

PATOGENICIDAD DEL NEMATODO *Meloidogyne incognita* EN PLANTAS DE PIMENTÓN CV. RÍO TOCUYO

Guillermo Perichi¹, Yndira Aguirre¹, Anyuris Vegas² y Damelis Jáuregui³

RESUMEN

Se estudió la relación entre una serie geométrica de once densidades poblacionales iniciales (P_i) del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, las cuales oscilaron entre 0 y 128 huevos (hv) y juveniles de segundo estadio (J2) por cm^3 de suelo y el crecimiento de plantas de pimentón cv. Río Tocuyo (*Capsicum annuum* L.) en potes plásticos con 500 cm^3 de suelo arenoso esterilizado. Cuarenta y cinco días después de la inoculación se determinó el peso total fresco (PTF), peso aéreo fresco (PAF) y población final (Pf) de *M. incognita*. Los valores de PTF y PAF se ajustaron a la ecuación de Seinhorst, $y = m + (1 - m) \cdot z^{P_i - T}$. El límite de tolerancia (T) para el PTF y PAF fue de $0,10 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$ de suelo, lo que indica un nivel de T muy bajo con relación a estas variables. El rendimiento mínimo relativo (m) fue de cero por lo que se esperarían reducciones de 100 % en el crecimiento de la planta a partir de $128 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$ de suelo. Las modificaciones anatómicas observadas en las agallas de las raíces son similares a las que induce este nematodo en otros hospedantes. Se observaron células gigantes en el cilindro central, compresión de los haces vasculares e interrupción de la continuidad del xilema. El cultivar se mostró como un material muy susceptible al patógeno.

Palabras clave adicionales: Análisis histopatológico, *Capsicum annuum*, límites de tolerancia, nematodo agallador

ABSTRACT

Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* in bell pepper plants in Río Tocuyo, Lara State, Venezuela

The relationship between a geometric series of eleven initial population densities (P_i) of *Meloidogyne incognita*, between 0 and 128 eggs and second stage juveniles (J2) per cm^3 soil, and growth of pepper (*Capsicum annuum* L.) cv. Río Tocuyo was investigated in plastic pots containing 500 cm^3 of sterilized sandy soil. Forty five days after inoculation, the growth variables such as total fresh weight (TFW) and top fresh weight (tFW), along with the final population density (Pf) of *M. incognita* were recorded. The growth values obtained were adjusted to the Seinhorst equation, $y = m + (1 - m) \cdot z^{P_i - T}$. The tolerance limit (T) for both TFW and tFW was $0.10 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$ soil, thus indicating a very low level regarding those variables. The relative minimum yield (m) was 0, so 100 % growth reduction would be expected at $P_i = 128 \text{ eggs} + \text{J2} \cdot \text{cm}^3$ soil. Anatomical modifications observed in galled roots were similar to those induced by this root-knot nematode in other hosts. Giant cells in the central cylinder, disruption and compression of the vascular system were observed. The cultivar showed to be a material very susceptible to the pathogen.

Additional key words: *Capsicum annuum*, histopathological analysis, root-knot nematode, tolerance limits

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, para el año 2015, había una superficie sembrada de pimentón cercana a 7000 ha con un rendimiento promedio de $17,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (FEDEAGRO, 2016). Entre los factores que pueden ocasionar bajos rendimientos en el cultivo se encuentra el ataque de nematodos (Lugo et al., 2007).

Las especies de *Meloidogyne* Göeldi, 1889,

constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios en la mayoría de los cultivos, tanto en Venezuela como en otras partes del mundo. *M. incognita* (Kofoid y White) Chitw. es considerado la de mayor distribución en el país y la que mayores daños produce, especialmente en hortalizas (Escalona et al., 2006; Lugo et al., 2007; Crozzoli y Jiménez, 2015). En la parte aérea de las plantas afectadas se produce poco crecimiento, reducción del tamaño de los frutos y

Recibido: Abril 3, 2018

Aceptado: Septiembre 24, 2018

¹ Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay. e-mail: perichig@hotmail.com

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). El Limón, Maracay.

³ Dpto. de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay. Venezuela.

deficiencias nutricionales, mientras que en las raíces se observan agallas (Perichi y Crozzoli, 2010).

No obstante, a pesar que Crozzoli (2002) y Crozzoli y Jiménez (2015) señalan el efecto detrimental de algunas especies de *Meloidogyne* sobre diferentes cultivos en el país, no se encontraron referencias con relación al efecto de estos nematodos en pimentón.

Considerando que *M. incognita*, es una de las especies más importantes en el país se realizó esta investigación cuyo objetivo fue: i) evaluar el efecto de distintos niveles poblacionales de *M. incognita* sobre el peso total y aéreo en plantas de pimentón cv. Río Tocuyo, ii) determinar el nivel de tolerancia al nematodo, y iii) describir las alteraciones celulares de las raíces infestadas por el nematodo mediante un estudio histopatológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en un umbráculo del Departamento de Zoología Agrícola y los análisis nematológicos en el Laboratorio de Nematología Agrícola del mismo Departamento, todos pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV) núcleo Maracay.

Se preparó un semillero con arena previamente esterilizada en estufa a 180 °C durante 72 h y se sembraron semillas de pimentón del cultivar venezolano Río Tocuyo. Treinta días después de la germinación se trasplantaron individualmente a envases plásticos conteniendo 500 cm³ de suelo arenoso también previamente esterilizado. Dos semanas después del trasplante se procedió a la inoculación de las plantas.

El inóculo utilizado se obtuvo de plantas de tomate infestadas con una población de *M. incognita* mantenidas en umbráculo para tal fin.

Para estudiar el comportamiento de las plantas de pimentón cv. Río Tocuyo con relación a los diferentes niveles de inóculos, las raíces de tomate con el nematodo se lavaron y cortaron en segmentos de aproximadamente 0,5 cm y se trituraron en licuadora a velocidad baja por 1 min en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5 %. La suspensión se pasó a través de tamices 60 (250 µm), 100 (150 µm) y 500 (28 µm) con la finalidad de retener, en el último, huevos (hv) y juveniles de

segundo estadio (J2) para cuantificar la población. La inoculación se realizó colocando dicha suspensión en contacto directo con las raíces de las plantas, abriendo cuatro orificios en el suelo hasta una profundidad de 1,5 cm y tapándolos posteriormente. Se utilizaron 11 niveles de inóculo como población inicial (Pi): 0; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64 y 128 hv+J2 del nematodo por cm³ de suelo. Los envases fueron colocados, de forma aleatoria, sobre mesas bajo un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Las plantas se regaron periódicamente con la finalidad de mantener una humedad adecuada para el crecimiento de las mismas. Al momento del trasplante se aplicó el fertilizante Stimul (12-3-2 N-P-K más microelementos) en dosis de 5 mL·L⁻¹ de agua. Cuarenta y cinco días más tarde se determinó el peso fresco total (PTF) y aéreo (PAF) de las plantas así como la población final (Pf) del nematodo.

Para la determinación de las poblaciones finales del nematodo se procesaron 100 cm³ de suelo en un aparato de Oostenbrink y se realizó la limpieza con el método de filtro de algodón modificado por Crozzoli y Rivas (1987). La extracción de los hv y J2 del nematodo presentes en las raíces se realizó triturando el total de las raíces de cada planta de pimentón de la misma forma descrita para la preparación del inóculo. Finalmente, los valores de las poblaciones que se inocularon al inicio (Pi) y los determinados al final de ensayo (Pf), se compararon y se calculó la tasa de multiplicación (Pf/Pi); adicionalmente, se estimaron el índice de agallas (IA) y el índice de masa de huevos (IMH), de acuerdo a la siguiente escala según Taylor y Sasser (1983): 0 = ausencia de MH o A; 1 = 1-2 MH o A; 2 = 3-10 MH o A; 3 = 11-30 MH o A; 4 = 31-100 MH o A y 5 = más de 100 MH o A, donde MH: masa de huevos y A: número de agallas.

Descripción histopatológica. Las raíces se cortaron en segmentos de 4-5 mm de longitud y se fijaron en formaldehído al 5%. Luego se deshidrataron al pasarlos secuencialmente por una serie ascendente de alcohol terbutílico en concentraciones de 50, 70, 85 y 100 %. Se embebieron en parafina y se cortaron transversalmente con micrótopo en secciones de 12 µm. Un total de 18 cortes fueron teñidos con safranina y verde rápido, montados en bálsamo de Canadá y examinados bajo un microscopio óptico

para realizar las observaciones pertinentes.

Para comparar la respuesta de las variables PTF y PAF del pimentón con relación a los diferentes niveles de inóculo del nematodo, se realizó un análisis de regresión no lineal utilizando la ecuación arbitraria de Seinhorst (1965): $y = m + (1 - m) \cdot z^{Pi-T}$ donde y es la producción relativa, es decir la relación entre la producción en presencia o en ausencia de nematodos ($y = 1$ en ausencia de nematodos o en presencia de niveles poblacionales no superiores al nivel de tolerancia del cultivo); m es la producción mínima relativa, es decir el valor correspondiente a poblaciones elevadas del nematodo; Pi es la población inicial del nematodo, T es el límite de tolerancia, es decir la población por encima de la cual la producción comienza a reducirse; z es una constante menor a 1, con z^{-T} cercana a 1,05 (Crozzoli, 2014). La ecuación de Seinhorst fue ajustada usando el método de los mínimos cuadrados descrito por Schomaker y Been (2006). El coeficiente de determinación (R^2) fue usado para indicar el ajuste de los datos experimentales a esta ecuación (Vovlas et al., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acción del nematodo afectó negativamente las plantas de pimentón cv. Río Tocuyo. Las plantas inoculadas mostraron mayores reducciones de PTF y PAF a medida que se incrementó la población del nematodo.

Los datos de PTF (Figura 1) y PAF (Figura 2) con la ecuación de Seinhorst presentaron R^2 de 0,80 y 0,83, respectivamente, lo cual demuestra que los datos experimentales están bien representados por el modelo y permite determinar el límite de tolerancia (T) al nematodo y el rendimiento mínimo relativo (m) de dichas variables; además, permite establecer la relación entre las poblaciones iniciales del nematodo en el suelo y el peso fresco total y aéreo.

El valor estimado de T para PTF y PAF fue de $0,1 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$, mientras que el valor de m fue de cero (Figuras 1 y 2). Lo anterior indica que se pueden esperar reducciones de PTF y PAF de 100% a partir de poblaciones iniciales de $128 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$ de suelo. Este nivel poblacional no es frecuente encontrarlo en campo; sin embargo, reducciones de 70 % han sido reportadas en pimentón con una $Pi = 13 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$ de suelo, las cuales sí son poblaciones registradas comúnmente

(Greco y Di Vito, 2001).

Los valores de T y m , al permitir la estimación de las pérdidas de rendimiento o reducciones de crecimiento de los cultivos, constituyen herramientas para tomar decisiones adecuadas al momento de implementar medidas de manejo para poblaciones de nematodos fitoparásitos. Si la Pi supera el límite de tolerancia se esperarán reducciones de rendimiento, las cuales serán máximas a partir también de una Pi estimada (Ferris, 1981; Crozzoli, 2014).

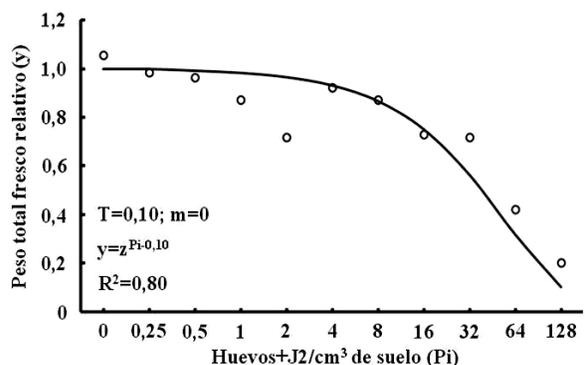


Figura 1. Relación entre la población inicial (Pi) de *M. incognita* y el peso total fresco relativo (y) de plantas de pimentón cv. Río Tocuyo

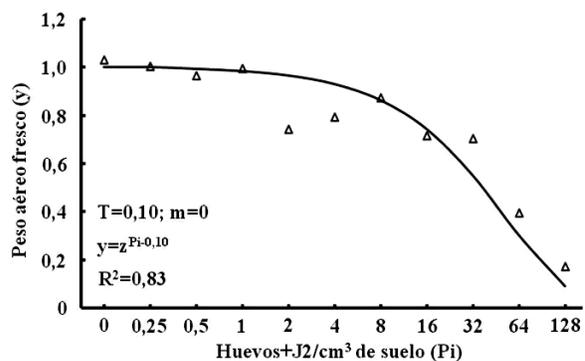


Figura 2. Relación entre la población inicial (Pi) de *M. incognita* y el peso aéreo fresco relativo (y) de plantas de pimentón cv. Río Tocuyo

En un trabajo similar realizado por Di Vito (1986), en pruebas de patogenicidad con *M. incognita* en pimentón cv. Yolo Wonder, el límite de tolerancia para PAF fue de $0,74 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$, mientras que el rendimiento mínimo relativo fue de 0,10 (pérdidas máximas de 90 %) a partir de $32 \text{ hv} + \text{J2} \cdot \text{cm}^{-3}$. De lo anterior se desprende que, aparentemente, el cv. Río Tocuyo es un material muy susceptible ya que mostró tener un límite

de tolerancia aún menor al cv. Yolo Wonder, el cual es considerado muy susceptible al nematodo.

Di Vito et al. (1985) en un trabajo previo con el mismo cultivar utilizando huevos y J2 tratados como en este experimento, pero, a nivel de microparcels; para PAF estimaron un valor de T de 2,2 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo, mientras que el valor de m fue de 0,58 a partir de 64 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$. Sin embargo, al utilizar raíces con masas de huevos completas estimaron un valor de T mucho menor (0,165 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo) y un valor m de 0,2 a partir de 16 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo.

Al comparar los resultados obtenidos en pimentón cv. Río Tocuyo con los obtenidos bajo condiciones similares en otros cultivos y otras especies de nematodos agalladores en Venezuela, se puede observar que el valor de T para PTF es menor al reportado en café (0,325-0,55 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$

de suelo) y remolacha (0,25 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo) con relación a los nematodos *M. exigua* Goeldi (Ferreira y Crozzoli, 1995) y *M. incognita*, (Aguirre et al., 2002), respectivamente.

En cuanto al PAF, el valor de T es menor a los reportados en albahaca con *M. enterolobii* Yang y Eisenback (Martínez et al., 2014), yuca con *M. incognita* (Crozzoli y Parra, 1999) y lulo con *M. enterolobii* (Crozzoli et al., 2012) con poblaciones de 0,45; 0,8 y 2 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo, respectivamente. Por otra parte, el valor de m para PAF es similar a los reportados por Greco et al. (2000) en arroz inoculado con *M. incognita*.

El daño en las raíces fue evidente y se apreciaron índices de agallamiento que oscilaron entre 0,4 y 2,7, mientras que el índice de masas de huevos osciló entre 0,4 y 3,7 según la escala de Taylor y Sasser (1983) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la población inicial (Pi) de *M. incognita* sobre la población final (Pf), tasa de multiplicación e índices de agallas y masas de huevos en plantas de pimentón cv. Río Tocuyo

P inicial (Pi)	P final (Pf)	Tasa de multiplicación	Índice de agallas	Índice de masas de
$hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo		(Pf/Pi)	(IA)	huevos (IMH)
0	0	0	0	0
0,25	0,11	0,44	0,4	0,4
0,5	1,13	2,26	0,4	1,0
1	35,8	35,8	1,8	2,2
2	30,3	15,15	2,0	2,7
4	50,7	12,68	2,0	3,0
8	88,4	11,05	2,7	3,7
16	88,1	5,50	2,7	3,7
32	48,2	1,51	2,7	3,2
64	37,0	0,57	2,7	2,7
128	0,5	0,004	1,8	1,0

Los niveles más bajos de Pi (0,25 y 0,5 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$) presentaron una baja población final y baja tasa de multiplicación. Teóricamente, a bajas densidades poblacionales se esperarían incrementos de la TM muy altos, debido a que los nematodos quedan expuestos a una menor competencia intraespecífica en la rizósfera de la planta (Aguirre et al., 2002; Crozzoli et al., 2012), lo cual se atribuye a que, probablemente, los pocos nematodos inoculados no quedaron bien distribuidos en el suelo.

La máxima TM alcanzada por *M. incognita* fue de 35,8 a partir de una Pi de 1 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo, mientras que las TM menores a 1 en las Pi de 64 y 128 $hv+J2 \cdot cm^{-3}$ de suelo se debieron a la destrucción de las raíces por parte de las elevadas poblaciones del nematodo. Esto coincide con los

resultados de Sangronis et al. (2014), donde la Pf y TM de *Meloidogyne* decreció cuando las poblaciones fueron excesivas, debido a la limitación de alimento y espacio. De igual forma, una alta Pi de nematodos puede deteriorar los sitios de infección y generar una acumulación de desechos metabólicos que afectarían su ulterior desarrollo (Ferris, 1985).

Descripción histopatológica del efecto del nematodo. En la Figura 3A se observa una sección transversal de tejido sano de la raíz de pimentón cv. Río Tocuyo. Las características anatómicas, se corresponden a una dicotiledónea típica observándose la epidermis, corteza (parénquima) y estela de tipo radial. Es decir, en las plantas no infectadas no se observaron alteraciones histopatológicas ni alteraciones en la

disposición de los tejidos radicales.

Por el contrario, el estudio de las raíces afectadas por la especie *M. incognita* reveló que el nematodo indujo la formación de células gigantes multinucleadas en el sitio de alimentación, ubicado entre los haces del xilema y alrededor de la parte cefálica de la hembra (Figura 3B). Las células del xilema próximas a la células gigantes estaban comprimidas, destruidas y/o en posiciones atípicas alterando notablemente la continuidad vascular. Estas células gigantes presentaron forma irregular con dimensiones superiores a las células vecinas. El sitio de alimentación fue conformado por aproximadamente 3 o 4 células hipertrofiadas que se caracterizaron inicialmente por presentar paredes celulares ligeramente engrosadas. Sin embargo, las más tardías mostraron paredes muy lignificadas y el citoplasma tenía un aspecto granular (Figuras 3C y 3D).

También, se observaron J2 en el tejido cortical y cercano al cilindro central. En el tejido adyacente no se observaron señales de defensa (reacciones de hipersensibilidad) por parte de la planta (Figura 3E). Las masas de huevos se observaron tanto fuera como dentro del tejido radical de las plantas afectadas. Lo anterior demuestra desde el punto de vista histológico que el cv. Río Tocuyo es un buen hospedante del nematodo al permitir su reproducción (Figura 3F).

La relación hospedante-parásito puede considerarse estrecha ya que las alteraciones inducidas por *M. incognita* en el pimentón Río Tocuyo fueron las que comúnmente se detectan en plantas susceptibles. No obstante, no hallamos en el país datos acerca de la incidencia de este nematodo en el cultivo del pimentón, y particularmente, en el material evaluado.

Por otra parte, las alteraciones celulares provocadas por el nematodo fueron similares a las que se reportan para la mayoría de las especies de *Meloidogyne* en diferentes hospedantes tanto en Venezuela como en otras partes del mundo (Aguirre et al., 2002; Vovlas et al., 2008; Crozzoli, 2014).

CONCLUSIÓN

Se define por primera vez el grado de asociación entre el nematodo agallador *M. incognita* y el cultivar de pimentón Río Tocuyo. Las observaciones macroscópicas y microscópicas

demuestran que las lesiones provocadas por el nematodo conducen a un notorio deterioro de las plantas.

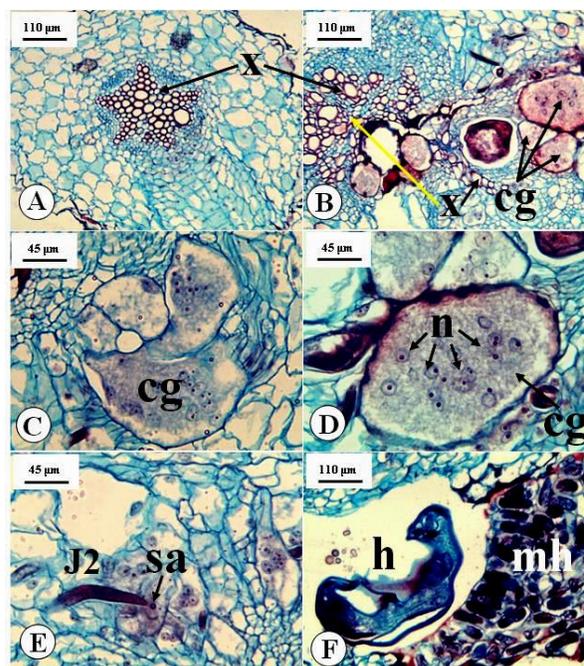


Figura 3. Secciones transversales de raíces de pimentón cv. Río Tocuyo infectadas por *M. incognita*. A) Tejido sin alteraciones histológicas. B) Tejido con interrupción de la continuidad vascular (xilema). C) Detalle de las células gigantes. D) Célula gigante con numerosos núcleos y nucléolos. E) J2 en el sitio de alimentación y F) Detalle de la hembra con la masa de huevos. cg: células gigantes; h: hembra; J2: juvenil de segundo estadio; mh: masa de huevos; n: núcleos y nucléolos; sa: sitio de alimentación; x: xilema

LITERATURA CITADA

1. Aguirre, Y., R. Crozzoli y N. Greco. 2002. Efecto del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento de remolacha (*Beta vulgaris*). Fitopatología Venezolana 15: 13-16.
2. Crozzoli, R. 2002. Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. Interciencia 27: 354-364.
3. Crozzoli, R. 2014. La Nematología Agrícola en Venezuela. Ediciones de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

- Maracay. 442 p.
4. Crozzoli, R., Y. Aguirre y L. Ángel. 2012. Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne enterolobii*, en lulo (*Solanum quitoense*) en macetas. *Nematologia Mediterranea* 40:153-156.
 5. Crozzoli, R. y N. Jiménez. 2015. Una revisión de las especies de nematodos fitoparásitos en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)* 41: 117-126.
 6. Crozzoli, R. y N. Parra. 1999. Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne incognita*, en yuca (*Manihot esculenta*). *Nematologia Mediterranea* 27:95-100.
 7. Crozzoli, R. y D. Rivas. 1987. Uso de toallas faciales de producción nacional como alternativa al filtro de algodón en la limpieza de muestras nematológicas. *Fitopatología Venezolana* 1: 32-33.
 8. Di Vito, M. 1986. Population densities of *Meloidogyne incognita* and growth of the susceptible and resistant pepper plants. *Nematologia Mediterranea* 14: 217-221.
 9. Di Vito, M., N. Greco and A. Carella. 1985. Population densities of *Meloidogyne incognita* and yield of *Capsicum annum*. *Journal of Nematology* 17: 45-49.
 10. Escalona, Y., D. Rodríguez, N. Contreras y N. Jiménez. 2006. Patógenos del suelo en el cultivo de pimentón en la zona baja del municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela. *Bioagro* 18: 1-11.
 11. FEDEAGRO. 2016. Superficie sembrada, rendimiento y volumen de producción de algunas hortalizas en Venezuela. <http://www.fedeagro.org> (consulta del 10/10/2016).
 12. Ferreira, I. y R. Crozzoli. 1995. Efectos del nematodo agallador *Meloidogyne exigua* sobre el crecimiento de plantas de café en vivero. *Nematologia Mediterranea* 23: 325-328.
 13. Ferris, H. 1981. Dynamic action thresholds for diseases induced by nematodes. *Annual Review of Phytopathology* 19: 427-436.
 14. Ferris, H. 1985. Density-dependent nematode seasonal multiplication rates and overwinter survivorship: A critical point model. *Journal of Nematology* 17: 93-100.
 15. Greco, N. e M. Di Vito. 2001. I nematodi galligeni, *Meloidogyne* spp.: Parassiti radicali dannosi a molte specie di piante coltivate (Conoscerli per combatterli). Istituto di Nematologia Agraria Applicata ai Vegetali, C.N.R. Bari, Italia.
 16. Greco, N., R. Crozzoli, F. Lamberti y A. Brandonisio. 2000. Pathogenic potential of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on rice in Venezuela. *Nematologia Mediterranea* 28: 47-55.
 17. Lugo, Z., R. Crozzoli, G. Perichi, R. Medina y G. Castellano. 2007. Nematodos fitoparasíticos asociados a plantas cultivadas y silvestres en el municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 20: 15-20.
 18. Martínez, R., R. Crozzoli y Y. Aguirre. 2014. Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne enterolobii*, en albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en macetas. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 31: 558-575.
 19. Perichi, G. y R. Crozzoli. 2010. Morfología, morfométría y hospedantes diferenciales de poblaciones de *Meloidogyne* de los estados Aragua y Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 23: 5-15.
 20. Sangronis, E., R. Crozzoli y Y. Aguirre. 2014. Efecto de densidades poblacionales de *Meloidogyne enterolobii* en el crecimiento de perejil (*Petroselinum sativum* L.) en maceteros. *Nematologica* 44: 1-6.
 21. Schomaker, C. y T. Been. 2006. Plant growth and population dynamics. In: R. Perry and M. Moens (eds.). *Plant Nematology*. CAB International, London. pp. 272-301.
 22. Seinhorst, J. 1965. The relation between nematode density and damage to plant. *Nematologica* 11: 137-154.
 23. Taylor, A. y J. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Raleigh, NC, USA. 111 p.
 24. Vovlas, N., G. Lucarelli, N. Sasanelli, A. Troccoli, I. Papajova, J. Palomares y P. Castillo. 2008. Pathogenicity and host-parasite relationships of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on celery. *Plant Pathology* 57: 981-987.