

# MANEJO DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES (HMA) Y HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DEL TOMATE "SOLANUM LYCOPERCUM L." BAJO CONDICIONES DE CULTIVOS PROTEGIDOS

Nelson Jude Charles<sup>1</sup>, Nelson Juan Martin Alonso<sup>2</sup>

Ministerio De Recursos Naturales, República De Seychelles, [nelson78@enet.cu](mailto:nelson78@enet.cu)<sup>1</sup>  
Universidad Agraria De La Habana, Cuba, [nelsonm@isch.edu.cu](mailto:nelsonm@isch.edu.cu)<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The experiment was done in the company Cultivos Varios de La Habana "Los 3 Picos" Granja Managua Cuba, on a Feralitic Yellow soil, under a protected cultivating system, with the objective to determine most adequate relationship between the Arbuscular Mycorrhizal Fungi using the *hoi-like* species, earthworm´s humus and different dosages of mineral fertilizers to reduce at a greater extent the mineral fertilizers applied under protected green house technology. The results shown statistical differences between the controlled production and this proved that a combination of ecological products stimulates plant´s growth and crop production. It was proven that when tomato seeds were inoculated with Arbuscular Mycorrhizal Fungi produced by the National Agricultural Sciences Institute (INCA) in combination with the earthworm´s humus at the rate of 1 kg.m<sup>2</sup>, a 50 % reduction of mineral fertilizers was obtained and that did not affect significantly the normal tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop production of HA 3108 hybrids maintaining a high dry matter content as compared to the normal 100 % applications of mineral fertilizers. It was deduced as well, that when earthworm´s humus was applied in the absence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi with the combination of 50 % dosages of mineral fertilizers, crop production decreased significantly proving the effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi when the soil, contain low organic matter content and low cation exchange capacity

Key words; Arbuscular Mycorrhizal Fungi, earthworm´s humus, protected cultivation.

## RESUMEN

El experimento fue desarrollado en la Empresa de Cultivos Varios de La Habana "Los 3 Picos" Granja Managua Cuba, sobre un suelo Ferralítico Amarillento, bajo sistema de cultivo protegido, con el objetivo de determinar la relación más adecuada de hongos micorrizicos arbusculares cepa *hoi-like*, humus de lombriz y diferentes dosis de fertilizantes minerales para reducir en gran medida la fertilización mineral en condición protegida. Los resultados mostraron que con diferencia estadísticas respecto al testigo de producción la combinación de productos ecológicos estimula el crecimiento de las plantas y la producción del cultivo. Se encontró que cuando hay inoculación de HMA producido por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y aplicación de humus de lombriz a razón de 1 kg.m<sup>2</sup>, la reducción de la fertilización en agua de riego en un 50 %, no afecta significativamente el rendimiento en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum* L., con híbrido HA 3108 manteniéndose un alto contenido de masa seca al comparar con la aplicación de 100% de la fertilización mineral. Se valoró además que cuando se aplica humus de lombriz sin utilizar Hongos Micorrizicos Arbusculares y aplicarse un 50% de la fertilización mineral, el rendimiento disminuye significativamente, comprobándose esta forma la acción de los HMA cuando en el suelo existe un bajo contenido de materia orgánica y una baja capacidad de intercambio catiónico.

Palabras clave: Hongos Micorrizicos Arbusculares, humus de lombriz, cultivo protegido.

## INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes minerales han sido elogiados, por ser ambientalmente inocuos y por asociarse con el incremento de la producción en muchos países. Pero esta bonanza creada por el uso de fertilizantes minerales, frecuentemente oculta los costos ambientales, especialmente cuando se

aplica excesivamente y al hecho de que los usan en forma ineficiente en los cultivos. Cuando los fertilizantes minerales no son utilizados por el cultivo, éstos terminan en el medio ambiente produciendo un daño irreversible (Altieri y Nicholls, 2000).

La aplicación de fertilizantes químicos, según las normas vigentes puede impactar negativamente sobre la calidad agrícola de los frutos y el suelo. Su reducción en la agricultura combinado con biofertilizantes puede mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, a la vez mejorando la calidad del rendimiento y producto agrícola. (Lino, 2005).

La agrotecnología, también se caracteriza por su alta dependencia respecto a insumos de importación, siendo esto, una de sus grandes debilidades de acuerdo con (González, *et al.*, 2002).

Hoy en día, se puede afirmar que el problema de la presencia de residuos tóxicos en los productos hortícola preocupa sobremanera al consumidor, ya que proceden de cultivos forzados, realizados fuera de época, en los que el empleo de productos químicos es más abundante en las hortalizas que en otros tipos de cultivos. (Fernández, 2009).

El trabajo se desarrolló con el objetivo de disminuir la dosis de fertilizantes minerales disueltas en el agua de riego que se utilizan en las casas de cultivo protegido de acuerdo a la norma establecida por el Ministerio de Agricultura, asociado al efecto benéfico que produce la aplicación de los HMA y humus de lombriz, en la disponibilidad de nutrientes para el cultivo del tomate.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en las casas de cultivo protegido de la granja “Los 3 Picos” en el poblado de Managua, perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios de La Habana; las casas son del tipo A12, con un área de 540 m<sup>2</sup>. El trabajo se desarrolló entre los meses de Diciembre 2009 a Mayo 2010.

Las semillas proceden del híbrido HA 3108-Hazera y las posturas se lograron en cepellón, en bandejas que contenían como sustrato, una mezcla de 70% de humus de lombriz y 30 % de cascarilla de arroz. El experimento se desarrolló en un suelo Ferralítico Amarillento (Instituto de Suelo, 1999). En la Tabla I se presenta las características químicas existente en el área experimental al inicio del experimento.

**Tabla I Características químicas del suelo existente en la casa de cultivo protegido.**

| Profundidad (cm) | Na   | K<br>Cmol.kg <sup>-1</sup> | Ca  | Mg   | P<br>ppm | MO<br>% | pH  |
|------------------|------|----------------------------|-----|------|----------|---------|-----|
| 0-30             | 0.11 | 0.41                       | 4.8 | 1.49 | 959      | 1.75    | 7.7 |

La plantación se realizó en canteros, con una sola hilera, a 0.2 m de narigón. Este experimento tiene un diseño de parcela sub-sub dividida, en bloques al azar, con cuatro réplicas. Tiene un arreglo de tratamiento trifactorial; donde se analizan los tres diferentes factores, que son los diferentes dosis de nutrientes en el fertirriego, los niveles de humus de lombriz y la aplicación de HMA, para obtener los máximos rendimientos de acuerdo a (Casanova *et al.*, 2007).

Las 4 dosis de fertilizantes minerales que se aplican disueltas en el agua de riego a la parcela principal son: 0 %, 25 %, 50 % y 100 %. Los 2 niveles del humus de lombriz que representan las sub parcelas son; aplicación del humus de lombriz con dosis de 1 kg.m<sup>2</sup> y sin aplicación del humus de lombriz. La inoculación de HMA que representa las sub-sub parcelas fue un inóculo certificado de *Glomus hoi-like* (25 esporas.g<sup>-1</sup>), aplicándose 2 g por alvéolo de concentración mínima de 20 esporas por gramo de sustrato aplicado por recubrimiento de las semillas. Se utiliza un volumen de producto correspondiente al 10% del peso de las semillas a tratar (Fernández *et al.*, 2000), y el otro tratamiento es sin inoculación de HMA.

**Tabla II Las combinaciones de tratamientos en el área experimental.**

| TRATAMIENTOS | COMBINACIONES   |
|--------------|---|
| 1            | 0 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)                    |
| 2            | 0 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)               |
| 3            | 0 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)                |
| 4            | 0 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2) (TESTIGO) |
| 5            | 25 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)                   |
| 6            | 25 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)              |
| 7            | 25 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)               |
| 8            | 25 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)          |
| 9            | 50 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)                   |
| 10           | 50 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)              |
| 11           | 50 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)               |
| 12           | 50 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)          |
| 13           | 100 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)                  |
| 14           | 100 % DOSIS DE NPK+ HMA (1) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)             |
| 15           | 100 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) +HUMUS DE LOMBRIZ(1)              |
| 16           | 100 % DOSIS DE NPK+ SIN HMA (2) + SIN HUMUS DE LOMBRIZ(2)         |

Los tipos y concentraciones de nutrientes de los fertilizantes empleados en los diferentes fases fenológicas del cultivo, según las normas vigentes de (Casanova *et al.*, 2007), se presentan en la Tabla III.

**Tabla III Las Normas del fertirriego de acuerdo a diferentes fases de desarrollo del cultivo de tomate.**

| Etapa | Fase de Desarrollo                                       | Número aproximado de días |    | Nutrición promedio diaria (g/1000plantas) |       |     |                               |                  |
|-------|--|---------------------------|----|---|-------|-----|-------------------------------|------------------|
|       |  |                           |    | Período                                   | Total | N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1.    | Trasplante - emisión primer racimo floral                | 0 - 20                    | 20 | 20  | 100   | 40  |                               |                  |
| 2.    | Emisión primer racimo floral hasta cuajado tercer racimo | 21 - 44                   | 23 | 77  | 77    | 77  | 94                            | 23               |
| 3.    | Cuajado tercer racimo hasta inicio de la cosecha         | 45 - 65                   | 20 | 160                                       | 110   | 350 | 210                           | 50               |
| 4     | Inicio de cosecha hasta la producción                    | 66 - 110                  | 44 | 252                                       | 154   | 630 | 420                           | 98               |
| 5.    | Producción hasta final                                   | 111 - 140                 | 29 | 160                                       | 110   | 350 | 210                           | 50               |

En el muestreo, se tomó 5 plantas por sub-sub parcela, se evaluó los siguientes parámetros: altura de las plantas a los 30 y 45 días después de trasplante, masa seca y rendimiento del cultivo.

Los datos obtenidos del experimento se analizaron con diseño de parcela sub – sub divida en bloques al azar, fueron sometidos a un Análisis de Varianza de ANOVA multifactorial. Se empleó el programa estadístico Statgraphics 5.1.

## RESULTADOS Y DICUSIONES

En Tabla IV se presenta el resumen de los resultados del análisis de ANOVA multifactorial sobre, altura de las plantas a los 30 y 45 días después de trasplante, masa seca y rendimiento.

**Tabla IV Efectos de las combinaciones de tratamientos sobre, altura de las plantas a los 30 y 45 días después de trasplante, masa seca y rendimiento.**

| Tratamientos   | Altura de plantas 30 días después de trasplante (cm) | Altura de plantas 45 días después de trasplante (cm) | Masa seca de las hojas (g) | Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> ) |
|--|--|--|----------------------------|-----------------------------------|
| 16. 100 % dosis de NPK + sin HMA + sin humus de lombriz        | 43.77 bc   | 93.27 b  | 97.63 ab                   | 56.60 d                           |
| 15. 100 % dosis de NPK + sin HMA + humus de lombriz            | 48.42 a  | 95.00 ab   | 94.39 b                    | 58.92 d                           |
| 14. 100 % dosis de NPK + HMA + sin humus de lombriz            | 50.77 a  | 91.32 bc   | 76.75 c                    | 76.10 b                           |
| 13. 100 % dosis de NPK + HMA + humus de lombriz                | 49.95 a  | 94.77 ab   | 73.74 cd                   | 89.16 a                           |
| 12. 50 % dosis de NPK + sin HMA + sin humus de lombriz         | 45.32 b  | 86.10 cde  | 58.96 def                  | 50.56 e                           |
| 11. 50 % dosis de NPK + sin HMA + humus de lombriz             | 43.67 bc   | 98.62 a  | 71.04 cd                   | 50.84 e                           |
| 10. 50 % dosis de NPK + HMA + sin humus de lombriz             | 44.90 b  | 80.80 c  | 110.52 a                   | 65.34 c                           |
| 9. 50 % dosis de NPK + HMA + humus de lombriz                  | 48.32 a  | 98.50 a  | 111.39 a                   | 90.04 a                           |
| 8. 25 % dosis de NPK + sin HMA + sin humus de lombriz          | 37.75 ef   | 79.47 f  | 61.74 cdef                 | 36.12 g                           |
| 7. 25 % dosis de NPK + sin HMA + humus de lombriz              | 39.82 de   | 90.07 bcd  | 65.80 cde                  | 36.02 g                           |
| 6. 25 % dosis de NPK + HMA + sin humus de lombriz              | 41.65 cd   | 71.70 g  | 47.35 fg                   | 44.82 f                           |
| 5. 25 % dosis de NPK + HMA + humus de lombriz                  | 43.77 bc   | 83.60 ef   | 42.64 g                    | 49.52 ef                          |
| 4. 0 % dosis de NPK + sin HMA + sin humus de lombriz (Testigo) | 34.15 g  | 79.37 f  | 60.46 def                  | 31.92 gh                          |
| 3. 0 % dosis de NPK + sin HMA + humus de lombriz               | 39.00 ef   | 86.10 de   | 70.37 cd                   | 23.12 i                           |
| 2. 0 % dosis de NPK+ HMA + sin humus de lombriz                | 37.00 f  | 70.42 g  | 69.14 cd                   | 28.22 hi                          |
| 1. 0 % dosis de NPK+ HMA + humus de lombriz                    | 38.17 ef   | 81.10 f  | 50.96 efg                  | 31.76 gh                          |
| Esx  | 0.90***  | 1.74***  | 5.57***                    | 0.94***                           |

Medias con letras comunes no difieren significativamente según el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD),  $p < 0.05$ .

Se puede afirmar que el tratamiento 9 (50 % de nutrientes en el riego, HMA + humus de lombriz) a los 30 días de plantado, posee una altura de 48.32 cm no presentando diferencia significativa con el tratamiento 13 (100 % de nutrientes en el riego, HMA + humus de lombriz) y tampoco presentó diferencia significativa con el tratamiento 14 (100 % de nutrientes en el riego + HMA) y el tratamiento 15 (100 % nutrientes en el riego + humus de lombriz), esta situación fue semejante cuando se midió la altura a los 45 días alcanzándose en el tratamiento 9, una altura de 98.50 cm. Lo que demuestra que con un 50 % de nutrientes en el riego en combinación con HMA y humus de lombriz se puede alcanzar la misma altura que aplicando la dosis total de un 100 %. Esto puede ser debido a que el humus aporta una cantidad de nutrientes (Félix *et al.*, 2008) y los HMA ponen a la disposición de la planta estos nutrientes aportados por el abono orgánico más los existentes en el suelo (Tan, 1994; Schnitzer, 1986) citado en (FAO, 2001). El nitrógeno es un elemento muy importante en el crecimiento de las plantas y aunque los HMA no fijan N, pone a la disposición de la planta este elemento (Rivera *et al.*, 2003). Debe hacerse notar que la capacidad intercambio catiónico (CIC) existentes en el suelo es de  $6.9 \text{ cmol.kg}^{-1}$  y el contenido de materia orgánica es de 1.75 % valorándose ambos de bajos, esta baja fertilidad propicia que los HMA tenga una mejor actividad haciendo que la planta este mejor abastecida de nutrientes (Rivera *et al.*, 2003). Al comparar los resultados obtenidos donde se aplicó el 25 % y 0 % de nutrientes en el riego, los resultados en el crecimiento fueron inferiores y difieren significativamente siendo la influencia del humus y la actividad de los HMA, no eficiente, dada la poca existencia de nutrientes en el medio, lo que concuerda con (Terry *et al.*, 2001).

Al evaluar la masa seca, se encontró que en el tratamiento 9 se logró un peso de 111.39 g que no difirió del tratamiento 10 (50 % de nutrientes en el riego + HMA), lo que demuestra que con este nivel de fertilidad, los HMA pone a la disposición de la planta un buen contenido de nutrientes, haciendo que el valor de la materia seca (en hoja) sea superior. Esto demuestra el efecto de los HMA en la disposición de los elementos al cultivo (Borie, 2006). También se observa que en el tratamiento 13 no hay diferencia significativa a pesar que se aplicó un 100 % de nutrientes en el riego, esto puede ser debido a la existencia de un antagonismo entre los nutrientes dado su elevado contenido. En los tratamientos donde se aplicó un 25 % y 0 % de nutriente, la masa seca fue inferior y difirió significativamente del tratamiento 9.

El rendimiento en el tratamiento 9 fue  $90.04 \text{ t.ha}^{-1}$  y en el tratamiento 13 se obtuvo  $89.16 \text{ t.ha}^{-1}$ , no difiriendo significativamente, esto demuestra que con un 50 % menos de nutrientes en el agua de riego, los HMA pone a la disposición de la planta los nutrientes existentes en el suelo, con el humus y en el agua de riego, siendo esta la dosis óptima para obtener una producción económicamente factible (Barea y Azcon 1992, Marschner y Dell 1994).

### CONCLUSIONES

- Con una disminución de un 50 % de los nutrientes disuelto en las aguas de riego, aplicadas en las casas de cultivos protegidos, conjuntamente con la utilización de HMA y humus de lombriz, con una dosis de  $1 \text{ kg.m}^{-2}$ , se obtiene un rendimiento semejante a cuando se aplica el 100 % de nutrientes de acuerdo a la norma establecida para las casas de cultivos significando esto una disminución en el impacto ambiental.
- Se demuestra que en los suelos Ferralíticos Amarillentos con una capacidad de intercambio catiónico menor de  $10 \text{ cmol.kg}^{-1}$ , los HMA tiene un efecto beneficioso en la disponibilidad de nutrientes al cultivo, lográndose rendimientos satisfactorio.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, M. y Nicholls, C. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1<sup>ra</sup> edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México. P 117. 2000.

2. Barea, J., Azcon, R. and Azcon, A. 1992. Vesicular Arbuscular Mycorrhizal fungi in nitrogen fixing systems. *Methods in Microbiology*. Vol. 24. Nº 1. P: 291, 346.
3. Borie, F. 2006. Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and Mycorrhizal propagules in Chilean ultisol. *Soil & Tillage Research*, Vol.88, no. 1-2, p.53-61.
4. Casanova, S. *et al.* Manual para la producción protegida de hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliána Dimitrova". Ministerio de la Agricultura, Vice ministerio de Cultivos Varios, La Habana, Cuba. 2007.
5. FAO. Conservation Agriculture. Case studies in Latin America and Africa Series title: FAO Soils Bulletin - 78, 2001. Available in: <http://www.fao.org/docrep/003/y1730e/y1730e09.htm>
6. Félix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R. y Olalde, V. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, enero-abril, vol.4, número 1. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa.P. 57-67. 2008. Disponible en <http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF>
7. Fernández, F.; Vanega, L. F.; Noval, B. y Rivera, R. Producto inoculante micorrizógeno. Oficina Nacional de Propiedad Industrial. No. 22641. Cuba. 2000.
8. Fernández, M.L. Producción controlada de cultivos protegidos. Norma Une 155001 de AENOR. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero> (Consultado: Febrero, 2009).
9. González, R. et al. Diagnóstico de sostenibilidad en agrotecnología de cultivo protegido. En: Congreso Científico del INCA (13.; nov. 12-15; La habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 959-7023-229. 2002.
10. Instituto de Suelos. Génesis y Clasificación de los suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Suelos. Cuba, pp.77-78.
11. Lino, B.A. Cultivo Protegido: una alternativa para la nutrición de tomate y pepinos en suelos Ferralíticos Rojos. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. INCA/ La Habana. 2005.
12. Marchner, H. y Dell, B. 1994. Nutrient uptake in micorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*. Vol. 159. p: 89,102.
13. Rivera, R., Fernández, F., Hernández, A., Martín, J. y Fernández K. El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA, Cuba.P-13. 2003.
14. Terry, E., Núñez, M., Pino., M y Medina, N. Efectividad de la combinación biofertilizantes análogo de brasino esteroides en la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos tropicales*, vol. 22, no.2 p.59-65. 2001.