

Exoesqueleto de camarón para controlar el nematodo nodulador, *Meloidogyne incognita*, en tomate en el invernadero^{1,2}

Julio Lara-Márquez³, Nelia Acosta⁴ y Nydia Vicente⁵

RESUMEN

Una enmienda de exoesqueleto de camarón al suelo a dosis de 2 y 4% (v/v) aplicada 25, 30 y 35 días antes de la siembra redujo el daño causado por *Meloidogyne incognita* a plantas de tomate disminuyendo la nodulación en raíces y aumentando la altura y el peso seco de las plantas en el invernadero. La dosis de 4% aplicado 30 ó 35 días antes de la siembra aumentó el peso seco del follaje de las plantas sembradas en suelo infestado por el nematodo.

ABSTRACT

A soil amendment of shrimp shell at dosages of 2 and 4% (v/v) applied 25, 30 and 35 days before planting reduced damage to tomatoes caused by *Meloidogyne incognita*, decreasing root galling and increasing height and dry weight of plants. The 4% dosage applied 30 or 35 days before planting increased shoot dry weight of tomato plants grown on nematode infested soil in the greenhouse.

INTRODUCCION

Las enmiendas orgánicas producen incrementos en los rendimientos de los cultivos. Éstas incluyen los abonos orgánicos, los abonos verdes, las tortas de aceite, los residuos de cosechas y los desechos agroindustriales (3,12). En el pasado los incrementos en rendimientos de los cultivos eran atribuidos solamente a la aportación de nutrimentos por estos agregados. Sin embargo, varios investigadores observaron posteriormente que algunas de estas prácticas disminuían los niveles poblacionales de los nematodos fitoparasíticos. Las enmiendas orgánicas pueden actuar sobre los nematodos liberando compuestos nematicidas o nematostáticos,

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 22 de enero de 1992.

²Investigación realizada como parte de los requisitos para el grado de Maestro en Ciencias del autor principal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R.

³Estudiante Graduado, Departamento de Protección de Cultivos. Dirección actual: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Aptdo. 6-4391, El Dorado, Panamá.

⁴Nematóloga, Departamento de Protección de Cultivos.

⁵Nematóloga Auxiliar, Departamento de Protección Cultivos.

promoviendo la reproducción de organismos depredadores o parásitos o inhibiendo la eclosión de huevos (8,11,12,14,17).

El primer informe sobre el control de nemátodos con enmiendas al suelo lo hicieron Linford y colaboradores en 1938 (8), al incorporar al suelo residuos de piña para controlar el nematodo nodulador de frijol (*Vigna unguiculata*). Observaron aumentos en el número de nemátodos de vida libre mientras que *Meloidogyne* spp. decrecía. Sugirieron que la materia orgánica favorecía la reproducción de especies antagónicas a los nemátodos.

En experimentos de invernadero y de campo se ha demostrado que la cáscara de la mazorca del cacao (*Thebroma cacao* L.) o la cáscara de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) reducen significativamente la nodulación causada por el nematodo nodulador (*Meloidogyne incognita*) en frijol con tanta eficacia como el nematicida carbofuran (3). Otros materiales de origen vegetal como la borra de café (*Coffea arabica* L.), pajas de crotalaria (*Crotalaria spectabilis* Roth.), Kudzú [*Pueraria lobata* (Willd) Ohwi] o ramio [*Boehmeria nivea* (L.) Gaud] a razón de 1.0% (p/p) pueden disminuir la nodulación de las raíces de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) ocasionada por *M. arenaria* (10). El estiércol de aves de corral (15 y 20 TM/ha), comparado con los nematicidas aldicarb y carbofuran, a dosis de 3 kg i.a./ha, afecta el desarrollo de poblaciones del nematodo *M. incognita* y disminuye el índice de nodulación aumentando los rendimientos (5).

Se ha estudiado el efecto de enmiendas como celulosa, almidón, quitina y dextrosa en la dinámica poblacional del nematodo nodulador de las raíces. Mankau y Das (9) encontraron una disminución en el número de juveniles recuperados y la formación de nódulos radicales de plantas sembradas en suelos enmendados con quitina. Rodríguez-Kábana y sus colaboradores (13) informaron una disminución en los nódulos radicales causados por *M. arenaria* en calabacín al añadirle al suelo una mezcla de harina de soya, urea y Clandosan 601. También informaron aumentos en rendimientos de frijol, berenjena y tabaco. Otras pruebas han precisado que el uso de quitina a concentraciones de más de 0.2% (p/p) reduce el número de nódulos (1,2,4).

Este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la enmienda orgánica de exoesqueleto triturado de camarón sobre el nematodo *Meloidogyne incognita* y el desarrollo de plantas de tomate de mesa en el invernadero.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluó en el invernadero el efecto de dos dosis de la enmienda exoesqueleto de camarón (2 y 4% v/v) a tres intervalos de aplicación (25, 30 y 35 días antes de la siembra). En experimentos anteriores estos tratamientos habían sido los más favorables para el desarrollo de las plantas de tomate según descrito por Lara Mártez y Acosta (7).

El exoesqueleto de camarón se obtuvo de la industria camaronera. El exoesqueleto se secó al sol y se trituroó en un molino eléctrico hasta obtener partículas de 2 mm de diámetro. Se utilizó una mezcla de suelo de textura arenosa esterilizado en autoclave por 30 min. a 121°C y 15 lb de presión.

Con la mezcla de suelo previamente esterilizada al vapor se llenaron bolsas de polietileno negro, donde se sembraron plántulas de tomate cv. Flora Dade de 3 semanas de edad. A los 15 días del trasplante, a la mitad de las bolsas se les añadió 3,000 huevos y larvas del nematodo nodulador. Los huevos se extrajeron de raíces de tomate utilizando el método de Hussey y Barker (6). Cincuenta días después se eliminó la parte aérea y las raíces más gruesas tanto de las plantas inoculadas como de las no inoculadas y se aplicaron las concentraciones de la enmienda. Las diferentes dosis se añadieron a intervalos de 35, 30 y 25 días antes del trasplante de las plántulas experimentales cv. Flora Dade de 5 semanas de edad, sembrándose una planta por bolsa.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 3 x 2 (tres dosis, tres intervalos y presencia o ausencia de nematodo) y seis repeticiones por tratamiento. La influencia de un gradiente de intensidad de luz solar sobre el invernadero se minimizó con el modelo experimental usado (15).

Las plantas se regaron por goteo y se amarraron a las 4 y 6 semanas después de la siembra. Cada 2 semanas se aplicó un fertilizante foliar (20-20-20). Se realizaron aplicaciones preventivas cada 15 días del insecticida metomil y del fungicida benomil. El experimento se cosechó a los 50 días después de la siembra. Se tomaron datos de altura y peso seco de la parte aérea y de las raíces de la planta. Se realizaron lecturas del índice de nodulación de las raíces por planta, basado en la escala de Taylor y Sasser (16), en la cual 0 = 0 nódulos, 1 = 1 a 2 nódulos, 2 = 3 a 10 nódulos, 3 = 11 a 30 nódulos, 4 = 31 a 100 y 5 = más de 100 nódulos. Todos los datos se analizaron mediante procedimientos convencionales (ANOVA) (15). Las diferencias entre medias se evaluaron con la prueba de diferencias mínimas significativas a un nivel de 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

En general, se obtuvieron plantas más altas y de mayor peso con la incorporación de la enmienda (2% y 4% v/v) aplicada 30 y 35 días antes del trasplante al compararlas con los testigos sin enmienda y sin nematodo (cuadros 1 y 2). Estos resultados corroboran los efectos positivos de la enmienda en el cultivo de tomate obtenidos por Lara-Márquez y Acosta (7) en experimentos anteriores. Rodríguez-Kábana y sus colaboradores (13) obtuvieron plantas de calabacín más altas en suelos enmendados con Clandosan 601, IGENE Biotechnology, Columbia, Maryland 21045. La dosis 2% de la enmienda produjo el mejor desarrollo

CUADRO 1.—Efecto del intervalo de aplicación y dosis de exoesqueleto de camarón sobre la altura de la planta de tomate¹

Dosis	Intervalo de aplicación ²			Promedio
	25	30	35	
% v/v		(cms)		
0	65.0 de	75.1 bcd	71.6 cd	70.6
2	94.3 a	90.0 ab	95.2 a	93.2
4	53.8 e	96.8 a	82.0 abc	77.5
Promedio	71.03	87.3	82.9	

¹Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí a un nivel de significancia estadística de 5% de acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas.

²Días antes de la siembra.

CUADRO 2.—Efecto del intervalo de aplicación y dosis de exoesqueleto de camarón sobre el peso seco del follaje y raíces de tomate¹.

Dosis	Intervalo de aplicación ²			Promedio
	25	30	35 ²	
	<i>Peso seco follaje (g)</i>			
0	6.1 c	7.0 c	7.2 c	6.8
2	9.4 b	12.4 a	14.0 a	11.9
4	6.0 c	14.0 a	11.8 a	10.6
Promedio	7.2	11.1	11.0	
	<i>Peso seco raíces (g)</i>			
0	1.0 de	1.3 bcd	1.3 bcd	1.2
2	1.1 cde	1.6 abc	2.0 a	1.6
4	0.7 e	2.0 a	1.8 ab	1.5
Promedio	0.9	1.6	1.7	

¹Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí a un nivel de significancia estadística de 5% de acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas.

²Días antes de la siembra.

de las plantas independientemente del intervalo de aplicación. Aparentemente la dosis de 4% fue fitotóxica a las plantas a un intervalo de 25 días antes del trasplante.

Se observa una relación positiva entre el intervalo de aplicación y la dosis, aparentemente a mayor dosis mayor debe ser el intervalo de tiempo entre la aplicación de la enmienda y la siembra del cultivo. Ello propicia una mejor descomposición de la enmienda, la que reduce los riesgos de fitotoxicidad y promueve un mejor desarrollo de la planta. Los cuadros 3, 4 y 5 presentan el efecto de la dosis y el intervalo de aplicación

CUADRO 3.—Efecto de intervalo de aplicación, dosis de exoesqueleto de camarón y la presencia de *M. incognita* sobre la altura de plantas de tomate e índice de nodulación de raíces¹.

Presencia nematodo	Dosis	Intervalo de aplicación ²			Promedio	Índice nodulación (0-5) ³
		25	30	35		
	% v/v	Altura (cm)				
-	0	97.8 a	85.6 ab	86.3 ab	89.9	0.0 a
	2	99.3 a	87.9 ab	94.3 ab	93.8	0.0 a
	4	15.8 d	99.1 a	71.7 bc	62.2	0.0 a
	Promedio	70.9	90.9	84.1		
+	0	32.3 d	64.7 c	56.9 c	51.3	5.0 c
	2	89.2 ab	92.2 ab	96.1 a	92.5	4.7 b
	4	91.8 ab	94.4 ab	92.3 ab	92.8	4.4 b
	Promedio	71.1	83.8	81.8		4.7

¹Promedios con la misma letra no difieren entre si a un nivel de significancia estadística de 5% de acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas.

²Días antes de la siembra.

³Basado en escala de 0 a 5 donde; 0 = nódulos, 1 = a 2 nódulos, 2 = nódulos, 2 = 3 a 10 nódulos, 3 = × 11 a 30 nódulos, 4 = 31 a 100 nódulos y 5 = más de 100 nódulos radicales.

CUADRO 4.—Efecto de intervalo de aplicación, dosis de exoesqueleto de camarón y la presencia de *M. incognita* sobre el peso seco del follaje de plantas de tomate¹.

Presencia nematodo	Dosis	Intervalo de aplicación ²			Promedio
		25	30	35	
		% v/v	Peso seco (gm)		
-	0	10.9 cdef	10.6 cdef	11.0 cdef	10.8
	2	8.9 ef	13.0 abcd	14.9 ab	12.3
	4	1.5 g	13.0 abcd	8.2 f	7.7
Promedio		7.1	12.3	11.4	
+	0	1.2 g	3.4 g	3.4 g	2.7
	2	9.9 def	11.8 bcde	13.0 abcd	11.6
	4	10.4 cdef	14.6 ab	15.4 a	13.5
Promedio		7.2	9.9	10.6	

¹Promedios con misma letra iguales no difieren entre si a un nivel de significancia estadísticas de 5% de acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas.

²Días de la siembra.

CUADRO 5.—Efecto de intervalo de aplicación, dosis de exoesqueleto de camarón y la presencia de *M. incognita* sobre el peso seco total de plantas de tomate¹.

Presencia nematodo	Dosis	Intervalo de aplicación ²			Promedio
		25	30	35	
		% v/v			
-	0	12.4 cdef	12.2 cdef	12.4 cdef	12.3
	2	9.8 ef	14.6 abcd	16.7 ab	13.7
	4	1.7 g	15.1 abcd	9.2 f	8.7
Promedio		8.0	14.0	12.8	
+	0	1.7 g	4.4 g	4.6 g	3.6
	2	11.3 def	13.3 bcde	15.2 abc	13.3
	4	11.6 cdef	16.9 ab	17.9 a	15.5
Promedio		8.2	11.5	12.6	

¹Promedios con letras iguales en la misma columna no difieren entre si a un nivel de significancia estadísticas de 5% de acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas.

²Días antes de la siembra.

sobre la altura y el peso seco del follaje de la planta y la presencia del nematodo. Se muestra el efecto detrimental del nematodo sobre la planta (altura y peso seco) y cómo ese efecto desaparece en presencia de la enmienda. El efecto fitotóxico de la dosis mayor de la enmienda (4%) aplicada 25 días antes del trasplante que se manifiesta en las plantas sin nematodo y que resulta tan detrimental a la planta como el efecto del nematodo solo, no se presenta en las plantas con nematodo y con enmienda (cuadros 3, 4 y 5).

La presencia del nematodo en las raíces de la planta se determinó por la nodulación radical. Se observa una reducción en el índice de nodulación en plantas infectadas por el nematodo con la aplicación de la enmienda al compararlas con plantas infectadas sin enmienda (cuadro 3). Mian y sus colaboradores (10) encontraron que al incorporar la quitina al suelo a razón de 1% (p/p) o más, eliminaban la nodulación en las raíces de calabacín causada por *M. arenaria*. En trabajos recientes (13) se obtuvo un 50% de reducción en el número de nódulos por *M. arenaria* en calabacín con aplicaciones de Clandosan 601 solo al suelo.

Los resultados del estudio aquí reportado ponen de manifiesto el efecto nematicida de la enmienda ya que ésta, independientemente de la dosis o el intervalo de aplicación, eliminó el efecto nocivo del nematodo sobre la planta en todos los parámetros evaluados. También se evidencia el efecto positivo (abono verde) de la enmienda sobre el suelo, lo que se manifiesta en un mejor desarrollo de las plantas con enmienda en contraste con las sin enmienda. Esto corrobora los hallazgos previos de Lara Mártez y Acosta (7).

Bajo las condiciones de este estudio la dosis de 2% fue la mejor independientemente del período de aplicación.

LITERATURA CITADA

1. Culbreath, A. K., R. Rodríguez-Kábana and G. Morgan-Jones. 1985. The use of hemicellulosic waste matter for reduction of the phytotoxic effects of chitin and control of root-knot nematodes. *Nematropica* 15: 49-75.
2. —, —, and —. 1986. Chitin and *Paecilomyces lilacinus* for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 16: 153-66.
3. Egunjobi, O. A. and J. O. Olaitan. 1986. Response of *Meloidogyne incognita* infected cowpea to some agro waste soil amendments. *Nematropica* 16: 33-43.
4. Godoy, G., R. Rodríguez-Kábana, R. A. Shelby and G. Morgan-Jones. 1983. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. II. Effects on microbial population. *Nematropica* 13: 63-74.
5. Herrera, E. 1982. Estudio de dos métodos de control de *Meloidogyne incognita* mediante el empleo de materia orgánica y nematicidas sistémicos. Resumen. *Nematropica* 12: 158-59.
6. Hussey, R. S. and K. R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Dis. Rep.* 57: 1025-28.
7. Lara-Mártez, J. y N. Acosta. 1992. Aplicación de exoesqueleto de camarón, fertilidad del suelo y crecimiento de tomate. *J. Agric. Univ. P.R.* 76: 21-27.
8. Linford, M. B., F. Yap and J. M. Oliveira. 1988. Reduction of soil populations of root-knot nematode during decomposition of organic matter. *Soil Sci.* 45: 127-41.
9. Markau, R. and S. Das. 1969. The influence of chitin amendments on *Meloidogyne incognita*. (Abstr.). *J. Nematol.* 1: 15-16.
10. Mian, I. H., G. Godoy, R. A. Shelby, R. Rodríguez-Kábana and G. Morgan Jones. 1982. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12: 71-84.
11. —, I. H. and R. Rodríguez-Kábana. 1982. Survey of the nematicidal properties of

- some organic materials available in Alabama as amendments to soil for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 12: 235-46.
12. Muller, R. and P. S. Gooch. 1933. Organic amendments in nematode control. An examination of the literature. *Nematropica* 12: 319-26.
 13. Rodríguez-Kábana, R., D. Boubé and R. W. Young. 1990. Chitinous materials from blue crab for control of root-knot nematode. II. Effect of soybean meal. *Nematropica* 20: 153-68.
 14. Sitaramaiah, K., R. S. Singh and B. P. Pal. 1974. Effect of the gaseous atmosphere produced in amended soil on egg hatch of *Meloidogyne javanica*. *J. Nematol.* 6: 152-53.
 15. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2nd. ed. McGraw-Hill Book Co., New York.
 16. Taylor, A. L. and J. N. Sasser. 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* Species). NCSU and USAID, Raleigh, North Carolina.
 17. Tomerlin, A. H., Jr., and G. C. Smart, Jr. 1969. The influence of organic soil amendments on nematodes and other soil organisms. (Abstr.) *J. Nematol.* 1: 29.