

PATOGENICIDAD DEL NEMATODO AGALLADOR, *MELOIDOGYNE INCOGNITA* EN *VIGNA UNGUICULATA*

R. Crozzoli,¹ N. Greco,² Audrey Suarez³ y D. Rivas¹

Instituto de Zoología Agrícola,¹ Instituto de Química y Tecnología,³ Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4579, Maracay, Venezuela e Istituto di Nematologia Agraria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia.²

ABSTRACT

Crozzoli R., N. Greco, Audrey Suárez, and D. Rivas. 1998. Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* to *Vigna unguiculata*. *Nematopica* 29:99-103.

Screenhouse experiments were conducted in 3 L pots to investigate the relationship between a range of population densities (0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, and 32 eggs and second stage juveniles/cm³ soil) of *Meloidogyne incognita* race 1 and yield of a resistant cultivar (Ojito Negro) of *Vigna unguiculata*. Seinhorst's yield-loss model was fitted to yield data, and confirmed that this cowpea cultivar is only slightly affected by *M. incognita*. Cultivar Ojito Negro tolerates up to 0.74 J2 + egg of *M. incognita*/cm³ soil and at the highest population density, seed weight and dry aerial weight, were reduced only 20% and 10%, respectively. Numbers of *M. incognita* increased in soil infested with initial population densities up to 6 J2+eggs/cm³ soil, and remained at same level at larger initial population densities. Nematode reproduction rates were inversely related to the initial population densities. Data for initial and final nematode densities were well fit by Seinhorst's model of population growth, assuming a maximum reproduction rate of 1.6, equilibrium density of 3 J2 + eggs/cm³ soil, and maximum potential nematode populations of 6 J2+eggs/cm³ soil.

Key words: *Meloidogyne incognita*, nematode reproduction, pathogenicity, root-knot nematode, tolerance limit, *Vigna unguiculata*, yield losses.

El frijol, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. es una de las leguminosas más cultivadas mundialmente, debido a que puede ser consumida tanto como grano seco o como legumbre fresca; además, puede ser congelada y envasada. Desafortunadamente muchos parásitos afectan al rendimiento de este cultivo y entre ellos, los nematodos agalladores *Meloidogyne* spp., juegan un papel muy importante en zonas con suelo arenoso y clima cálido (Sikora y Greco, 1990). En Venezuela, el frijol es también importante, sembrándose distintos cultivares en las mayorías de los estados donde los nematodos agalladores están muy difundidos y causan daño (datos no publicados).

El uso de cultivares resistentes es la manera más simple, eficaz y económica de controlar a estos nematodos (Wyatt *et al.*, 1980). Investigaciones en distintos países, han demostrado que existen muchos culti-

vars y líneas de frijol resistentes a los nematodos agalladores (Hadisoeganda y Sasser, 1982; Thakar y Patel, 1985; Singh y Reddy, 1986; Kirkpatrick y Morelock, 1987; Patel *et al.*, 1990; Selvaraj y Subramaniyan, 1990; Lehman y Cochran, 1991). Otros estudios han explicado el tipo de resistencia y heredabilidad (Jain y Bhatti, 1986; Fery *et al.*, 1994). La resistencia a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood es controlada por un par de genes dominantes (Hare, 1959). Esto ha estimulado programas de mejoramiento genético para lograr cultivares de frijol resistentes a los nematodos agalladores (Fery y Dukes, 1988, 1992, 1996; Hare y Thompson, 1988; Helms *et al.*, 1991; Miller y Scheuring, 1994). Sin embargo, estos cultivares no son resistentes a todas las especies y razas de nematodos agalladores y es importante señalar que algunos son muy resistentes mientras que otros son parcial-

mente resistentes. Por lo tanto, es indispensable conocer la raza del nematodo, si el nivel poblacional en el suelo es o no capaz de ocasionar daño, la magnitud de éste y la disminución poblacional del nematodo al sembrar un cultivar resistente. Para lograr estas informaciones, es básico conocer la relación entre distintos niveles poblacionales de los nematodos en el suelo y el rendimiento del cultivo huésped.

Desafortunadamente, dichas informaciones, con relación a los nematodos agalladores en frijol, no están disponibles para Venezuela. Por lo tanto, se realizó este ensayo, con la finalidad de: i) relacionar distintos niveles poblacionales de *M. incognita* raza 1 (Kofoid y White) Chitwood, con el rendimiento del cultivar de frijol Ojito Negro, considerado resistente al nematodo (Crozzoli *et al.*, 1995 y ii) conocer la dinámica poblacional de este último en dicho cultivar. La especie y raza de *Meloidogyne* fueron identificadas según el método de los huéspedes diferenciales (Taylor y Sasser, 1978).

Las semillas de frijol "Ojito Negro" se sembraron en 3000 cm³ de suelo arenoso (91.6% arena, 5% limo, 3.4% arcilla y 0.23% materia orgánica), tratado por solarización y contenido en bolsa de polietileno negro. El ensayo se realizó en un umbráculo en Maracay, donde las temperaturas máxima, media y mínima fueron de 33, 26 y 19°C, respectivamente.

La población del nematodo se multiplicó en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Rutgers, bajo condiciones de umbráculo. Después de tres meses las raíces destinadas a la inoculación se lavaron, pesaron, cortaron en pequeños trozos (0,5 cm), mezclaron en agua y se recogieron en un tamiz No. 25 (710 µm). Para determinar la población del nematodo, cinco muestras de raíces, cada una de 10 g, se trituraron en licuadora por 2 min. La suspensión resultante se pasó por los tamices N°

60 (250 µm) y No. 100 (150 µm) para eliminar los residuos vegetales grandes; posteriormente se recogieron juveniles de segundo estadio (J2) y huevos (hv) en un tamiz No. 500 (28 µm) para su cuantificación y ajuste con respecto al peso de las raíces (s'Jacob y van Bezooijen, 1971; Hussey y Barker, 1973; Di Vito *et al.*, 1986). Adecuadas cantidades de estas raíces fueron mezcladas uniformemente con el suelo de cada bolsa para obtener los siguientes niveles de inóculo: 0; 0.25; 0.5; 1; 2; 4; 8; 16 y 32 J2 y huevos del nematodo/cm³ de suelo.

Cada tratamiento, repetido seis veces para un total de 54 plantas (una planta/bolsa), se distribuyó en umbráculo, sobre mesas, de forma completamente aleatorizada. Las plantas se regaron periódicamente y se realizaron aplicaciones quincenales del fertilizante Nitrofoska al suelo (3 g/L de agua).

Setenta y cinco días después, se efectuó la cosecha. Se determinó la población del nematodo, tanto en el suelo (J2) como en las raíces de las plantas (J2 + hv). Para ello, los nematodos se extrajeron de 100 cm³ de suelo provenientes de las bolsas individuales, el cual fue procesado utilizando la técnica de extracción de Oostenbrink (s'Jacob y van Bezooijen, 1971) modificado por Crozzoli y Rivas (1987). Los nematodos de las raíces se extrajeron de la misma forma descrita para la preparación del inóculo, con la diferencia de que se trituró el total de las raíces de cada planta; luego se determinó la tasa de reproducción del nematodo (Población final/Población inicial = P_f/P_i).

Los datos de rendimiento y las poblaciones iniciales fueron introducidos en la fórmula de Seinhorst (1965, 1986a)

$$y = m + (1 - m)z^{P-T} \quad (1)$$

donde y es la producción relativa ($y = 1$ por $P < T$); m es la producción mínima relativa

y corresponde al valor de y cuando las poblaciones del nematodo son muy elevadas; P es la población de nematodos a la siembra expresada en $h\upsilon$ o ejemplares/ cm^3 de suelo; T es el límite de tolerancia o población máxima que soporta una planta sin reducir su rendimiento (a poblaciones mayores la producción comienza a disminuir); z es una constante menor a 1, generalmente z^T es medianamente igual a 1.05.

Para comparar la variación poblacional del nematodo, los valores de las poblaciones que se inocularon a la siembra (P_i) y los correspondientes que se determinaron al final del ensayo (P_f) fueron introducidos en la ecuación de Seinhorst (1970, 1986)

$$P_f = \frac{axy(1 - q^{P_i})}{e^{\log q} + (1 - x)P_i + sx(1 - y)P_i} \quad (2)$$

donde a es la tasa de reproducción máxima; x es la proporción de nematodos que pueden afectar a las plantas (es, como máximo igual a 1); y es la cantidad relativa de alimento disponible para los nematodos al nivel poblacional P_i (generalmente es igual a y de la primera ecuación); s es la proporción de J_2 y huevos que no afectan a las plantas y que se comportan como en ausencia de huésped; $axy(1 - q^{P_i})/e^{\log q}$ representa la cantidad de nematodos provenientes de verdadera reproducción, mientras que la cantidad $(1 - x)P_i + sx(1 - y)P_i$ es una proporción de los nematodos inoculados a la siembra (P_i) pero que no han sido afectados por el huésped y que pueden permanecer en el suelo hasta al final del ciclo.

El efecto detrimentos causado por *M. incognita* raza 1 en frijol "Ojito Negro" fue leve y, visualmente, no se apreciaron notables diferencias entre plantas inoculadas y testigo.

La interpolación de los datos con la ecuación (1) de Seinhorst (1965, 1986a) demuestra claramente que son bien repre-

sentados por dicha ecuación, la cual permite determinar el límite de tolerancia (T) al nematodo, la pérdida máxima de rendimiento relativo (m), la relación entre niveles poblacionales de los nematodos en el suelo a la siembra y los parámetros agronómicos considerados, de manera adecuada. "Ojito Negro" es poco susceptible a la población de *M. incognita* evaluada. Ninguna reducción en el peso de las semilla ocurrió hasta un nivel poblacional de 0.74 $J_2 + h\upsilon/cm^3$ de suelo (= T) mientras que, la pérdida máxima de producción del mismo parámetro, fue de 20% ($m = 0.8$) y 10% ($m = 0.9$) para el peso aéreo seco a la más alta densidad del nematodo (32 $J_2 + h\upsilon/cm^3$ de suelo) (Fig. 1).

La relación entre niveles poblacionales iniciales (P_i) y finales (P_f) de los nematodos es adecuadamente representada por la ecuación (2) de Seinhorst (1970, 1986), con valores promedio de tasa de reproducción máxima de 1.6; densidad de equilibrio de 3 $J_2 + h\upsilon/cm^3$ de suelo y un valor máximo de población que las raíces pueden soportar, de 6 $J_2 + h\upsilon/cm^3$ de suelo (Fig. 2). Las poblaciones finales del nematodo se incrementaron a medida que aumentó la población inicial. La mayor

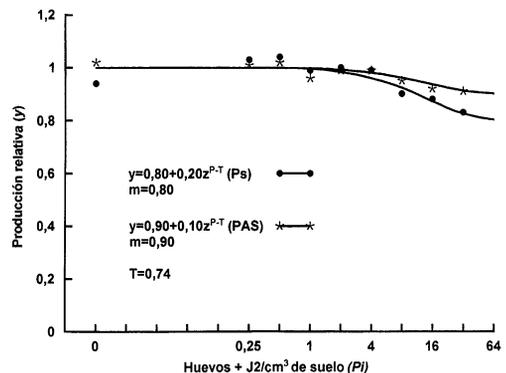


Fig. 1. Relación entre la población inicial (P_i) de *Meloidogyne incognita* raza 1 y el peso relativo (y) de las semillas (Ps) y el peso aéreo seco (PAS) de las plantas de frijol cv Ojito Negro.

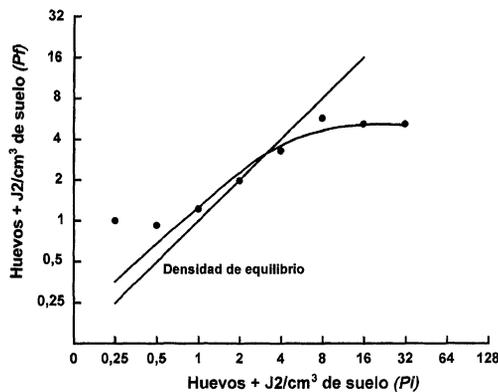


Fig. 2. Relación entre las poblaciones iniciales de *Meloidogyne incognita* raza I en el suelo a la siembra (P_i) y a la cosecha (P_f), en frijol cv Ojito Negro.

tasa de reproducción de *M. incognita* fue alcanzada en las plantas inoculadas con el menor nivel de inóculo ($0,25 J_2 + hv/cm^3$ de suelo), mientras que la menor fue alcanzada con los mayores niveles de inóculo (16 y $32 J_2 + hv/cm^3$ de suelo).

Los resultados de este ensayo han permitido demostrar que el cultivar de frijol "Ojito Negro" es poco susceptible a la población de *M. incognita* presente en las zonas de producción del rubro en el municipio Mara del estado Zulia. Además, no ha permitido que el nematodo alcance altas densidades poblacionales en el suelo. Precedentemente, aún cuando Crozzoli *et al.*, (1997) habían demostrado que algunos cultivares de carota (*Phaseolus vulgaris* L.) y uno de *V. unguiculata* eran muy susceptibles a *M. incognita*, otros investigadores (Wyatt *et al.*, 1980), demostraron que este cultivar puede ser muy eficaz en el control del nematodo, especialmente si es incluido en un programa de manejo integrado cuyo objetivo es el control de *Meloidogyne* spp. Sin embargo, es oportuno comprobar su respuesta a distintas especies y razas de nematodos agalladores presentes en Venezuela.

De cualquier modo el método utilizado para la extracción de los nematodos en el suelo no permitió recuperar los huevos y,

por lo tanto, las poblaciones finales de los nematodos son mayores a las reportadas. Estos resultados son muy útiles para predecir la reducción de rendimiento y la dinámica poblacional en suelos infestados por este nematodo y en consecuencia permitirán tomar adecuadas decisiones en cuanto a su manejo.

Es importante señalar que estos resultados, obtenidos en umbráculo deben ser posteriormente confirmados en campo.

AGRADECIMIENTO

Investigación realizada en el marco del Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica entre el Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.), Italia y el Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (C.O.N.I.C.I.T.), Venezuela.

LITERATURA CITADA

- CROZZOLI, R. y D. RIVAS. 1987. Uso de toallas faciales de producción nacional como alternativas al filtro de algodón en la limpieza de muestras nematológicas. *Fitopatología Venezolana* 1:32-33.
- CROZZOLI, R., A. HIGUERA y A. M. CASASSA. 1995. Respuesta de algunos materiales de frijol al nematodo *Meloidogyne* spp. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 12:485-490.
- CROZZOLI, R., N. GRECO, A. SUAREZ, y D. RIVAS. 1997. Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne incognita*, en cultivares de *Phaseolus vulgaris* y *Vigna unguiculata*. *Nematropica* 27:61-67.
- DI VITO M., N. GRECO, y A. CARELLA. 1986. Effect of *Meloidogyne incognita* and importance of inoculum on the yield of eggplant. *Journal of Nematology* 18:487-490.
- FERY, R. L. y P. D. DUKES. 1988. 'Kiawah' southernpea. *HortScience* 23:645-646.
- FERY, R. L. y P. D. DUKES. 1992. 'Carolina Crowder' southernpea. *HortScience* 27:1335-1337.
- FERY, R.L. y P. D. DUKES. 1996. 'Tender cream' southernpea. *HortScience* 31:1250-1251.
- FERY, R. L., P. D. DUKES y J. A. THIES. 1994. Characterization of new sources of resistance in cowpea to southern root-knot nematode. *HortScience* 29:678-679.

- HADISOEGANDA, W. W. y J. N. SASSER. 1982. Resistance of tomato, bean, southern pea, and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. *Plant Disease* 66:145-150.
- HARE, W. W. 1959. Resistance to root-knot nematodes in cowpea. *Phytopathology* 49:318.
- HARE, W. W. y P. G. THOMPSON. 1988. Mississippi Pinkey—a new protepea. Research Report, Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station 13. Mississippi State, MS, U.S.A.
- HELMS, D., L. PANELLA, I. W. BUDDENHAGEN, C. TUKER, y P. L. GEPTS. 1991. Registration of 'California Blackeye 46' cowpea. *Crop Science* 31:1703.
- HUSSEY, R. S. y K. R. BARKER. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Diseases Reporter* 57:1025-1028.
- s'JACOB, J. J. y J. van BEZOOIJEN. 1971. A Manual for Practical Work in Nematology. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands.
- JAIN, R. K. y D. S. BHATTI. 1986. Screening of cowpea germplasm against root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. *Indian Journal of Nematology* 16:113-114.
- KIRKPATRICK, T. L. y T. E. MORELOCK. 1987. Response of cowpea breeding lines and cultivars to *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. *Annals of Applied Nematology* 1:46-49.
- LEHMAN, P. S. y C. R. COCHRAN. 1991. How to use resistant vegetable cultivars to control root-knot nematodes in home gardens. Florida Department of Agriculture & Consumer Services, Division of Plant Industry. Nematology Circular No. 189. Gainesville, FL, U.S.A.
- MILLER, J. C. Jr. y D. C. SCHEURING. 1994. 'Texas Pinkey Purple Hull' cowpea. *HortScience* 29:926-927.
- PATEL, B. A., J. C. CHAVDA y D. J. PATEL. 1990. Search for resistance to root-knot (*Meloidogyne incognita* and *M. javanica*) and reniform (*Rotylenchulus reniformis*) nematodes in cowpea. *Pakistan Journal of Nematology* 8:113-115.
- SEINHORST, J. W. 1965. The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica* 11:137-154.
- SEINHORST, J. W. 1970. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology* 8:131-156.
- SEINHORST, J. W. 1986. The development of individual and populations of cyst nematodes on plants. Pp. 101-117 in F. Lamberti F. y C. E. Taylor, eds. *Cyst Nematodes*. Plenum Press, New York, NY, U.S.A.
- SEINHORST, J. W. 1986a. Effect of nematode attack on the growth and yield of crop plants. Pp. 191-209 in F. Lamberti y C.E. Taylor, eds. *Cyst Nematodes*. Plenum Press, New York, NY, U.S.A.
- SELVARAJ, U. y S. SUBRAMANIAN. 1990. Reaction of cowpea genotypes against *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Pulses Research* 3:80-82.
- SIKORA, R. A. y N. GRECO. 1990. Nematode parasites of food legumes. Pp. 181-235 in M. Luc, R. A. Sikora y J. Bridge eds. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* C.A.B. International, Wallingford, UK.
- SINGH, D. B. y P. P. REDDY. 1986. Inheritance of resistance to root-knot nematode in cowpea. *Indian Journal of Nematology* 16:284-285.
- THAKAR, N. A. y C. C. PATEL. 1985. Screening of cowpea varieties for resistance against root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Madras Agricultural Journal* 72:110-112.
- TAYLOR, A. L. y J. N. SASSER. 1978. *Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (Meloidogyne species)*. North Carolina University Graphics, Raleigh, NC, U.S.A.
- WYATT, J. E., G. FASSULIOTIS y A. W. JOHNSON. 1980. Efficacy of resistance to root-knot nematodes in snap beans. *Journal of American Society of Horticultural Science* 105:923-926.

Received:

30.XI.1998

Accepted for publication:

12.II.1999

Recibido:

Acceptado para publicación: