

Comunicación corta

RESPUESTA DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) A LA FORMULACIÓN LÍQUIDA DE CUATRO CEPAS DE *Glomus* EN CONDICIONES DE CAMPO

Yonaisy Mujica[✉] y N. Medina

ABSTRACT. Tomato response was evaluated after applying four *Glomus* strains as liquid inoculants, at two different doses, to the experimental areas from the National Institute of Agricultural Sciences, on a Lixiviated Red Ferralitic soil using plants of cv. Mara. Soil was prepared by machine and NPK (9-13-17) fertilizer was applied before transplanting. Some arbuscular mycorrhizal fungal (AMF) strains were used: *G. hoi-like*; *G. intraradices* and *G. mosseae*, from which liquid inoculants were obtained. Seedbed stage lasted 30 days and inoculants were applied seven days after seed germination at doses of 20 and 40 spores.plant⁻¹, using a randomized complete design with eight treatments and three repetitions. Some growth (fresh root weight, dry shoot and root weight, leaf number, fruit number.plant⁻¹, equatorial and polar fruit diameters and yield) and fungal variables (percentage of root colonization and spore number in the soil) were evaluated. Results showed the liquid inoculant based on *G. mosseae* strain had a notable effect on tomato growth and yield indexes. In a similar way, liquid inoculants based on the other strains at the dose of 40 spores.plant⁻¹ did not have any positive effect.

Key words: tomato, Glomus, plant response

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una hortaliza con alto valor comercial y gran importancia como alimento (1). El rendimiento del cultivo en Cuba, a escala nacional al finalizar el 2005, fue de 17,86 t.ha⁻¹, y de una superficie total cultivada de hortalizas de 87 500 ha, se destacó el tomate con un 71 % (2).

El desarrollo óptimo del tomate demanda una elevada aplicación de fertilizantes minerales y plaguicidas. En Cuba, el arribo de los años 90 trajo además de severas limitaciones para la adquisición de los insumos necesarios, nuevas concepciones acerca del manejo de la ferti-

RESUMEN. Se evaluó la respuesta del tomate a la aplicación de cuatro cepas de *Glomus* como inoculantes líquidos, a dos dosis diferentes, en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, utilizando plantas de la variedad Mara. La preparación de suelo fue mecanizada y se aplicó fertilizante NPK (9-13-17) antes del transplante. Las cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) empleadas fueron: *G. hoi-like*; *G. intraradices* y *G. mosseae*, a partir de las cuales se obtuvieron los inoculantes líquidos. La etapa de semillero fue de 30 días y los inoculantes fueron aplicados a los siete días de germinadas las semillas a las dosis de 20 y 40 esporas.planta⁻¹, utilizando un diseño completamente aleatorizado con ocho tratamientos y tres repeticiones. A los 30 y 55 días después del trasplante y en cosecha, se evaluaron algunas variables del crecimiento (masa fresca radical, masa seca foliar y radical, número de hojas, número de frutos.planta⁻¹, diámetros ecuatorial y polar de los frutos y rendimiento agrícola) y fúngicas (porcentaje de colonización radical y número de esporas en el suelo). Los resultados mostraron que el inoculante líquido basado en la cepa *G. mosseae* tuvo un efecto muy destacado sobre los indicadores de crecimiento y el rendimiento del tomate. De forma similar, los inoculantes líquidos basados en las demás cepas, a la dosis de 40 esporas.planta⁻¹, no tuvieron efectos positivos.

Palabras clave: tomate, Glomus, respuesta de la planta

lización mineral, condicionada por una preocupación creciente, a escala internacional, por la conservación del entorno (3). Es por ello que se recurre a la utilización, en escala creciente, de productos biológicos que actúan de forma coordinada en la interfase suelo-raíz, entre los cuales, y como factor imprescindible, se encuentran los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (4).

Durante los últimos años, se han desarrollado diversas tecnologías de reproducción, siendo las más utilizadas aquellas que involucran a la planta en un medio o sustrato sólido, empleando materiales que van desde suelo, turba, perlita, vermiculita, arena, arcilla, arcilla calcinada, varios materiales vegetales, forestales, así como las mezclas de algunos de ellos (5, 6).

Existen investigaciones precedentes que muestran el efecto positivo de la biofertilización con inoculantes sólidos en el cultivo del tomate, pero lo novedoso de esta temática es que hasta la actualidad no se han informado estudios para este cultivo en soporte líquido.

Yonaisy Mujica, Reserva Científica y Dr.C. N. Medina, Investigador Titular del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ ymujica@inca.edu.cu

Los inoculantes líquidos, por su sistema de fabricación, son perfectamente estériles y muestran una supervivencia superior, son fáciles de inocular e ideales para utilizar en aquellos sistemas en que se pueda asegurar la aplicación por fertiriego (7); además, se requiere menos mano de obra y disminuye el tiempo operativo, se facilita la aplicación del inoculante, garantizándose homogeneidad en su distribución y existe mayor estabilidad del microorganismo durante la inoculación (8).

Por tal motivo este trabajo estuvo dirigido a estudiar la respuesta del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la formulación líquida de cuatro cepas de *Glomus* en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la finca Las Papas, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en San José de Las Lajas, La Habana, en condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del tomate y en un suelo Ferralítico Rojo lixiviado (9) correlacionado a Nitisol ródico éutrico (10).

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la var. Mara obtenida por el Departamento de Genética y Mejoramiento del INCA (11). Las semillas de tomate permanecieron en el semillero tradicional de 25-30 días a partir de noviembre del 2006 y los inoculantes se aplicaron en esta fase a los siete días de germinación. La preparación de suelo fue mecanizada y se aplicaron 893 kg.ha⁻¹ de fertilizante NPK (9-13-17) al área del trasplante en diciembre. Las atenciones culturales fueron realizadas según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo (12).

Se siguió un diseño completamente aleatorizado con siete tratamientos y tres repeticiones, en parcelas experimentales que tenían un área total de 28 m² (cuatro surcos de 5 m de longitud separados a 1,40 m). Las cepas empleadas fueron: *Glomus hoi-like* (Berch & Trappe); *G. intraradices* (Shenck & Smith) y *G. mosseae* (Nicol. & Gerd. enmendado por Gerdeman & Trappe), producidas en el cepario del laboratorio de micorrizas arbusculares del INCA y a partir de ellas se obtuvieron los inoculantes líquidos a razón de 20 y 40 esporas.planta⁻¹ para cada cepa. Además, se utilizó un testigo sin inocular.

Se evaluaron dos plantas por parcela, para un total de seis por tratamiento y 42 en cada muestreo. El área de cálculo fue de 0.35 m² y se dejaron dos surcos de área de borde. Las evaluaciones, descritas en la Tabla I, se realizaron a los 30, 55 y 70 días después del trasplante (ddt).

Los datos del porcentaje de colonización micorrízica (%C) fueron transformados por la función $2\arcsenvx$. Esta variable al igual que los indicadores agronómicos evaluados fueron sometidos a un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA), siendo las medias con diferencias significativas comparadas según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para $p \leq 0.05$. Todos los análisis estadísticos se ejecutaron con el software SPSS para Windows (SPSS 10.0).

Tabla I. Determinaciones realizadas en el cultivo durante el experimento

Variable	Días			Método
	30	55	70	
Longitud raíz (cm)	X	X		Regla graduada
Masa fresca raíz (g)	X	X	X	Balanza
Masa seca foliar (g)	X	X		Balanza
Masa seca raíz (g)	X	X	X	Balanza
Número esporas suelo	X	X	X	Gerdeman y Nicholson (13)
Colonización radical (%)	X	X	X	Phillips y Hayman (14)
Número hojas (u)	X	X		
Número frutos.planta ⁻¹ (u)			X	
Masa fresca frutos (g)			X	Balanza
Diámetro ecuatorial frutos (mm)			X	Pie de rey
Diámetro polar frutos (mm)			X	Pie de rey
Rendimiento (t.ha ⁻¹)			X	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la dinámica del crecimiento de las plantas en estas condiciones no arrojó un comportamiento diferenciado entre las dosis empleadas para las variables estudiadas, pero existió una respuesta positiva de las diferentes cepas a la inoculación, lo que se evidenció al existir diferencias significativas entre los tratamientos inoculados con respecto al tratamiento testigo para los momentos evaluados.

Los resultados de la colonización de las raíces de las plantas por las diferentes cepas evaluadas muestran que todas las cepas inoculadas tuvieron una colonización positiva en las plantas de tomate.

A los 30 ddt existen diferencias entre los tratamientos inoculados con respecto al testigo, manteniéndose esta condición hasta finalizar el experimento. A partir de los 55 ddt, fue *G. mosseae* con 20 esporas/planta la cepa que mostró mejores valores y se mantuvo hasta finalizar el ciclo del experimento. Otra cepa que se destacó fue *G. hoi-like* con 20 esporas/planta. Otros han obtenido resultados muy similares al inocular el tomate con HMA (15). También se aprecia que para los tres momentos evaluados no se encontraron diferencias entre las dosis de 40 esporas/planta. También se aprecia que existe una tendencia al incremento para esta variable a lo largo del ciclo del cultivo. Investigaciones realizadas para otros cultivos y en condiciones similares muestran resultados similares (16).

Existen numerosas investigaciones que muestran el comportamiento de las cepas de HMA en dependencia del ambiente edáfico en cuestión, evidenciándose el efecto positivo de *Glomus mosseae* en suelos Ferralíticos Rojos de fertilidad baja y media; por tanto, resulta de gran importancia el conocimiento de estas diferencias para seleccionar la cepa más eficiente (16).

En cuanto a la especificidad cultivo-cepa los resultados muestran que, sin obviar los criterios de cepas más eficientes para ese tipo de suelo, se obtuvo una buena efectividad de la cepa *Glomus hoi-like*, coincidiendo con otros estudios realizados (16).

La respuesta provocada en las plantas al ser inoculadas con la cepa *G. mosseae* fue significativamente superior para el rendimiento; lo anterior permite deducir una mayor eficiencia de esta cepa para lograr altas respuestas de las plantas en estas condiciones de trabajo.

Investigaciones realizadas muestran que las micorrizas incrementan el rendimiento de los cultivos, reducen el consumo de fertilizantes e influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que sus hifas, al crecer en el suelo, aumentan el volumen de suelo total a explorar y permiten la absorción de nutrientes fuera de la zona de agotamiento producida por las raíces (17).

De acuerdo con los resultados de este trabajo, puede plantearse, de forma general, que el tomate respondió positivamente a la aplicación del inoculante líquido, destacándose la cepa *G. mosseae*, al influir positivamente sobre las variables evaluadas, sin obviar que la inoculación con la cepa *G. hoi-like* mostró resultados satisfactorios.

También se debe destacar que la inoculación a la dosis de 40 esporas.planta⁻¹ no tuvo efecto sobre el crecimiento y la producción de las plantas. Por tanto, puede concluirse que la biofertilización con HMA empleando inoculantes líquidos, constituye una alternativa promisoría para la producción de tomate en Cuba.

REFERENCIAS

- Castellanos, J. Z. y Muñoz, R. La industria de la horticultura protegida en México. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. México:INCAPA. 2003, p. 1-17.
- FAOSTAT. Base de Datos On Line. 2005. Consulta: 21/05/2007. Disponible en: <<http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>>.
- Martínez, R. y Hernández, G. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. En: Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Conferencias y Mesas Redondas. (2:1995:Villa Clara), 1995, p. 43-47.
- Adholeya A.; Tiwari, P. y Singh, R. Large scale inoculum production of arbuscular mycorrhizal fungi. En: *In vitro* culture of mycorrhizas. Springer. 2005.
- Morton, J. B. y Redecker, D. Two new families of Glomales, *Archaesporaceae* and *Paraglomaceae*, with two new genera, *Archaespora* y *Paraglomus*, based on concordant molecular and morphological characters. *Mycología*, 2001, vol. 93, no. 1, p. 181-185.
- Fernández, F. Avances en la producción de inoculantes micorrízicos arbusculares. En: Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso el Caribe. La Habana:INCA, 2003. p. 166.
- Lett, L.; Portela, G.; Ressia, J.; Mendivil, G.; Lazaro, L.; Balbuena, R. y Perticari, A. Nodulación y rendimiento de soja en relación a diferentes alternativas de manejo cultural. 2008, Presentado en la II Reunión Científico-Técnica de Biología del Suelo del NOA. Consultado [2-5-2008]. Disponible en: <<http://www.fertilizando.com/articulos/Fijacion%20Biologica%20del%20Nitrogeno%20en%20Soja.asp>> Consultado: 20\05\08>.
- Ventimiglia, L. A. y Carta, H. G. Inoculación en soja. Paraguay, Ediciones: Horizontes A, 2008, 601 p.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana : Agrinfor, 1999, 64 p.
- Spaargaren, O. C.; Arnold, R. W. y Blume, H. P. World Reference Base for Soil Resources. Wageningen. 1994. 161 p.
- Moya, C.; Álvarez, M.; Dominí, M. E. y Arzuaga, J. Mara, nueva variedad de tomate de mesa. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 2, p.69.
- Cuba, Minagri. Instructivo técnico para el cultivo del tomate. La Habana, 1992.
- Gerdemann, J. W. y Nicholson, T. H. Spore of mycorrhizae endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 1963, p. 235-244.
- Phillips J. M. y Hayman D. S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 1970, p. 158-161.
- Novella, R.; Machado, M. A.; Agüero, Y. y Golachea, M. La producción de tomate con el empleo de fertilización mineral y hongos micorrizógenos en condiciones limitadas de humedad en la provincia Granma. En: Seminario Científico INCA (11:2004:La Habana), 2004.
- Rivera, R.; Fernández, F.; Fernández, K.; Ruiz, L.; Sánchez, C. y Riera, M. Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis. En: *Mycorrhizae in Crop Production*. New York, 2007, p. 151-188.
- Agüero, M. Y.; Tamayo, E.; Novella, R.; Machado, M. A.; Batista, D.; Alvarez, Y. y Ojeda, M. C. Respuesta del cultivo del tomate a la aplicación de fertilizante mineral y micorrizas arbusculares en condiciones de la provincia de Granma. En: Seminario Científico INCA (15:2006:La Habana), 2006.

Recibido: 3 de diciembre de 2007

Aceptado: 19 de septiembre de 2008