

## Efecto del follaje de *Tagetes minuta* sobre la nodulación radicular de *Meloidogyne incognita* en *Capsicum annuum*, en invernadero

### Effect of the foliage of *Tagetes minuta* on *Meloidogyne incognita* root-galling on *Capsicum annuum* in a greenhouse

Santos Nélica Murga-Gutiérrez, Juan Carlos Alvarado-Ibáñez, Nora Yessenia Vera-Obando

Departamento Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Email Santos Nélica Murga-Gutiérrez: smurga@unitru.edu.pe

#### Resumen

Se investigó el efecto del follaje del "huacatay" *Tagetes minuta* sobre la nodulación radicular producida por el nematodo *Meloidogyne incognita* que parasita el "pimiento páprika" *Capsicum annuum* cultivado en invernadero, con la finalidad de obtener una alternativa de control de este nematodo. Se utilizaron tres grupos experimentales y un testigo, con 12 macetas cada uno, las cuales contenían suelo y arena estériles (1:1). A este sustrato se adicionó el follaje de *T. minuta* al 20, 35 y 50% (v/v) según grupo experimental, y el testigo no recibió esta enmienda. En cada maceta se sembró una plántula de *C. annuum*, y a la semana postsiembra se inoculó 5000 huevos de *M. incognita*. A las ocho semanas, se evaluaron los nódulos en sus raíces. Todas las plantas presentaron nódulos; aunque, en aquellas de los grupos experimentales el número de éstos fue menor que en las plantas testigo, con diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ). Entre el número de nódulos de las plantas de los grupos experimentales no hubo diferencia estadística ( $p > 0,05$ ). Se concluye que el follaje de *T. minuta* adicionado como enmienda orgánica al 20, 35 y 50% al suelo de cultivo de plantas de *C. annuum* limita la nodulación radicular ocasionada por *M. incognita*. Lo cual sugiere su uso potencial en el control de este nematodo.

**Palabras clave:** nematocida; fitonematodo; *Capsicum annuum*; enmienda orgánica.

#### Abstract

The effect of the foliage of *Tagetes minuta* "huacatay" on *Meloidogyne incognita* root-galling on *Capsicum annuum* "paprika pepper" cultured in a greenhouse was researched, to obtain a control strategy for this nematode. Three experimental groups and one control with 12 pots each were used, which contained sterilized soil and sand (1:1). To this substrate was added cut foliage of *T. minuta* at 20, 35 and 50% (v/v) according to the experimental group, and the control group remained without this amendment. In each pot a seedling of *C. annuum* was sown, and one week post-seeding was inoculated with 5000 eggs of *M. incognita*. Eight weeks later the root galling was evaluated. All the plants had root galling; although the number of galls in plants of the experimental groups was less than those in the control group with statistical significant difference ( $p < 0.05$ ). Among the numbers of galls in the plants of the three experimental groups there was no significant difference ( $p > 0.05$ ). It is concluded that the foliage of *T. minuta* added as organic amendment at 20, 35 and 50% to the culture soil for *C. annuum* plants limits the *M. incognita* root galling. That suggests its potential use in the control of this nematode.

**Keywords:** nematocida; plant nematode; *Capsicum annuum*; organic amendment.

Presentado: 26/09/2012  
Aceptado: 25/11/2012  
Publicado online: 15/01/2013

#### Introducción

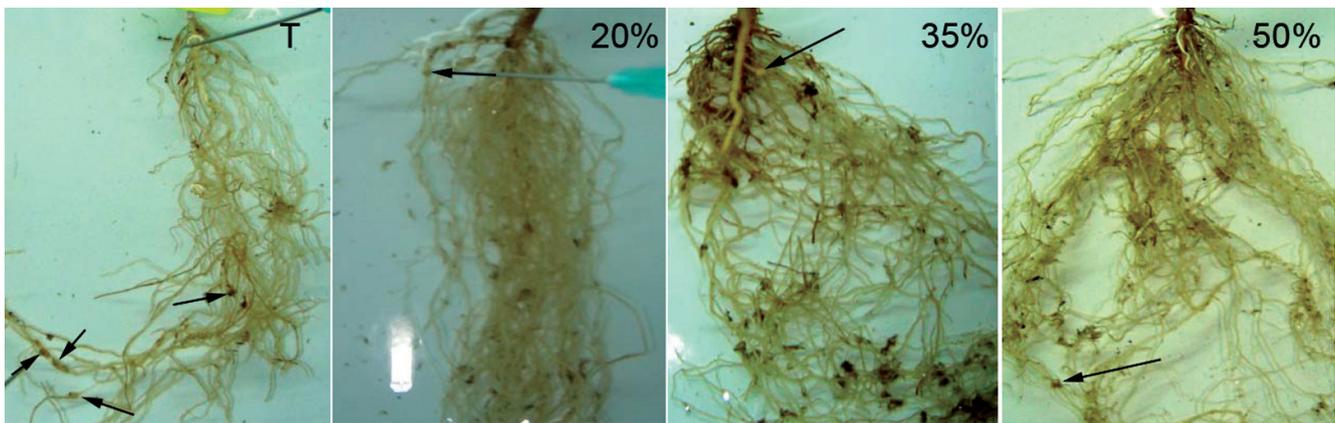
En la agricultura tropical y subtropical, los nematodos del nódulo radicular *Meloidogyne* spp. son los parásitos de mayor importancia económica (Sasser 1979, Johnson 1985); por su potencial efecto perjudicial sobre el rendimiento y la calidad de los productos en una amplia gama de cultivos comerciales. Estos nematodos parasitan las raíces de las plantas y alteran el tejido radicular y la asimilación normal de los nutrientes. Además de estos perjuicios directos que ocasionan en sus hospederos, pueden interactuar con otros organismos fitopatógenos generando pérdidas mayores que las provocadas de manera individual (Taylor & Sasser 1983, Webster 1985).

Por sus efectos perjudiciales en los cultivos, los nematodos de las especies de *Meloidogyne*, entre ellas *M. incognita*, la especie más común en los climas cálidos, requieren del control de sus poblaciones, siendo común el uso de agroquímicos con riesgos para el ecosistema. Aunque, también se utilizan estrategias de control biológico para suprimir estos organismos; así se tiene, el empleo de vegetales con propiedades antagonicas potenciales,

por producir diversos metabolitos secundarios tóxicos (Daulton & Curtis 1963, Ploeg 2000, Krueger et al. 2010).

Las propiedades antagonicas de algunas especies vegetales pueden explotarse al rotarlas, asociarlas con los cultivos o incorporarlas al suelo agrícola (Bhatti 1988, Waller 1987). Las especies de *Tagetes* constituyen un grupo de antagonistas potenciales, por poseer propiedades nematocidas, fungicidas, insecticidas y antivirales (Miller & Ahrens 1969, Ploeg 2000, Krueger et al. 2010). Estas propiedades podrían variar según especie de *Tagetes*, de nematodo y de hospederos, tipo de suelo y clima. Se ha descrito que no todas las variedades de *Tagetes* controlan todos los tipos de nematodos (Krueger et al. 2010).

Varias especies de *Tagetes* han mostrado eficacia en el control de fitonematodos, especialmente contra *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. (Rickard & Dupree 1978, Ploeg 2002, Wang et al. 2007). En el control de *Meloidogyne* spp., numerosos investigadores han probado el efecto de estas plantas en experimentos en laboratorio, en invernadero y en campo (Motsinger et al. 1977, Rickard & Dupree 1978, Oduor-Owino & Waudu 1994,



**Figura 1.** Nódulos radiculares (flechas) causados por *Meloidogyne incognita* en raíces de plantas de *Capsicum annuum* cultivadas en suelo enmendado con follaje de *Tagetes minuta* al 20%, 35% y 50%, y en el testigo (T).

Ploeg 2002). Estas especies vegetales podrían inhibir la eclosión de los huevos y ser nematicidas en juveniles de *Meloidogyne* (Siddiqi & Alam 1988, Murga-Gutiérrez 2007).

*Tagetes minuta*, nativa de regiones templadas de América del Sur, incluyendo el Perú, es otra planta nematicida potencial, rica en monoterpenos, sesquiterpenos, flavonoides, tiofenos y compuestos aromáticos acíclicos, monocíclicos y bicíclicos (Rodríguez & Marbry 1977, Soule 1993, Liza et al. 2009) que podría utilizarse para controlar eficazmente a *Meloidogyne*, y evitar el uso de agroquímicos los cuales por su toxicidad alteran los agroecosistemas. Este nematodo suele afectar a los cultivos de *Capsicum annuum* “pimiento páprika”, ampliamente sembrado en la costa peruana y en particular en la costa de la región La Libertad, por ser agroexportable y de gran valor comercial; aunque sus cosechas no son óptimas debido al ataque por *Meloidogyne* spp., entre otros agentes patógenos.

Por lo anteriormente expuesto, en el presente trabajo se investigó el efecto del follaje de *T. minuta* al 20, 35 y 50% (v/v) sobre la nodulación radicular de *M. incognita* en plantas de *C. annuum* cultivadas en invernadero.

## Material y métodos

**Material de estudio.**- Se trabajó con huevos de *M. incognita*, plántulas de *C. annuum* “pimiento páprika”, y follaje fresco de plantas de *T. minuta* de dos meses de edad (pre-floración), cultivada en la localidad de Pedregal, del distrito Laredo, provincia Trujillo, La Libertad (Perú).

El sustrato de cultivo estuvo constituido por una mezcla de suelo fértil y arena en proporción 1:1, de textura franco arenosa y pH 7,2.

El experimento fue conducido en un invernadero ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Trujillo, a una temperatura diurna promedio de 30 °C y humedad relativa de 65%.

**Establecimiento de los grupos de estudio.**- Se establecieron cuatro grupos de estudio; tres experimentales y un testigo, con 12 macetas cada uno, en las cuales se colocó el suelo fértil y arena estériles (1:1). A este sustrato se adiciono el follaje de *T. minuta*, cortado en partes pequeñas, al 20, 35 y 50% (v/v) según grupo experimental, y el testigo no recibo esta enmienda. El suelo se humedeció a capacidad de campo y a los dos días, en cada maceta se sembró una plántula de *C. annuum* libre de patógenos, y a la semana postsiembra se inoculó con huevos de *M. incognita*.

**Extracción e inoculación de huevos de *M. incognita*.**- De plantas de *C. annuum* parasitadas con *M. incognita*, se extrajeron los huevos de este nematodo utilizando hipoclorito de sodio al 0,5% (Zuckerman 1985); se calculó la concentración de huevos y se inoculó 5000 huevos por planta.

**Evaluación del efecto del follaje de *T. minuta* sobre la nodulación de *M. incognita* en plantas de *C. annuum*.**- A las ocho semanas de la inoculación, de cada maceta se extrajo la planta de *C. annuum*, e individualmente, se lavaron y analizaron sus raíces. Con ayuda del estereoscopio, se detectaron y contaron los nódulos ocasionados por *M. incognita* en cada sistema radicular, y con un microscopio común se observaron las masas de huevos del nematodo.

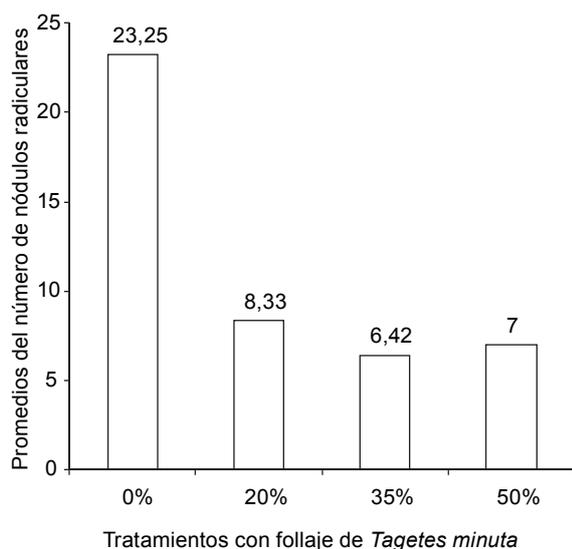
**Análisis estadístico.**- El diseño experimental fue completamente al azar con 12 repeticiones por tratamiento. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el ANOVA y la medias se compararon mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados

Las plantas de los cuatro grupos de estudio presentaron nódulos en sus raíces debidos a *M. incognita* (Fig. 1), en aquellas de los grupos tratados con follaje de *T. minuta* al 20, 35 y 50% el número de éstos fue menor que en las plantas testigo (sin enmienda) con diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ), según el ANOVA (Tabla 1) y la prueba de Tukey. El promedio de los números de nódulos radiculares en las plantas del grupo con 20% de enmienda fue 8,33 (3 – 19), en las de 35% fue 6,42 (2 – 19), en las de 50%, 7,00 (0 – 18) y en las del testigo, 23,25 (18 – 35) (Fig. 2). Entre el número de nódulos en las plantas de los tres grupos experimentales no hubo diferencia estadística ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 1.** Resultados del ANOVA del número de nódulos radiculares en plantas de *Capsicum annuum* según tratamientos con follaje de *Tagetes minuta* al 20, 35 y 50%, y 0% (testigo).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2327,167	3	775,722	17,240	0,000
Intra-grupos	1979,833	44	44,996		
Total	4307,000	47			



**Figura 2.** Promedios del número de nódulos radiculares en plantas de *Capsicum annuum* según tratamientos con follaje de *Tagetes minuta* al 20, 35 y 50%, y 0% (testigo).

### Discusión

La formación de nódulos en las raíces de las plantas de *C. annuum* “pimiento páprika” de los cuatro grupos de estudio que fueron inoculados con *M. incognita*, muestra la susceptibilidad de esta especie vegetal a la infección con este nematodo. La formación de estos nódulos radiculares como consecuencia del efecto histopatognico que ocasionan estos fitoparásitos (Sasser 1979), además de la alteración de la absorpcin del agua y los nutrientes, constituye el principal signo visible de la infección de las raíces con estos nematodos.

El menor número de nódulos radiculares ocasionados por *M. incognita* en las plantas de *C. annuum*, cuyo suelo de cultivo fue enmendado con follaje de *T. minuta* al 20, 35 y 50%, en comparación con aquellos de las plantas del grupo testigo, indicaría que esta enmienda a base de follaje de *T. minuta* tiene un efecto antagonico en el desarrollo de *M. incognita*. Este efecto es concordante con los resultados de estudios realizados por otros autores quienes han descrito que extractos de *T. minuta* tienen propiedades nematocidas (Miller & Ahrens 1969, Davide 1979, Ploeg 2000, Liza et al. 2009). Además, se ha descrito que exudados de *T. minuta* ocasionan una disminución del agallamiento o la nodulación radicular ocasionado por *M. javanica* (Oduor-Owino & Waudo 1994). Estudios con extractos de hojas, raíces y flores de *T. minuta* también han mostrado que además del efecto nematocida tienen efecto larvicida e insecticida (Wells et al. 1993, Perich et al. 1994).

La falta de diferencia estadística significativa entre los números de nódulos en las raíces de las plantas de pimiento páprika de los tres grupos tratados con la enmienda estudiada, expresa que estas concentraciones podran tener el mismo efecto antagonico sobre el desarrollo de *M. incognita* (Fig. 2). Por lo que, cualquiera de ellas podra utilizarse en el control de estos nematodos. Aunque, sera suficiente el empleo de la concentración al 20%, por requerir una menor cantidad de follaje de *T. minuta*, y por reducir el riesgo de algún efecto no deseado. Uno de los estudios ha mostrado que un extracto menos diluido presenta mayor poder ovicida contra *M. incognita* (Loaiza et al. 1996).

El substrato usado en la instalación del experimento fue esterilizado, por lo que la flora microbiana saprófita se instaló gradual y naturalmente durante el proceso de cultivo. Al no contener suficientes microorganismos degradadores, el follaje de *T. minuta* se habra degradado lenta y parcialmente ocurriendo un mejor efecto de esta enmienda sobre *Meloidogyne*. La conducción de este experimento en condiciones de campo, validara esta alternativa como una estrategia de control de este nematodo. La aplicación en campo, del follaje de esta especie vegetal como enmienda orgánica sera no sólo benéfica para el control de las poblaciones del nematodo, sino también como una enmienda orgánica promisorias; además, su cultivo es de fácil conducción y de bajo costo.

Se concluye que, en condiciones de invernadero el follaje de *T. minuta* adicionado como enmienda orgánica al 20, 35 y 50% al suelo de cultivo de plantas de *C. annuum* limita la nodulación radicular ocasionada por *M. incognita*. Lo cual sugiere su uso potencial en el control de este nematodo.

### Literatura citada

- Bhatti D.S. 1988. Utilization of toxic plants for the control of nematode pests of economic crops. Final Technical Report. Hisard, India: Aryana Agricultural University.
- Daulton R.A.C. & R. F. Curtis. 1963. The Effects of *Tagetes* spp. on *Meloidogyne javanica* in Southern Rhodesia. *Nematologica* 9(3): 357-362.
- Davide G.R. 1979. Effects of nematocides and *Tagetes erecta* on the control of *Meloidogyne incognita* and on yield of tomato. *Philipp. Phytopathol.* 15: 141-144.
- Johnson A.W. 1985. Specific crop rotation effects combined with cultural practices and nematicides. pp. 283-301. In: J.N. Sasser and C.C. Carter, eds. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1: Biology and control. Raleigh: North Carolina State University Graphics.
- Krueger R., K.E. Dover, R. McSorley & K.-H. Wang. 2010. Marigolds (*Tagetes* spp.) for Nematode Management. ENY-056 (NG045), Entomology & Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville, FL.
- Liza M.L., N.H.E. Bonzani & J.A. Zygadlo. 2009. Allelopathic potential of *Tagetes minuta* terpenes by a chemical, anatomical and phytotoxic approach. *Biochemical, Systematic and Ecology* 36: 882-890.
- Loaiza J., A. Esquivel, I. Rodríguez & P.L. Chavarria. 1996. Potencial ovicida de extractos de *Tagetes* spp. contra *Meloidogyne incognita*. Libro de resmenes del X Congreso Nacional Agronmico, III Congreso de Fitopatologa, p. 121. Heredia, Costa Rica.
- Miller M.P. & J.F. Ahrens. 1969. Influence of growing marigolds, weeds, two cover crops and fumigation on sub-sequent populations of parasitic nematodes and plant growth. *Plant Disease Reporter* 53: 642-646.
- Motsinger R.E., E.H. Moody & C.M. Gay. 1977. Reaction of certain French marigold (*Tagetes patula*) cultivars to three *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 9: 278.
- Murga-Gutiérrez S.N. 2007. Nematodos fitoparsitos asociados al cultivo de *Tagetes erecta* Vir, La Libertad, Perú. *Neotrop. helminthol.* 1(1): 15-20.
- Oduor-Owino P. & S.W. Waudo. 1994. Comparative efficacy of nematicides and nematocidal plants on root-knot nematodes. *Trop. Agric.* 71(4): 272-274.
- Perich M., C. Wells, W. Bertsch & K.E. Tredway. 1994. Toxicity of extracts against three *Tagetes* against adults and larvae of yellow fever mosquito and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 31(6): 833-837.

- Ploeg A.T. 2000. Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *Meloidogyne incognita* infestation on tomato. *Nematology* 2(5):489-493.
- Ploeg A.T. 2002. Effects of selected marigold varieties on root-knot nematodes and tomato and melon yields. *Plant Dis.* 86(5): 505-508.
- Rickard D.A. & A.W. Dupree. 1978. The effectiveness of ten kinds of marigolds and five other treatments for control of four *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 10:296-297.
- Rodríguez E. & T.J. Mabry. 1977. *Tageteae*-chemical review. In: V.H. Heywood, J.B. Harborne and B.L. Turner (eds.). *The biology and chemistry of the Compositae*, pp. 785-798. Academic Press. London. United Kingdom.
- Sasser J.N. 1979. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries pp. 256-268. In: F. Lamberti & C.E. Taylor, eds. *Root-knot nematodes (Meloidogyne species). Systematics, biology and control*, London: Academic Press.
- Siddiqi M.A. & M.M. Alam. 1987. Control of plant-parasitic nematodes by intercropping with *Tagetes* spp. *Nematol. mediterr.* 15:205-211.
- Siddiqi M.A. & M.M. Alam. 1988. Control of plant parasitic nematodes by *Tagetes tenuifolia*. *Revue de Nématologie* 11:369-370.
- Soule J.A. 1993. *Tagetes minuta*: A potential new herb from South America. pp. 649-654. In: J. Janick & J.E. Simon, eds. *New crops*. New York: Wiley.
- Taylor A.L. & J.N. Sasser. 1983. *Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz (Especies de Meloidogyne)*. Raleigh: North Carolina State University Graphics.
- Waller G.R., ed. 1987. *Allelochemicals: Role in agriculture and forestry*. Vol. 330. Washington D.C.: American Chemical Society.
- Wang K.-H., C.R. Hooks & A. Ploeg. 2007. Protecting crops from nematode pests: Using marigold as an alternative to chemical nematicides. Honolulu (HI): University of Hawaii. 6 p. (Plant Disease; PD-35).
- Webster J.M. 1985. Interaction of *Meloidogyne* with fungi on crop plants. pp. 183-192. In: J.N. Sasser & C.C. Carter, eds. *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Vol. 1. Biology and Control. Raleigh: North Carolina University Graphics.
- Wells C.D., A. Mongin & W. Bertsch. 1993. A study of photosensitive insecticidal volatiles in marigold (*Tagetes minuta*). *J. High Resolut. Chromatogr* 16(1): 53-55.
- Zuckerman B.M., W.F. Mai & M.B. Harrison. 1985. *Plant Nematology Laboratory Manual*. Massachusetts: University of Massachusetts Agricultural Experiment Station.