

## EFFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES INICIALES DE *Meloidogyne incognita* SOBRE EL CRECIMIENTO DEL TOMATE<sup>1</sup>/\*

Shirley Chan \*  
Róger López \*\*

### ABSTRACT

**Effect of different initial densities of *Meloidogyne incognita* on the growth of tomato.** The effects of different (0, 100, 200, ...2,800 eggs/100 ml of soil) initial population ( $P_i$ ) densities of *Meloidogyne incognita* on the growth of tomato, cv. Tropic, were evaluated under greenhouse conditions 65 days after inoculation. A tolerance limit of 200 eggs/100 ml of soil was derived from fitting the data of top and roots fresh weight with the equation  $Y = m + (1-m) z^{P-T}$  proposed by Seinhorst. Minimum relative yields of 0.73 and 0.75 for top and roots fresh weights were obtained respectively. The *Meloidogyne incognita* reproduction rate (RR) varied with the  $P_i$  according to the model  $Y = -3.098 - 0.009 X + 0.641 \sqrt{X}$ . The highest RR (8.09) was obtained with a  $P_i$  of 600 eggs/100 ml of soil. Root knot index values (RKI) varied with the  $P_i$  also, according to the model  $Y = 0.609 + 0.002 X - 0.0001 X^2$ . No correlation between RR and RKI was found.

### INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas más importantes en la dieta de los costarricenses y permite obtener ingresos económicos considerables a muchos agricultores. Por estas razones es conveniente investigar aquellos factores que pueden reducir apreciablemente su rendimiento y calidad. Uno de estos factores es el ataque de nematodos fitoparásitos, en particular el de los formadores de nódulos radicales (*Meloidogyne* spp.). Los resultados de un reconocimiento nematológico efectuado en las principales zonas productoras costarricenses demostraron la alta frecuencia de estos nematodos en el cultivo, con valores que variaron entre 47 y 60%, según la zona (López y Azofeifa, 1981). Se

ha señalado a *M. incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, como la principal especie que ataca al tomate en Costa Rica (López y Azofeifa, 1981), aunque también hay evidencia de que *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1941 y *M. hapla* Chitwood, 1949 atacan este cultivo en condiciones de campo (Perlaza, 1978; López y Salazar, 1990) y que es factible encontrar poblaciones de *M. exigua* Göldi, 1887 y *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1941 que logran reproducirse en tomate en condiciones de invernadero (López, 1984). Por otra parte, la relación cuantitativa fundamental entre un nematodo fitoparásito y el crecimiento y rendimiento de un cultivo de ciclo corto como el tomate es una función de la densidad poblacional inicial ( $P_i$ ) del nematodo, dada su poca movilidad y baja tasa de reproducción (Barker y Olthof, 1976).

En Costa Rica poco o nada es sabido o ha sido demostrado en relación con el verdadero daño que *M. incognita* causa en tomate, por lo que se planeó la presente investigación, cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de varias  $P_i$  de esta especie sobre el crecimiento del tomate, así como obtener una idea preliminar acerca de su densidad crítica en este cultivo.

1/ Recibido para publicación el 6 de agosto de 1991.

\* Parte de la tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica presentada por Shirley Chan Olmazo ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

## MATERIALES Y METODOS

Raíces de tomate con un severo ataque de nematodos formadores de nódulos fueron colectadas en una plantación comercial en la Guácima de Alajuela y transportadas al laboratorio. Varias hembras fueron disectadas de estas raíces y sus diseños perineales preparados según el método de Franklin (1962) modificado por Taylor y Netscher (1974) pero sin teñir las raíces. El aislamiento fue identificado como *M. incognita* (Salazar, L., 1989. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía. Comunicación personal). Posteriormente las raíces fueron cortadas en trozos pequeños y procesadas para la extracción de huevos mediante el método de Hussey y Barker (1973), utilizando una solución extractante de hipoclorito de sodio al 0,5%.

Semillas de tomate del cultivar Tropic, fueron puestas a germinar en un suelo tratado con vapor de agua. Posteriormente, las plántulas obtenidas fueron trasladadas a vasos plásticos con suelo tratado con vapor de agua. Una vez que las plántulas alcanzaron una altura aproximada a 15 cm se seleccionaron las más homogéneas para la investigación. En macetas plásticas de color negro fueron depositados 500 ml de un suelo franco arenoso (59,2% arena; 29,3% limo y 11,5% arcilla), con pH de 5,3 en agua y tratado con vapor de agua. Luego fue vertida una suspensión de huevos de *M. incognita* en agua, según el tratamiento correspondiente, e inmediatamente fue colocada encima una plántula de tomate con su adobe. Posteriormente se vertieron otros 500 ml del mismo suelo. Las plantas permanecieron en un invernadero a 23°C aproximadamente, durante 65 días, al cabo de los cuales se cosecharon. Durante este período fueron aplicados fertilizantes en el agua de riego para suplir la demanda de elementos esenciales. También fue aplicado el insecticida metamidophos para combatir la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Al momento de la cosecha se evaluó el peso fresco de las raíces y del follaje, así como el índice de nódulos radicales (INR) causados por *M. incognita*. En este caso fue utilizada una escala donde 0 = 0, 1 = 1-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75% y 4 = 76-100% de las raíces con nódulos.

Además, fue estimada la tasa de reproducción (TR) del nematodo, para lo cual fueron extraídos los huevos de los sistemas radicales de cada tratamiento mediante la técnica de Hussey y Barker (1973) con una solución de hipoclorito de

sodio al 1%. El suelo en cada maceta fue homogeneizado y se tomó una muestra de 100 ml, la que fue procesada mediante el método de cernido y centrifugación en solución azucarada (Alvarado y López, 1981). Los segundos estados juveniles (J2) recuperados fueron identificados y contados bajo un microscopio estereoscópico a 45X. El estimado de la TR fue obtenido al sumar el número de huevos y de J2 recuperados en cada tratamiento y dividirlo entre el número de huevos inoculados. Los tratamientos evaluados fueron 0 (testigo) y las Pi de 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1600, 1900, 2000, 2200, 2600, 2700 y 2800 huevos/100 ml de suelo. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 5 repeticiones.

Las variables fueron analizadas mediante la ecuación  $Y = m + (1-m)z^{P-T}$  desarrollada por Seinhorst (1965). De acuerdo con esta ecuación, los datos reales de peso fresco del follaje y peso fresco de las raíces fueron transformados en valores con base en la unidad, para lo cual el valor obtenido en el testigo ( $P_i=0$ ) fue considerado equivalente a 1; los valores obtenidos en los demás tratamientos fueron divididos entre el valor obtenido en el testigo.

## RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas entre el valor del peso fresco de las raíces del testigo y los de los tratamientos inoculados con Pi de 100, 200, 400, 1200 y 1900 huevos/100 ml de suelo. El mayor peso de las raíces fue obtenido por el testigo y el menor por el tratamiento inoculado con 400 huevos/100 ml de suelo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en el peso fresco del follaje. Tampoco se encontraron síntomas o diferencias apreciables, a simple vista, entre las plantas testigo y las inoculadas con las diferentes Pi de *M. incognita*.

En las Figuras 1 y 2 se ilustran las relaciones entre las diferentes Pi de *M. incognita* y el peso fresco del follaje y el peso fresco relativo de las raíces, respectivamente. En ambas variables la densidad de tolerancia (punto donde la curva empieza a descender) fue obtenida con una Pi de 200 huevos/100 ml de suelo. El rendimiento mínimo relativo en el peso fresco del follaje fue 0,73 y en el peso fresco de las raíces 0,75.

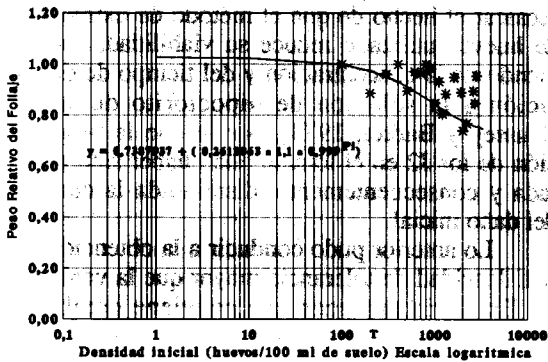


Fig. 1. Relación entre la densidad de población inicial de *Meloidogyne incognita* y el peso relativo del follaje en tomate, cv. Tropic. (T = Densidad de Tolerancia)

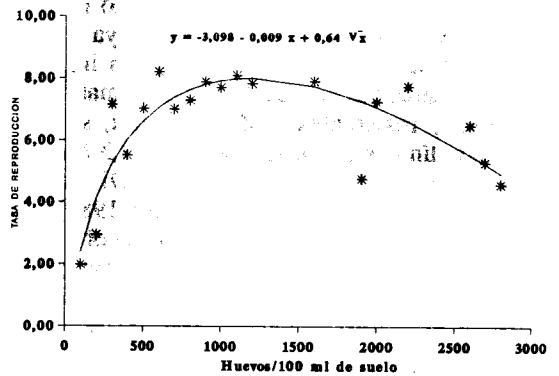


Fig. 3. Efecto de densidades crecientes de inóculo de *Meloidogyne incognita* sobre su tasa de reproducción en tomate, cv. Tropic.

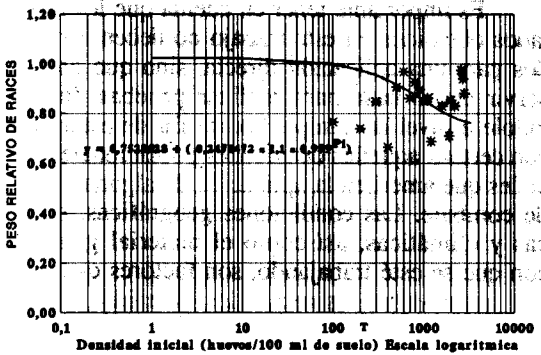


Fig. 2. Relación entre la densidad de población inicial de *Meloidogyne incognita* y el peso relativo de raíces de tomate, cv. Tropic. (T = Densidad de Tolerancia)

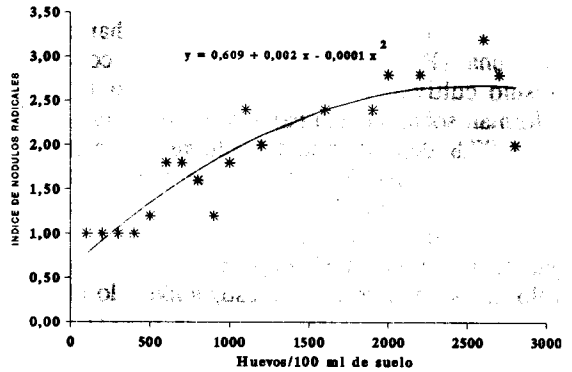


Fig. 4. Efecto de densidades crecientes de inóculo de *Meloidogyne incognita* sobre el índice de nodulación en tomate, cv. Tropic.

Con relación a la TR, el mayor valor se obtuvo con una Pi de 600 huevos/100 ml de suelo (Figura 3). Se encontró que esta variable presentó una tendencia a disminuir conforme la Pi superó los 60 huevos/100 ml de suelo, según el modelo cuadrático  $Y = -3,098 - 0,009 X + 0,641 \sqrt{X}$ . En cuanto al INR, el mayor valor fue obtenido con una Pi de 2600 huevos/100 ml de suelo. El testigo fue significativamente diferente de los tratamientos que tenían una Pi superior a los 600 huevos/100 ml de suelo. Los valores de esta variable aumentaron conforme aumentó la Pi, según el modelo cuadrático  $Y = 0,609 + 0,002 X - 0,0001 X^2$ . Este efecto se observa en la Figura 4. La mayor densidad final fue obtenida con una Pi de 2200 huevos/100 ml de suelo. No hubo correlación entre la TR y el INR.

## DISCUSION

Al analizar los resultados obtenidos se encontró que, tanto para el peso fresco del follaje como para el de las raíces, fue obtenida una densidad de tolerancia con una Pi de 200 huevos/100 ml de suelo y un rendimiento mínimo relativo de 0,73 y 0,75 en el peso fresco del follaje y el de las raíces, respectivamente. Algunos resultados similares han sido informados previamente, Di Vito *et al.* (1985) informaron una densidad de tolerancia de 2,2 huevos y J2 de *M. incognita*/ml de suelo en chile dulce, mientras que en tabaco ésta fue de 2 huevos y J2/ml de suelo (Di Vito *et al.*, 1983). En tomate, varios investigadores (Olthof y Potter, 1977; Chindo y Khan, 1988) han mencionado la necesidad de aplicar alguna táctica de

combate con Pi de 1 y 2 J2/ml de suelo de *M. incognita* y *M. hapla*, respectivamente, ya que la producción disminuye notoriamente. En investigaciones realizadas con cultivares de tomate susceptibles y resistentes a *M. incognita*, se han informado límites de tolerancia de 4 y 3,3 huevos y J2/ml de suelo, respectivamente (Di Vito y Ekanayake, 1983; Ekanayake y Di Vito, 1984). La diferencia entre la densidad de tolerancia obtenida en esta investigación y las informadas previamente, puede atribuirse a factores tales como el ambiente, el cultivar de tomate evaluado, el método de extracción y el tipo de inóculo utilizado, la época de inoculación, el aislamiento de *M. incognita* usado, etc.

En cuanto a la TR, el valor máximo se obtuvo con una Pi de 600 huevos/100 ml de suelo y podría ser considerado relativamente bajo. La TR disminuyó con Pi más altas. Si bien algunos investigadores (Candanedo *et al.*, 1988) han obtenido una TR de 43,9 con *M. incognita* con este mismo cultivar, Hadisoeganda y Sasser (1982) informan sobre TR tan bajas como 0,2 y tan altas como 97,8, dependiendo del cultivar de tomate, la especie y la raza de *Meloidogyne* evaluadas. Lo anterior sirve para ilustrar la variabilidad que es posible obtener al hacer evaluaciones de este parámetro, lo que puede explicar la disparidad del valor informado en esta investigación y lo anotado previamente por Candanedo *et al.* (1988).

El valor del INR presentó una tendencia a aumentar conforme se incrementó la Pi de *M. incognita* y se estableció con Pi superiores a 2600 huevos/100 ml de suelo, lo que concuerda con lo informado en otras investigaciones. Esta tendencia puede ser explicada con base en el tipo de escala usada para evaluar el INR, la que sólo toma en cuenta el porcentaje de raíces con nódulos y no el número de éstos últimos. Con Pi altas el número de nódulos/sistema radical es mayor, pero éstos ocupan el mismo porcentaje del sistema radical que Pi menores (Bafokuzara, 1983; Chindo y Khan, 1988).

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, podría considerarse que las Pi que pueden causar pérdidas en rendimiento son aquellas que superan los 200 huevos/100 ml de suelo. Conviene mencionar, eso sí, que el cultivar Tropic no tuvo rendimientos mínimos relativos de peso fresco del follaje y las raíces que pudieran ser considerados bajos, por lo que se puede decir que este cultivar se comportó como tolerante al

ataque de *M. incognita*. Sin embargo, es necesario recalcar el hecho de que el método de extracción de huevos utilizado reduce su viabilidad, dependiendo de la concentración y del tiempo de exposición a la solución de hipoclorito de sodio (Hussey y Barker, 1973), por lo que la penetración de los J2 en el tomate pudo haber sido afectada y consecuentemente, disminuída la cuantía del daño inicial.

Lo anterior pudo conducir a la obtención de una densidad de tolerancia mayor que la verdadera. Es obvio entonces que conviene combinar estudios como el presente con uno de penetración. De igual manera, sería interesante comparar el uso de J2 y huevos como inóculo, el efecto del tipo de suelo sobre la reproducción y patogenicidad de *M. incognita* en tomate, la influencia del cultivar sobre la reproducción de este nematodo y su relativa intolerancia al ataque del mismo.

Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos en este trabajo no deben ser usados para una aplicación directa, sino que pueden servir como base para realizar pruebas de esta índole a nivel de campo, con el fin de establecer con certeza aquellas densidades poblacionales iniciales que ameriten la aplicación de alguna táctica de combate. Las condiciones geográficas, edáficas y climáticas, así como el material genético con que se esté trabajando, son factores que pueden hacer variar los resultados obtenidos, por lo que deben ser tomados en cuenta.

Finalmente, parece conveniente estudiar la eficiencia de extracción de varios métodos que recuperan nematodos del suelo, con el fin de estimar, en forma más precisa, las verdaderas densidades poblacionales presentes en los suelos de las plantaciones comerciales y relacionarlas con los valores de densidad crítica obtenidos en estudios similares a éste.

## RESUMEN

En condiciones de invernadero se evaluó el efecto de 20 densidades (0, 100, 200, ... y 2800 huevos/100 ml de suelo) de población inicial (Pi) de *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento de tomate, cultivar Tropic. Se obtuvo una densidad de tolerancia de 200 huevos/100 ml de suelo, de acuerdo con los datos de peso fresco relativo del follaje y de las raíces, los que coincidieron con la ecuación  $Y = m + (1 - m) z^{p \cdot T}$  propuesta por

Seinhorst. Se obtuvo rendimientos mínimos relativos de 0,73 y 0,75 para el follaje y las raíces, respectivamente. La tasa de reproducción (TR) de *M. incognita* varió con la Pi, según el modelo  $Y = -3,098 - 0,009 X + 0,641\sqrt{X}$ . La TR más alta (8,09) fue obtenida con una Pi de 600 huevos/ml de suelo. Los valores del índice de nódulos radicicales (INR) también variaron con la Pi según el modelo  $Y = 0,609 + 0,0001X^2$ . No hubo correlación entre la TR y el INR.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la ayuda técnica prestada por el Ing. Luis A. Salazar F. y el M.Sc. Gilbert Fuentes G.

### LITERATURA CITADA

- ALVARADO, M.; LOPEZ, R. 1981. Extracción de nematodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. CR1113, mediante modificaciones de las técnicas de centrifugación-flotación y embudo de Baermann modificado. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):7-13.
- BAFOKUZARA, N.D. 1983. Influence of six vegetable cultivars on reproduction of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 15(4):559-564.
- BARKER, K.R.; OLTHOF, T.H.A. 1976. Relationships between nematode population densities and crop responses. *Annual Review of Phytopathology* 14:327-353.
- CANDANEDO, E.; PINOCHET, J.; GAMBOA, A. 1988. Evaluación de germoplasma de tomate al nematodo de las agallas *Meloidogyne incognita* en Costa Rica y Panamá. *Nematropica* 18(1):59-64.
- CHINDO, P.S.; KHAN, F.A. 1988. Relationships between initial population densities of *Meloidogyne incognita* race 1 and growth and yield of tomato. *Pakistan Journal of Nematology* 6(2):93-100.
- DI VITO, M.; EKANAYAKE, H.M.R.K. 1983. Relationship between population densities of *Meloidogyne incognita* and growth of resistant and susceptible tomato. *Nematología Mediterránea* 11(2):151-155.
- DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. 1983. The effect of population densities of *Meloidogyne incognita* on the yield of cantaloupe and tobacco. *Nematología Mediterránea* 11(2):169-174.
- DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. 1985. Population densities of *Meloidogyne incognita* and yield of *Capsicum annum*. *Journal of Nematology* 17(1):45-49.
- EKANAYAKE, H.M.R.K.; DI VITO, M. 1984. Effect of population densities of *Meloidogyne incognita* on growth of susceptible and resistant tomato plants. *Nematología Mediterránea* 12(1):1-6.
- FRANKLIN, M.T. 1962. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7:336-337.
- HADISOEGANDA, W.W.; SASSER, J.N. 1982. Resistance of tomato, bean, southern pea, and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. *Plant Disease* 66:145-150.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57(12):1025-1028.
- LOPEZ, R. 1984. Differential plant responses and morphometrics of some *Meloidogyne* spp. from Costa Rica. *Turrialba* 32(4):445-458.
- LOPEZ, R.; AZOFEIFA, J. 1981. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados con hortalizas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):29-35.
- LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1990. Microscopía electrónica de rastreo de varias poblaciones de *Meloidogyne javanica* (Nemata: Heteroderidae). *Agronomía Costarricense* 14(1):45-54.
- OLTHOF, T.H.A.; POTTER, J.W. 1977. Effects of population densities of *Meloidogyne hapla* on growth and yield of tomato. *Journal of Nematology* 9(4):296-300.
- PERLAZA, F. 1978. Efecto de la aplicación combinada de nematicidas y fungicidas para el combate de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* spp. en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.). Tesis Ing. Agr., San José, C.R., Universidad de Costa Rica. 61 p.
- SEINHORST, J.W. 1965. The relationship between nematode density and damage to plants. *Nematologica* 11:137-154.
- TAYLOR, D.P.; NETSCHER, C. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7:336-337.