

# Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y *Glomus fasciculatum* sobre las variables morfológicas del tomate

## Influence of different nitrogenous levels and *Glomus fasciculatum* on the morphologic variables of the tomato

Pedro Miguel Álvarez Kile<sup>1</sup>, Yadira González Brooks<sup>2</sup>, Maricel Almeida Falcón<sup>1</sup>, Ivonne González Oliva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Filial Universitaria Municipal de Jiguaní, Pasaje No 3. Jiguaní, Granma. C.P. 87300

<sup>2</sup>. Escuela Especial José Ramón Vázquez López, Cautillo. Jiguaní. C.P. 87300

E-mail: [palvarezk@udg.co.cu](mailto:palvarezk@udg.co.cu)

**RESUMEN.** El cultivo del tomate es de gran importancia económica a nivel mundial. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la utilización de los hongos micorrizógenos arbusculares y la fertilización nitrogenada en el crecimiento, la nutrición y el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Vyta. Se desarrolló un experimento de campo con un diseño en bloques al azar con 8 tratamientos y 4 réplicas en la localidad de Cautillo, municipio de Jiguaní en la provincia de Granma. Se combinó la cepa *Glomus fasciculatum* con el 60 % y el 75 % del nitrógeno recomendado para este cultivo además de utilizar un fondo fijo de fósforo y potasio. Los resultados mostraron la efectividad de *G. fasciculatum* sobre el rendimiento. Se logró la reducción de un 40 % del nitrógeno y un incremento de los rendimientos por encima de las dosis tomadas como referencia.

**Palabras clave:** Micorrizas, tomate, incremento.

**ABSTRACT.** The tomato cultivation is the great economical importance on the world. In the present work the use of the mycorrhizal fungi and the nitrogenated fertilization in the growth, nutrition and yield of tomato (*Solanum lycopersicum*, Lin.) variety Vyta were carried out. The experiment in field with a randomly blocks design with 8 treatments and 4 replicate at Cautillo's locality in Jiguaní municipality belonging Granma province were executed. In this experiment was combined *Glomus fasciculatum* with the 60 % and 75 % of nitrogen indicated for this cultivation aside from the use phosphorus and potassium a fixed bottom. The results evidenced the effectiveness of *G. fasciculatum* over yields. The system optimization with the reduction of 40 % of the nitrogen and a yield increase over of the doses taken as reference.

**Key words:** Mycorrhizal, tomato, increase.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate ocupa uno de los lugares más destacados en la producción hortícola de Cuba y representa el 45 % de la superficie que se planta, ocupando el primer lugar entre las hortalizas que se cultivan en la isla (Piñón y Gómez, 2003).

Sin embargo, los rendimientos que se obtienen no son los mejores, por muchos factores; entre los que se destaca la inadecuada nutrición ya que son necesarios gran cantidad de nutrientes para un buen desarrollo de esta hortaliza (Chailloux *et al.*, 1998).

Con el uso de microorganismos como los hongos micorrizógenos vesículo arbusculares (HMVA) en la agricultura, se mejoran las propiedades físicas del

suelo, el crecimiento de las plantas y el reciclado de los nutrientes del suelo. Gracias a estos microorganismos existe una mejor asimilación de nutrientes a través de la liberación del fósforo, potasio, la fijación biológica del nitrógeno ( $\text{No}^3$  y  $\text{NH}_4^+$ ), la producción de hormonas vegetales, la simbiosis con hongos formadores de micorriza y el control biológico natural (Sheng *et al.*, 2008). Por ser el nitrógeno el macroelemento de mayor movilidad en el suelo y ser considerado uno de los elementos que más pérdidas tienen en el suelo por diferentes causas se montó un experimento en el cual se utilizó con el objetivo de evaluar el efecto de la combinación de una cepa de hongo micorrizógeno vesículo arbuscular con diferentes niveles de nitrógeno en el crecimiento,

desarrollo y la productividad del tomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Filial Universitaria Municipal de Jiguaní perteneciente a la Universidad de Granma (UDG) en el período comprendido entre septiembre de 2008 a diciembre de 2009.

Los experimentos se realizaron en la finca de autoconsumo de la Dirección Municipal de Educación del municipio Jiguaní sobre un suelo Fersialítico Pardo Rojizo (Tabla 1). El muestreo de suelo se realizó con una barrena edafológica antes de comenzar cada etapa. El método utilizado fue en "forma de sobre", tomando 5 submuestras de los primeros 20 cm de profundidad del perfil con las cuales se conformó una muestra compuesta representativa del área a plantar. El suelo fue secado

al aire, molinado y tamizado por malla de 2 mm. Las evaluaciones realizadas fueron:

- materia orgánica (%): por el método de Walkley and Black

- pH (H<sub>2</sub>O): por el método potenciométrico, con una relación suelo: solución 1: 2,5

- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O asimilable (ig. g<sup>-1</sup>): por el método de Oniani

Todas las técnicas se encuentran descritas en el Manual de Técnicas Analíticas para el Análisis de Suelo, Foliar, Abonos Orgánicos y Fertilizantes Químicos (INCA, 1999).

**Tabla 1. Características agroquímicas del suelo Fersialítico Pardo Rojizo**

pH H <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	N (%)	M.O (%)
7,4	1,4	68,7	2,18	3,5

M.O, materia orgánica

Las variables meteorológicas durante el periodo analizado fueron determinadas en el Instituto de Hidroeconomía en la provincia de Granma, referentes a la localidad de Cautillo, zona donde se ejecutaron los experimentos

Las posturas de tomate de la variedad VYTA fueron obtenidas en el organopónico de Turcios Lima y trasplantadas en las áreas experimentales a los 30 días posteriores del inicio del semillero. Las mismas presentaron buen estado fitosanitario.

Los inóculos del hongo micorrizógeno (HMVA) de *G. fasciculatum* empleado fue proporcionado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas ubicado en la Habana, con títulos de 415 esporas x 50 g de suelo. El método utilizado para inocular la cepa de HMVA en el trasplante de las posturas fue el de inmersión de las raíces.

Las fuentes de nutrientes utilizadas en la fertilización fueron: Urea (46 % de N), Superfosfato triple (46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Cloruro de potasio (60 % de K<sub>2</sub>O). El N se aplicó de forma fraccionada (2/3 en el momento del trasplante y 1/3 a los 30 días después de efectuado

el mismo), los restantes nutrientes se aplicaron de fondo al momento del trasplante. Se utilizó un nivel fijo de P y K en todos los tratamientos.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con ocho tratamientos (Tabla 2) y cuatro réplicas. Cada variante se evaluó en parcelas de 22,4 m<sup>2</sup> (cuatro surcos), con 11,2 m<sup>2</sup> como área de cálculo (los dos surcos centrales). El marco de plantación empleado fue de 1,40 x 0,25 m.

Las parcelas fueron tratadas con formol al 5 % una semana antes del trasplante con vistas a ser esterilizadas y evitar la influencia de las micorizas nativa luego se regaron para eliminar los residuos tóxicos del producto.

Las atenciones culturales realizadas en la etapa posterior al trasplante se ejecutaron de acuerdo a lo recomendado en los Instructivos Técnicos.

### Evaluaciones realizadas

A los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante

fueron evaluados los siguientes parámetros:

- **Altura de la planta (cm):** Se realizó mediante una regla milimetrada graduada, las mediciones fueron tomadas desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.

- **Diámetro del tallo (mm):** Se midió con un

pie de rey en la base del tallo.

El rendimiento de los tratamientos ( $t \cdot ha^{-1}$ ) fue evaluado al extrapolar el peso de la producción total del área de cálculo, a 1 ha.

**Tabla 2. Tratamientos evaluados en el experimento**

No.	Tratamientos
1	Sin aplicación.
2	<i>Glomus fasciculatum</i>
3	PK
4	NPK
5	75 % de N+PK
6	75 % de N+PK+ <i>Glomus fasciculatum</i>
7	60 % de N+PK
8	60 % de N+PK+ <i>Glomus fasciculatum</i>

PK, 240 y 125  $Kg \cdot ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente; NPK, 200, 240 y 125  $Kg \cdot ha^{-1}$  de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente.

Todos los resultados experimentales fueron procesados con un análisis de varianza de clasificación doble. Para la comparación múltiple de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey para

un 95 % de confiabilidad. En el procesamiento de toda la información fue utilizado el paquete de análisis estadístico STATISTICA versión 8.0 sobre Windows (Statsoft, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Influencia de diferentes niveles de nitrógeno combinado y sin combinar con *G. fasciculatum* en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo tuvo un efecto significativo sobre la altura de la planta (tabla 3) en todos los momentos evaluados (15, 30, 45 y 60 días después del trasplante) para los tratamientos con micorrizas combinados con distintos niveles de nitrógeno.

Las alturas promedios de las plantas de los tratamientos empleados, a los 15, 30, 45 y 60 días fueron de 10,2, 22,6, 32,5 y 41,6 cm respectivamente. El efecto de los tratamientos con HMVA donde se aplica *G. fasciculatum* solamente y el tratamiento combinado de fósforo y potasio sin nitrógeno, no difieren del control absoluto, lo que evidencia una respuesta positiva a la aplicación de micorrizas y fertilizantes nitrogenados en estos suelos.

La altura de las plantas en el tratamiento donde se

aplica el 75 y el 100 % de los diferentes portadores (N, P y K) no difiere en ninguno de los momentos de evaluación (15, 30, 45 y 60 días) del tratamiento donde se emplea el 60 % del fertilizante nitrogenado con la aplicación del *G. fasciculatum*.

Estos resultados demuestran que es posible ahorrar el 40 % de este portador con la inoculación de micorrizas para obtener resultados similares a la máxima aplicación de fertilizantes. Medina y Pino (1992) al evaluar diferentes especies de bacterias, hongos MA y sus combinaciones, concluyeron que era factible la sustitución de la fertilización nitrogenada en un 80 % mediante la aplicación en el semillero de *G. mosseae* suplementada con una baja dosis de N ( $30 \text{ kg N} \cdot ha^{-1}$ ) aspecto que concuerda con la aplicación de las micorrizas en estos suelos.

Con respecto al comportamiento del diámetro del tallo desde el trasplante hasta los 60 días posteriores

comprobamos que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Esta respuesta en las etapas iniciales de desarrollo de las plántulas puede ser atribuido al hecho de que el establecimiento de la simbiosis hongo-raíz atraviesa por una etapa parasítica en la cual no hay intercambio de metabolitos hacia la planta; esta fase dura aproximadamente cuatro semanas. Posteriormente se inicia la fase mutualista, la cual se traduce en un desarrollo muy rápido del vegetal como consecuencia

del aumento del volumen radical y a una alta eficiencia en la absorción de nutrientes y agua (Tejeda *et al.*, 1998).

Los mejores tratamientos evaluados fueron las combinaciones de NPK con micorrizas aunque no difieren significativamente de las aplicaciones de NPK sin estos hongos por lo que nos indica que el nitrógeno en el suelo constituye un factor limitante para el cultivo.

**Tabla 3. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno combinado y sin combinar con *G. fasciculatum* sobre la altura de la planta**

Tratamientos	Altura de la planta (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Control absoluto	8,92 d	20,93 d	31,8 c	39,68 d
Micorrizas (MA)	9,27 cd	22,35 bc	33,5 ab	41,53 bc
P y K	9,75 bcd	21,65 cd	32,75 bc	40,7 cd
NPK	11,35 a	23,28 ab	34,3 a	42,38 ab
75%N+PK	10,47 abc	22,48 bc	33,5 ab	41,48 bc
75%N+PK+MA	10,77 ab	24,18 a	34,18 a	43,13 a
60%N+PK	10,37 abc	22,38 bc	33,38 ab	41,38 bc
60%N+PK+MA	10,38 abc	23,63 ab	34,63 a	42,63 ab
E. Estándar	0,16	0,20	0,175	0,21

Letras comunes en cada grupo no difieren significativamente según Tukey ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 4. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno combinado y sin combinar con *G. fasciculatum* sobre el diámetro del tallo**

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Control absoluto	4,78 a	6,80 a	7,97 b	9,43 e
Micorrizas (MA)	4,63 a	6,13 a	7,95 b	9,32 e
P y K	4,68 a	7,13 a	8,90 ab	9,77 de
NPK	4,68 a	7,00 a	9,52 ab	11,70 bc
75%N+PK	4,53 a	6,13 a	9,27 ab	11,25 cd
75%N+PK+MA	4,35 a	6,32 a	10,07 a	13,45 ab
60%N+PK	4,38 a	6,68 a	9,27 ab	12,23 bc
60%N+PK+MA	4,95	6,93 a	10,68 a	14,05 a
Media General	4,62	6,64	9,21	11,40
E.S	0,10	0,19	0,20	0,33

Letras comunes en cada grupo no difieren significativamente según Tukey ( $P < 0.05$ ).

En la tabla 5 se muestra la influencia de diferentes niveles de nitrógeno combinado y sin combinar con *G. fasciculatum* sobre el rendimiento. Los mejores

tratamientos evaluados resultaron ser los de las combinaciones de micorrizas con 60, 75 % de N conjuntamente con 60 % N+PK.

**Tabla 5. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno combinado y sin combinar con *G. fasciculatum* sobre el rendimiento en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo**

Tratamientos	Rendimiento(t.ha <sup>-1</sup> )
Control absoluto	29,05 c
Micorrizas (MA)	42,02 b
P y K	43,15 b
NPK	46,19 b
75%N+PK	39,52 bc
75%N+PK+MA	61,55 a
60%N+PK	50,83 ab
60%N+PK+MA	62,15 a
Media General	46,81
E.S	2,04

Letras comunes en cada grupo no difieren significativamente según Tukey (P < 0.05)

Estos resultados corroboran los obtenidos por Rubí *et al.* (2009) trabajando con *Lilium sp.* donde reafirman la eficiencia de los hongos micorrizógenos, especialmente el *G. fasciculatum*, en la translocación de los nutrientes del suelo hacia la planta.

Los tratamientos 60 % N+PK+MA y 75 % N+PK+MA registraron diferencias significativas con respecto al control sin micorrizas 75 % N+PK, en estos tratamientos los rendimientos fueron superiores

entre un 18,44 y 26,48 %, resultados inferiores a los obtenidos por Azcón *et al.* (2010) que obtuvieron incrementos de 52-58 % al aplicar *G. clarum* en la variedad Amalia.

Estos hongos pueden conferir ventajas competitivas a las especies de plantas micorrizadas debido a que constituyen un intermediario entre las plantas y el suelo. Las micorrizas permiten a las plantas incrementar la absorción de nutrientes y que toleren la sequía.

## CONCLUSIONES

1. Los beneficios netos mayores se obtienen con 60 y 75 % del nitrógeno (fondos fijos de fósforo y potasio) con *G. fasciculatum* lo cual demuestra la factibilidad económica y biológica de la aplicación de micorrizas.
2. Los tratamientos con 60 y 75 % del nitrógeno y micorrizas tienen un efecto ambiental importante dado en la disminución de la aplicación de fertilizantes y al mayor aprovechamiento de los mismos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Azcón, R.; M. D. Perálvarez; A. Roldán; J. M. Barea: Arbuscular mycorrhizal fungi, *Bacillus cereus*, and *Candida parapsilosis* from a multicontaminated soil alleviate metal toxicity in plants. *Microbial Ecology*, 59: 668-677, 2010.
2. Chailloux, M; H. Cardoza; G. del Vallin; M. Naranjo; S. Hernández: Fertilización del tomate

- (*Lycopersicon esculentum* Mill) con fórmulas completas enriquecidas en zeolita. En producción de cultivos en condiciones tropicales. Instituto de Investigaciones Hortícolas (Liliana Dimitrova) *Editorial Liliana*, La Habana, Cuba, 1998, Pp. 220-222.
3. INCA: Manual de Técnicas Analíticas para el Análisis de Suelo, Foliar, Abonos Orgánicos y Fertilizantes Químicos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1999.
  4. Medina, N.; M. Pino: Evaluación de diferentes especies de bacterias y hongos MVA y sus combinaciones como biofertilizantes para el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado fuera de época. En: Seminario Científico y Taller Internacional sobre biofertilización en los trópicos (Bioferto '92) 7, 1-38, 1992.
  5. Piñón, M.; Olimpia Gómez: Nuevos híbridos de tomate tolerantes al TYLCV. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD), La Habana, Cuba. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. CATIE. Costa Rica. 68 (2): 85, 2003.
  6. Rubí A; R. Uribe; L. Ruiz: Influencia de *Glomus fasciculatum* en el crecimiento y desarrollo de *Lilium* sp. cv *orange pixie*\* *Agric. Téc. Méx.*, 35 (2): 25-30, 2009.
  7. Sheng M.; M. Tang; H. Chen; B. Yang; F. Zhang; Y. Huang: Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*, 18: 287-296, 2008.
  8. Statsoft Inc: Statistica for Windows. Release 8. *Tulsa*, 2008.
  9. Tejeda, Tamara; F. Soto; G. Guerrero: Utilización de algunas variantes de infección micorrízica como alternativa nutricionales en obtención de posturas de cafeto mediante vías orgánicas. La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales* 19 (1): 28-32, 1998.

Recibido: 04/11/2012

Aceptado: 15/06/2013