

Aplicación de exoesqueleto de camarón, fertilidad del suelo y crecimiento de tomate

Julio Lara Márquez² y Nelia Acosta³

RESUMEN

Se estudió en el invernadero el efecto de una enmienda de exoesqueleto de camarón sobre la fertilidad de una mezcla de suelo de textura arenosa y sobre el crecimiento de la tomatara variedad Manalucie altamente susceptible a los nematodos. Este material tiene un gran potencial como enmienda orgánica nematocida para el control de *Meloidogyne* spp. La enmienda exoesqueleto de camarón a cualquiera de las dosis (0 a 10% v/v) o época de aplicación (5 a 35 días antes del trasplante) incrementa el pH y la cantidad de fósforo, calcio y magnesio en el suelo. Las dosis de más de 6% o épocas de aplicación de menos de 25 días antes del trasplante tienen efectos detrimentales sobre el cultivo. Se obtuvieron plantas más altas y pesados cuando se sembraron a los 25 días o más después de aplicarle al suelo la enmienda a niveles de 2 a 4%.

ABSTRACT

Shrimp shell amendment, soil fertility and tomato growth

The effect of shrimp shell amendment on the fertility of a sandy soil mixture, and on the growth of tomato variety Manalucie highly susceptible to nematodes, was evaluated in a greenhouse experiment. Taller and heavier tomato plants were obtained when planted 25 days after application of shrimp shell to the soil at 2 to 4% levels. This material has potential as an organic-nematicidal amendment for the control of *Meloidogyne* spp. Shrimp shell used as soil amendment at any of the dosages 0 to 10% v/v, or applied 5 to 35 days before transplanting, raised soil pH and increased the amount of phosphorus, calcium and magnesium in the soil. However, rates higher than 6% or applications less than 25 days before transplanting had detrimental effects on tomato plants.

INTRODUCCIÓN

Una enmienda orgánica es cualquier material de origen biológico que se incorpora al suelo para modificar alguna de sus características. Esto incluye abonos orgánicos, abonos verdes, tortas de aceite, estiércol, residuos de cosechas y desechos agroindustriales (7).

Se sabe el efecto positivo que tiene sobre las plantas añadir material orgánico al suelo o colocar una cubierta vegetal alrededor de la base de los árboles. El incremento observado en los rendimientos de los cultivos se atribuye a la aportación de nutrientes que hacen estos materiales.

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 3 de agosto de 1991.

²Nematólogo, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Apartado 6-4391, El Dorado, Panamá, R.P.

³Nematóloga, Departamento de Protección de Cultivos.

Sin embargo, algunos investigadores han observado que algunas de estas prácticas disminuyen los niveles poblacionales de ciertos nematodos fitoparasitarios (1,2,4,5,6,7,8).

La quitina se encuentra en el exoesqueleto de insectos y de algunos crustáceos incluyendo el camarón. Al presente, éste es uno de los compostos naturales con gran potencial como enmienda orgánica para controlar el *Meloidogyne* (2,4, 8). En este estudio se evalúa única y exclusivamente el efecto de aplicaciones de exoesqueleto de camarón sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* L). Posteriormente se evaluó el efecto de las mejores dosis y épocas de aplicación de este material sobre una población de *Meloidogyne* spp. En una próxima publicación se informarán los resultados de experimentos con la enmienda como nematocida orgánico.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron cinco dosis de exoesqueleto de camarón (2,4,6,8 y 10% v/v) y siete épocas de aplicación (5,10,15,20,25,30 y 35 días ante de la siembra). Se incluyeron plantas sin enmienda para comparación. La materia prima se obtuvo de los desperdicios de la industria camaronera. El mismo se secó al sol y se trituró en un molino eléctrico hasta obtener partículas de 2 mm. de diámetro. El análisis químico de la enmienda se hizo en la Universidad de Bielefeld, Alemania, y el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP; cuadro 1). La enmienda contiene diferentes elementos indispensables para el desarrollo del cultivo del tomate.

La mezcla de suelo se obtuvo del vivero de ornamentales de la Finca Alzamora de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de

CUADRO 1.—Características químicas de la enmienda exoesqueleto de camarón

Elemento	Cantidad
Carbono ¹	27.09%
Hidrógeno ¹	4.05%
Nitrógeno ¹	4.32%
Calcio ²	19.09%
Fósforo ²	2.47%
Potasio ²	5.14%
Magnesio ²	1.06%
Cobre ²	20 ppm
Hierro ²	364 ppm
Manganeso ²	119 ppm
Zinc ²	110 ppm

¹Análisis realizado por la Universidad de Bielefeld, Alemania.

²Análisis realizado por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Mayagüez, cuya clasificación no se sabe. La misma tenía un color pardo amarillento y textura arenosa (90% arena, 8% limo y 2% arcilla), con niveles de fósforo, potasio, calcio, magnesio y hierro adecuados para el cultivo del tomate (cuadro 2). El suelo se esterilizó en autoclave por 30 min. a 121° C. y 15 lb. de presión.

Las diferentes concentraciones de la enmienda se determinaron midiendo la dosis de la enmienda en un vaso químico graduado de 500 ml. La enmienda se vertió en un vaso químico de 4 L. y se añadió suelo hasta llegar a un volumen de 3 L. El suelo y la enmienda se mezclaron y la mezcla se pasó a tiestos plásticos de 20 cm de diámetro y 3.7 L. de capacidad. Los tiestos se colocaron en un invernadero sobre estructuras de mallas de alambre y madera instaladas en los bancos. El suelo enmendado se mantuvo húmedo hasta la siembra. Esta operación se repitió cada 5 días, iniciándose 35 días antes de la siembra. Se colocaron cinco semillas de tomate cv. Manalucie por tiesto y al cabo de 20 días se procedió a entresacar las plantas para dejar una por tiesto. Las plantas se regaron periódicamente mediante riego por goteo.

Las plantas se amarraron a las 4 y 6 semanas después de la siembra. Cada 2 semanas se aplicó un fertilizante foliar (20-20-20) a razón de 3 g./L. Se realizaron aplicaciones preventivas del insecticida metomil (0.5 g./L. de agua) y del fungicida benomil (1 g/L. de agua) cada 15 días.

Se usó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (6 x 7) y cinco repeticiones. Cincuenta días después de la siembra se tomaron muestras de suelo por tratamiento y época de aplicación para determinar el efecto de la enmienda sobre el pH y la fertilidad del suelo y sobre la altura y el peso de la parte aérea de la planta. Se tomaron datos de peso seco del follaje que se determinó secando las muestras en

CUADRO 2.—*Características químicas de la mezcla de suelo utilizada en la prueba*¹

pH	6.3
Fósforo ²	57.0 µg/ml
Potasio ³	66.6 µg/ml
Calcio ³	4.6 meq/100 ml
Magnesio ³	1.2 meq/100 ml
Aluminio ³	0.1 meq/100 ml
Materia orgánica ⁴	0.54 %
Manganeso	8.00 µg/ml
Hierro ²	37.50 µg/ml
Zinc ²	0.60 µg/ml
Cobre ²	0.70 µg/ml

¹Análisis realizado por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

²Extraíble.

³Bases intercambiables.

⁴Total.

un horno a 115° C. por 3 días. Todos los datos se analizaron mediante procedimientos convencionales de análisis de varianza (9). Las diferencias entre las medias se evaluaron con la prueba de diferencias mínimas significativas. Se utilizó un nivel de significancia de 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar los efectos de los diferentes niveles de la enmienda sobre la fertilidad del suelo se encontró que la incorporación de la enmienda afectó la composición química del suelo independientemente de la época de aplicación (o días antes de la siembra (cuadro 3). La enmienda elevó en más de una unidad el pH del suelo, incrementándolo a medida que se aumentó la dosis de la enmienda. Los incrementos en el pH se asocian con aumentos en la disponibilidad de calcio y magnesio y la fijación de nitrógeno (3). Mian y colaboradores (4) sugieren que la liberación del nitrógeno amoniacal por la enmienda una vez aplicada al suelo puede ocurrir mediante la acción de enzimas deaminantes. Según estos autores la liberación de nitrógeno amoniacal resulta en aumentos en pH y en la acumulación de N-NO₃ mediante nitrificación. En el presente estudio la liberación del nitrógeno amoniacal pudo haber alcanzado niveles fitotóxicos como se observa a niveles mayores de 6% (cuadro 4).

La enmienda aumentó el contenido de fósforo, manganeso, calcio y magnesio. También se observó un aumento en el contenido de materia orgánica del suelo (cuadro 3). El fósforo y el calcio aumentaron significativamente en todas las dosis, mientras que el manganeso alcanzó niveles más altos solo a dosis mayores de 6%. Las dosis mayores de 2% elevaron significativamente el contenido de magnesio. La materia orgánica incrementó a dosis mayores de 6%. La incorporación de la enmienda no alteró significativamente el contenido de hierro, potasio, cinc y cobre.

CUADRO 3.—Efecto de diferentes dosis de exoesqueleto de camarón en el pH, materia orgánica y algunos elementos del suelo¹

Dosis (% v/v)	pH	Fósforo	Manganeso	Calcio	Magnesio	Materia Orgánica
		(ug/ml)		meq/100 ml)		(%)
0	6.54 d	56.36 b	11.70 b	3.64 b	1.06 c	0.58 b
2	7.69 bc	120.00+ a	9.84 b	5.47 a	1.20 c	0.59 b
4	7.63 ab	120.00+ a	11.27 b	5.79 a	1.44 b	0.63 b
6	7.81 ab	120.00+ a	19.86 ab	6.00 a	1.64 b	0.71 b
8	7.93 a	120.00+ a	27.96 a	5.77 a	1.93 a	1.00 a
10	7.94 a	120.00+ a	25.81 a	5.75 a	2.07 a	0.99 a

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

CUADRO 4.—*Efecto de la dosis de exoesqueleto de camarón, la altura y el peso seco del follaje en plantas de tomate¹*

<i>Dosis (% v/v)</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso seco del follaje</i>
	<i>cmg</i>	
0	73.00 a	2.78 ab
2	94.94 b	7.57 c
4	87.59 b	6.08 d
6	68.70 a	3.62 a
8	34.22 c	1.92 be
10	24.69 c	1.06 e

¹Promedios con la misma letra en la misma columna no difieren entre sí a un nivel de significancia estadística de 5%, según la prueba de diferencia mínimas significativas.

La época de aplicación (días antes de la siembra), independientemente de la dosis, no afectó el pH del suelo ni los niveles de fósforo, calcio, magnesio o materia orgánica. Sin embargo, influyó en las cantidades de manganeso, potasio y hierro (cuadro 5). La concentración de manganeso y hierro disminuyó notablemente a los 10 días después de la aplicación si se compara con el contenido inicial 5 días después de aplicación. Esta disminución se debió posiblemente a que la quitina o productos derivados hayan formado quelatos, por lo que disminuye la cantidad de estos nutrientes que se extraen del suelo. El contenido de potasio en el suelo comenzó a disminuir a los 15 días después de la incorporación del exoesqueleto de camarón. Posiblemente el potasio se perdió por lixiviación al ser desplazado por el NH_4^+ del complejo intercambiable del suelo.

La dosis y la época de aplicación (días antes de la siembra), afectaron la altura y el peso seco del follaje de las plantas (cuadros 4 y 6). Las

CUADRO 5.—*Influencia de la época de aplicación del exoesqueleto de camarón en el contenido de algunos elementos del suelo¹*

<i>Epoca de aplicación²</i>	<i>Manganeso</i>	<i>Potasio</i>	<i>Hierro</i>
	<i>µg/ml</i>		
5	43.0 a	133.0 a	126.7 a
10	19.2 b	140.7 a	35.5 b
15	16.3 b	102.5 b	31.7 b
20	13.3 b	109.2 b	25.2 b
25	14.1 b	61.0 c	21.3 b
30	8.0 b	49.4 c	11.6 b
35	8.3 b	41.4 c	2.9 b

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

²Días antes de la siembra.

CUADRO 6.—Efecto de la época de aplicación de exoesqueleto de camarón en plantas de tomate¹

Epoca de aplicación ²	Altura	Peso seco del follaje
	cm	g
5	58.73 ab	2.49 a
10	51.26 b	2.54 a
15	63.62 abc	4.19 bc
20	55.37 ab	3.50 ac
25	67.47 acd	4.63 b
30	72.91 cd	4.40 bc
35	77.62 d	5.10 b

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

²Días antes de la siembra.

plantas sembradas en los suelos tratados con las dosis de 8 y 10% de exoesqueleto no se desarrollaron o se murieron. Probablemente la acumulación de nitrógeno amoniacal alcanzó niveles fitotóxicos. Esta respuesta es similar a la observada por Mian y colaboradores (4) en calabacín, cuando aplicaciones de quintina al 2% o más redujeron el grado de germinación de las semillas. En el presente estudio, el mejor desarrollo de las plantas se obtuvo con la dosis de 2 a 4% de la enmienda.

El mayor crecimiento se obtuvo de siembras hechas 25 días o más después de aplicar la enmienda a niveles de 2 a 4% (cuadros 4 y 6). Las dosis de 8 y 10% fueron tóxicas a las plantas, lo que se manifestó en una disminución de la altura (cuadro 4). El efecto fitotóxico en suelos enmendados con 8 y 10% de exoesqueleto fue más marcado a períodos de aplicación menores de 30 días.

Estudios de Mian y colaboradores (4) antes de esta investigación mostraron que plantas de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) Summer Crookneck sembradas en suelos enmendados con 0.5% a 2.0% p/p (peso/peso) de quintina son más altas y de tallos más pesados que las de suelo sin tratar o las que recibieron el polímero en concentración de 4%. La incorporación al suelo de quintina a dosis de 0.5% a 4% p/p provocan una marcada reducción del peso fresco de las raíces de soya sin tener un efecto pronunciado en el peso fresco o la altura de la parte aérea de las plantas (8). Estos investigadores concluyeron que fue necesario añadir al suelo 1% o más de quitina para obtener resultados consistentes en el control de nematodos, aunque a estos niveles la quitina fue fitotóxica.

La disminución del efecto fitotóxico de las enmiendas se debe probablemente a la pérdida de nitrógeno (NO₃) por lixiviación o a la inmovilización del exceso de nitrógeno por las actividades microbianas del suelo

debido al carbón adicional o a una combinación de ambos (1). Tratamientos que no tengan suficiente carbono disponible para permitir que la microflora del suelo metabolice todo el nitrógeno disponible pueden permitir acumulación del elemento (6).

BIBLIOGRAFÍA

1. Culbreath, A. K., R. Rodríguez-Kabana 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. —, —, —, 1986. Chitin and *Paecilomyces lilacinus* for the control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 16: 153-66.
3. Foth, H. D., 1894. Fundamentals of Soil Science. John Wiley & Sons, New York, N.Y.
4. Mian, I. H., G. Goday, R. A. Shelby, R. Rodríguez-Kabana and G. Morgan Jones, 1982. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12: 71-84.
5. —, and R. Rodríguez-Kabana, 1982. Soil amendments with oil cakes and chicken litter for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 12: 205-20.
6. —, —, 1982. Survey of nematicidal properties of some organic materials available in Alabama as amendments to soil for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 12: 235-46.
7. Muller, R. and P. S. Gooch, 1982. Organic amendments in nematode control. An examination of the literature. *Nematropica* 12: 319-26.
8. Rodríguez-Kabana, R., G. Morgan-Jones and B. Ownley-Gintis, 1984. Effects of chitin amendments to soil on *Heterodera glycines*, microbial populations, and colonization on cysts by fungi. *Nematropica* 14: 10-25.
9. 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, N.Y.