

Niveles de *Arthrobotrys* spp. y una población de *Meloidogyne incognita* en tomate¹

José A. Chavarría² y Nelia Acosta³

RESUMEN

Se evaluó el efecto de *Arthrobotrys* sobre *Meloidogyne incognita* en tomate cv. Duke en el invernadero comparando tres niveles de *Arthrobotrys* (5, 10 y 15 ml. de una suspensión de micelio por planta) y 2 testigos. El hongo se añadió al semillero y al suelo 30 días antes de la inoculación con *M. incognita*. *Arthrobotrys* aplicado al semillero a razón de 15 ml. fue el mejor tratamiento y hubo diferencias significativas entre la mayoría de las variables comparadas con el testigo de *M. incognita* y con el testigo absoluto.

ABSTRACT

Levels of *Arthrobotrys* spp. and a population of *Meloidogyne incognita* in tomato

An experiment was carried out under greenhouse conditions to evaluate the effect of *Arthrobotrys* spp. on *Meloidogyne incognita* in tomato cv. Duke. Three inoculum levels of *Arthrobotrys*, 5, 10 and 15 ml/plant, and two controls were evaluated. The fungus suspension was added to the seedbed and to the soil 30 days before *M. incognita* inoculation. *Arthrobotrys* applied to the seedbed at a rate of 15 ml was the best treatment and showed a significant variation in most of the variables evaluated when compared to the *M. incognita* control and to the absolute control.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica en Puerto Rico. Para el período 1985-86 la producción local de tomate alcanzó 144,000 quintales. Fue necesario, no obstante, importar 295,599 quintales durante el mismo período. Se estima que el consumo anual per cápita de tomate en la Isla es de 10.9 kg. (9).

Entre las plagas que causan mayores mermas en la producción local de tomate se destaca el nematodo *Meloidogyne* spp., cuya represión es indispensable para rendimientos satisfactorios. Se ha informado una serie de métodos de combate de nematodos en las principales áreas productoras de tomate del mundo. Entre éstas, el combate biológico es uno de los más prometedores, aunque se ha estudiado poco (4,5,6,7,10,12).

¹Manuscrito sometido a la Junta Editora el 26 de octubre de 1989.

²Estudiante graduado, Departamento de Protección de Cultivos.

³Nematóloga, Departamento de Protección de Cultivos.

Entre los enemigos naturales de los nematodos se destacan las bacterias, nematodos depredadores, protozoarios y hongos. Estos últimos se han estudiado a fondo. Según Esser y Sobers (4) se conocen más de un centenar de especies de hongos nematófagos, habiéndose estudiado más algunas especies de *Catenaria*, *Dactylella* y *Arthrobotrys*. Hams y Wilkin (5), al evaluar el efecto de *Arthrobotrys robusta*, *Dactylaria candida* y *D. thaumasia* sobre una población de *Heterodera* spp., obtuvieron una reducción en la tasa de multiplicación de las tres especies de hongos en el suelo. Aparentemente, el máximo crecimiento del hongo no coincidió con la aparición del estado juvenil del nematodo.

Mankau (8) realizó investigación para tratar de reducir el daño causado por el nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* al quimbombó [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] añadiendo *Arthrobotrys arthrobotryoides* y *Dactylaria thaumasia* al suelo. Los resultados no fueron satisfactorios aun cuando se agregó germen de trigo para favorecer la actividad del hongo. Aparentemente, los resultados erráticos en la eficacia de *Arthrobotrys* para combatir diferentes géneros de nematodos se deben a su poca capacidad competitiva con otros organismos del suelo (10).

Resultados más recientes obtenidos por Cayrol and Frankowki (1) y Cayrol y cols. (2) demuestran la eficacia de *Arthrobotrys* spp. en el combate de *Dictylenchus myceliophagus* y *Meloidogyne* spp. en el cultivo de setas. Esto sentó la base para la formulación comercial de *Arthrobotrys* denominada Royal 350.

Basándonos en el potencial de *Arthrobotrys* como agente biocontrolador de especies de *Meloidogyne*, se diseñó un estudio de invernadero para determinar el efecto de este hongo sobre una población de *Meloidogyne incognita* en tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento de invernadero con el propósito de determinar el efecto de *Arthrobotrys* sobre *M. incognita*. El inóculo de *Arthrobotrys*, de Pennsylvania, lo suministró la Dra. Rocío Rodríguez. Éste se multiplicó en platinos de Petri que contenían 20 cm. de agar de papa y dextrosa incubadas a 30° C. por 10 días. El inóculo se preparó raspando superficialmente el medio de cultivo para separar el micelio del hongo y luego se mezcló con agua destilada esterilizada a razón de 20 platinos por litro de agua.

El sustrato utilizado en el experimento se obtuvo mezclando dos partes de suelo con una parte de cachaza, resultando en una mezcla de textura franco-arenosa con 2.09% de materia orgánica. La mezcla se esterilizó con bromuro de metilo a razón de 1 libra de gas por cada 2 m. de suelo.

Se evaluó la efectividad de *Arthrobotrys* añadido al semillero y al

suelo 30 días antes del trasplante y de la inoculación con el nematodo. Los tratamientos fueron 5, 10 y 15 ml. de suspensión de micelio de *Arthrobotrys* aplicados al semillero o al suelo, un testigo con *M. incognita* sin hongo y el testigo absoluto (sin nematodos ni hongo). Los tratamientos al semillero consistieron en la inoculación de las plantas de tomate 7 días después de su germinación. Se trasplantaron 30 días después a tientos plásticos conteniendo 1,500 cm.³ de la mezcla de suelo estéril. Los tratamientos al suelo consistieron en inoculaciones con el hongo 30 días antes del trasplante.

En ambos tratamientos, al semillero y al suelo, se añadieron 10,000 huevos de *M. incognita* a cada tiento. Las plantas se colocaron sobre un banco de hormigón en el invernadero. El inóculo del nematodo nodulador (huevos y estadios larvales) se obtuvo de plantas de tomate cv. Duke de 8 semanas de edad, mediante extracción con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5%, según el método descrito por Hussey y Barker (6). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 6 repeticiones.

A intervalos de 15 días, las plantas recibieron 3.0 g. por galón de agua de la fórmula comercial de fertilizante 20-20-20. El experimento se cosechó 45 días después de la inoculación con el nematodo, evaluándose las siguientes variables: índice de nodulación, tamaño de los nódulos, número de larvas de *M. incognita* en el suelo, peso seco del follaje y peso seco de la raíz.

El índice de nodulación se midió según la escala propuesta por Taylor y Sasser (11), que asigna valores de 0 a 5, de donde 0 = sin nódulos, 1 = 1 a 2 nódulos, 2 = 3 a 10 nódulos, 3 = 11 a 30 nódulos, 4 = 31 a 100 nódulos y 5 = más de 100 nódulos. El tamaño del nódulo se determinó a base de una escala de 0 a 3, de donde 0 = sin nódulos, 1 = nódulos pequeños (2.0 mm. diámetro o menores), 2 = nódulos medianos (2.1 a 3.5 mm. diámetro) y 3 = nódulos grandes (mayores de 3.5 mm. de diámetro).

Las larvas se aislaron de una muestra de 250 cm. de suelo, mediante el método combinado de tamices de Cobb y embudos de Baermann descrito por Christie y Perry (3). El follaje y las raíces se secaron por 48 horas en un horno calibrado a 60° C. y cada muestra se pesó posteriormente en una balanza analítica.

Se realizó un análisis de varianza de los datos obtenidos y las medias se separaron utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa, LSD (P 0.05).

RESULTADOS

Los datos correspondientes a plantas provenientes de semilleros inoculados con *Arthrobotrys* 30 días antes del trasplante, fueron inferiores para las variables índice de nodulación, tamaño de nódulo y número de

CUADRO 1.—Efecto de *Arthrobotrys* spp. sobre el índice de nodulación, tamaño del nódulo y número de larvas de *M. incognita* en tomate cv. Duke.

Tratamiento	Índice de nodulación (0-5) ¹	Tamaño del nódulo (0-3) ²	Número larvas (miles) de <i>M. incognita</i> por 250 cm ² suelo
5 ml hongo al semillero	4.67 ab ³	1.33 d	1.20 ab
10 ml hongo al semillero	4.67 ab	1.50 cd	1.90 a
15 ml hongo al semillero	4.17 b	1.17 d	0.80 ab
5 ml hongo al suelo	5.00 a	2.00 bc	1.80 a
10 ml hongo al suelo	4.67 ab	2.33 ab	2.00 a
15 ml hongo al suelo	5.00 a	1.67 cd	1.20 ab
Control con nematodo	5.00 a	2.83 a	1.60 a
Control absoluto	0.00 c	0.00 e	0.00 b

¹Índice 0-5, de donde, 0 = ausencia de nódulos; 1 = 1-2 nódulos; 2 = 3-10 nódulos; 3 = 11-30 nódulos; 4 = 31-100 nódulos; 5 = más de 100 nódulos.

²Índice 0-3, de donde, 0 = ausencia de nódulos; 1 = nódulos pequeños (2 mm diámetro o menos); 2 = nódulos medianos (2.1 mm a 3.5 mm diámetro) y 3 = nódulos grandes (más de 3.5 mm. de diámetro).

³Promedios con letras iguales son iguales estadísticamente (P = 0.05), según la prueba L.S.D.

larvas comparadas con los de inoculaciones del hongo al suelo (cuadro 1). A medida que se incrementó la cantidad de inóculo en el semillero hubo una tendencia a una reducción en el índice de nodulación, tamaño del nódulo y número de larvas. Los valores más bajos se obtuvieron de plantas procedentes de semilleros donde se añadió 15 ml. de suspensión del hongo (fig. 1). Los valores de índice de nodulación fueron estadísticamente diferentes a los de plantas a las cuales se les añadió 5 y 15 ml. del hongo al suelo, plantas testigo inoculadas con *M. incognita* y los del testigo absoluto. El tamaño del nódulo fue significativamente menor en plantas tratadas con 15 ml. del hongo al semillero al compararlo con las plantas a las que se les añadió 5 y 10 ml. de la suspensión al suelo y con ambos testigos.

Se obtuvieron diferencias significativas entre los valores de peso seco del follaje obtenidos de las adiciones de *Arthrobotrys* al semillero y los del tratamiento testigo con *M. incognita* (cuadro 2). Estos resultados demuestran que el daño causado por el nematodo nodulador fue mayor en ausencia de *Arthrobotrys*. Se observó una tendencia a una reducción

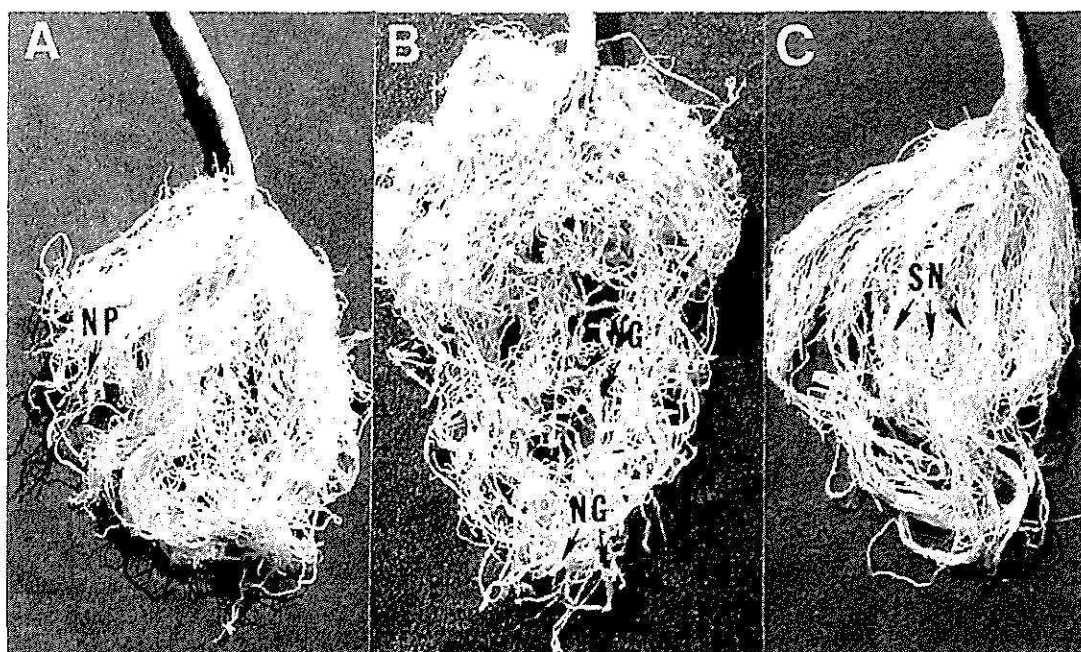


FIG. 1.—A. Raíces de tomate cv. Duke con 15 ml. de *Arthrobotrys* añadido al semillero. Se observan pocos y pequeños nódulos. B. Raíz de planta testigo con *M. incognita*. Se observan muchos nódulos grandes (NG). C. Raíz de tomate sin nematodos y sin hongo (testigo absoluto); se observa una raíz sana, sin nódulos (sn).

en el peso seco de la raíz con el incremento de la cantidad de inóculo de *Arthrobotrys* aplicado al semillero. Sin embargo, el promedio de los valores obtenidos para estos casos no varió significativamente.

DISCUSIÓN

Podemos concluir que bajo las condiciones en que se realizó esta ex-

CUADO 2.—Efecto de *Arthrobotrys* spp. sobre el peso seco de follaje y raíz en tomate cv. Duke.

Tratamiento	Peso seco	
	Follaje	Raíz
5 ml hongo al semillero	8.39 a ¹	1.80
10 ml hongo al semillero	8.58 a	1.70
15 ml hongo al semillero	8.48 a	1.60
5 ml hongo al suelo	6.93 b	1.70
10 ml hongo al suelo	7.28 ab	1.70
15 ml hongo al suelo	8.02 ab	1.90
Control con nematodo	6.90 b	1.60
Control absoluto	8.64 a	1.70

¹Promedios con letras iguales son iguales estadísticamente (P = 0.05), según la prueba L.S.D.

perimentación *Arthrobotrys* redujo el daño causado por el nematodo nodulador y su efecto fue mayor cuando se le añadió al semillero 30 días antes del trasplante. A medida que se incrementó la cantidad de inóculo de *Arthrobotrys* al semillero, se observó una tendencia hacia una reducción en el índice de nodulación, tamaño del nódulo y número de larvas de *M. incognita*. La aplicación de *Arthrobotrys* al semillero a razón de 15 ml. fue el tratamiento más prometedor, ya que aparentemente durante ese tiempo el hongo se establece colonizando toda la rizosfera de la planta, interfiriendo con el establecimiento y la colonización posterior por el nematodo. Los valores medios de las variables estudiadas en este tratamiento fluctuaron significativamente cuando se les comparó con los obtenidos en el caso del testigo con *M. incognita* y del testigo absoluto. Por último, el peso seco del follaje, en el tratamiento testigo con *M. incognita*, fue menor y varió significativamente al compararse con los tratamientos al semillero y el control absoluto. Este efecto sugiere que el daño causado por el nematodo nodulador fue mayor en ausencia de *Arthrobotrys*, indicando el potencial de este hongo como biocontrolador de *Meloidogyne incognita*.

REFERENCIAS

1. Cayrol, J. C. and J. P. Frankowki, 1979. Une méthode de lutte biologique contre les nématodes a galles des racines appartenant au genre *Meloidogyne*. *Rev. Hort.* 193: 15-23.
2. —, A. Laniece, G. D., Hardemare et J. P. Talon, 1978. Contre les nématodes en champignonniere. Mise au point d'une méthode de lutte biologique a l'aide d'un Hyphomycete prédateur: *Arthrobotrys robusta* souche "Antipolis" (Royal 300). *Rev. Hort.* 184: 23-30.
3. Christie, J. R. and V. G. Perry, 1951. Removing nematodes from the soil. *Proc. Helminthol. Soc. Wash., D. C.* 18: 106-08.
4. Esser, R. P. and E. K. Sobers, 1964. Natural enemies of nematodes. *Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 24: 326-52.
5. Hams, A. F. and G. D. Wilkin, 1961. Observation on the use of predacious fungi for the control of *Heterodera* spp. *Ann. Appl. Biol.* 49: 515-23.
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: 1025-028.
7. Hutchinson, S. A. and W. F. Mai, 1954. A study of the efficiency of the catching organs of *Dactylaria eudermata* in relation to *Heterodera rostochiensis* in soil. *Plant Dis. Rep.* 38: 185-86.
8. Mankau, R., 1961. An attempt to control root-knot nematode with *Dactylaria thaumasia* Drechsler and *Arthrobotrys arthrobotryoides* Lindau. *Plant Dis. Rep.* 45: 164-66.
9. Medrano, H. A., 1987. Situación económica empresa hortalizas. Informe Anual Empresa Hortalizas. Univ. P. R.
10. Morgan-Jones, G. and R. Rodríguez-Kabana, 1987. Fungal biocontrol. In: Vistas on nematology, Society of Nematologists. Ed. J. A. Veech and D. W. Dickson. pp. 93-9.
11. Taylor, A. L. and J. N. Sasser, 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de los nódulos de la raíz. Proyecto Internacional *Meloidogyne*. Univ. North Carolina Press.
12. Webster, J. M., 1972. Nematodes and Biological Control. Pages 469-96. In: Economic Nematology. J. M. Webster, Ed, Academic Press, London.