soja NS 7300 IPRO	91,6	35

Mj= *Meloidogyne*; Pr= *Pratylenchus*

Figura 1

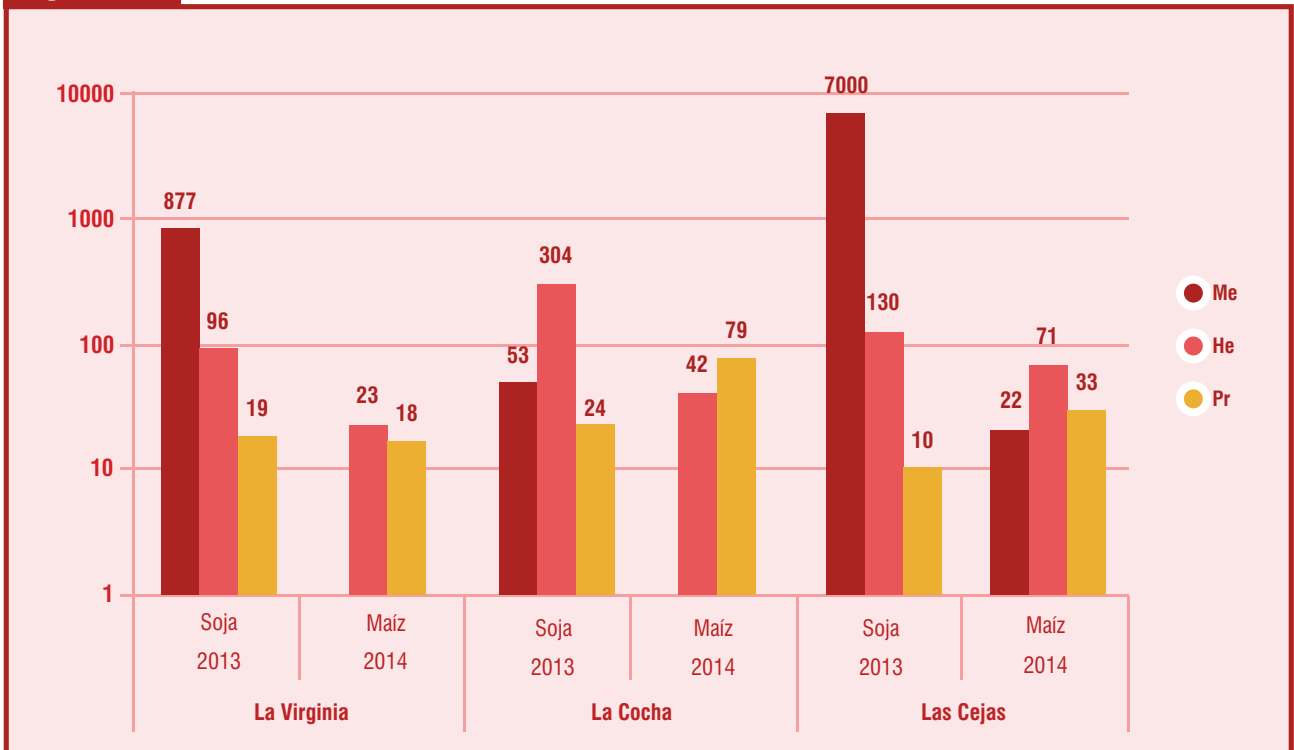


Figura 1. Densidades poblacionales de *Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp.*, y *Helicotylenchus sp.* (nº indiv./100 cm³ de suelo) en lotes con soja y maíz en tres localidades de Tucumán durante los años 2013 y 2014.

Me= *Meloidogyne*; He= *Helicotylenchus*; Pr= *Pratylenchus*