

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA NUTRICIÓN DE PLÁNTULAS DE CEBOLLA (*ALLIUM CEPA L.*) EN SUELO FLUVISOL DE LA PROVINCIA DE GRANMA.

Autores: Yuneisy Milagro Agüero Fernández¹, Eduardo Tamayo González¹, Ramón Santiesteban Santos¹.

1- Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” Granma-Cuba.

RESUMEN

El efecto del hongo micorrízicos arbusculares especie *Glomus fasciculatum* y la fertilización mineral en la producción de plántulas de cebolla, variedad cv. Grano 2000 F1 en áreas de la Granja Urbana No. 1, perteneciente a la Empresa Hortícola Bayamo sobre un suelo Fluvisol durante las campañas 2006-2007 y 2007-2008, donde se evaluó, la microbiología del simbionte y la extracción de nutrientes en las plántulas en las etapas de semillero. Los tratamientos consistieron en la inoculación de la semilla con la especie *Glomus fasciculatum*, un testigo absoluto (sin fertilización mineral y sin inoculación), un testigo de producción (con el 100% de la fertilización recomendada). Los resultados permitieron determinar que con la utilización de la especie *Glomus fasciculatum* sin la aplicación de fertilizantes minerales, se obtienen plántulas con alta calidad en el cultivo de la cebolla, con un incremento en la colonización radical y la masa del endófito, y una reducción de las dosis de fertilizantes minerales hasta un 50% y se alcanzó mayores extracciones de nitrógeno, fósforo, y potasio con relación al testigo absoluto. La valoración económica de los resultados reveló una relación Beneficio/Costo de 4,7 confirmando la factibilidad práctica y económica para emplear el inoculo microbiano.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las plantas hortícolas cultivadas, la cebolla (*Allium cepa*, L) se incluye en el selecto grupo de las hortalizas más demandadas, tanto por sus usos en la alimentación como por sus propiedades medicinales.

En el mundo se produce cada año alrededor de 52 millones de toneladas de cebolla, en una superficie que asciende a 2.97 millones de Ha (FAO, 2004). Asia y Europa concentran las exportaciones, al cubrir el 38 y 34%, respectivamente y del porcentaje restante, el 19 % a África. El mayor crecimiento anual promedio en el último quinquenio lo obtuvo China con el 35% (Agrocadenas, 2003).

Según datos brindados por el Grupo Provincial de Cultivos Varios (Cuba MINAG, 2007), en la campaña hortícola 2005-2006 se obtuvieron rendimientos, a nivel del país de 14,57 t.ha⁻¹ en la cebolla. En la provincia Granma dichos rendimientos fueron de 14,30 t.ha⁻¹.

Lo que la necesidad de emplear alternativas tecnológicas que permitan lograr una mayor eficiencia en los procesos productivos y, simultáneamente, hacer un uso más racional de los fertilizantes minerales con un adecuado equilibrio ambiental y dado a que el empleo de microorganismos requiere de estudios previos acerca del comportamiento de los mismos en el agroecosistema, se desarrolló el presente estudio, partiendo del siguiente

PROBLEMA:

Los problemas económicos y ecológicos a que están sometidos los sistemas de producción en el cultivo de la cebolla han provocado que se afecten la nutrición de las plántulas, lo que afecta la calidad de las plántulas.

Debido a la problemática planteada, se desarrolló la presente investigación sobre la base de la siguiente.

HIPOTESIS:

La inoculación de HMA en semillas de cebolla y la fertilización mineral (N-P-K), mejorará la nutrición de las plantas, lo cual incidirá en la calidad de las plántulas.

En correspondencia con la hipótesis planteada nos trazamos los siguientes objetivos:

Objetivo general.

- Contribuir de forma eficiente la nutrición de las plántulas en el cultivo de la cebolla con la inoculación de HMA especie *Glomus fasciculatum*.

Objetivos específicos.

- ❖ Evaluar en el cultivo de la cebolla, inoculada con HMA y la fertilización mineral el comportamiento de la nutrición de las plántulas.
- ❖ Evaluar la efectividad de la inoculación con HMA en la producción de plántulas.
- ❖ Determinar la factibilidad práctica y económica de disminuir las dosis de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos a aplicar en la etapa de semillero.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental fue realizado en el período comprendido de octubre – Noviembre del 2008 en áreas de la Granja Urbana No. 1, perteneciente a la Empresa Hortícola Bayamo, provincia Granma, sobre un suelo, que según la Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba (Hernández y col., 2009), se clasifica como Fluvisol. Sus principales características aparecen reflejadas en la Tabla 1 (a y b) y son representativas de las condiciones edáficas de las principales áreas en que se desarrollan los cultivos hortícolas en la provincia.

Tabla 1 – Características del suelo en el horizonte húmico acumulativo (0 – 20 cm)

a) Componentes de la fertilidad.

K⁺ (cmol. kg⁻¹)	Ca²⁺	Mg²⁺	P asim. (μg. g⁻¹)	MO (%)	pH
0,36 – 0,45	8,0 – 9,0	2,4 – 3,9	49,0 – 55,0	2,15 - 2,38	6,5 – 7,0

b) Poblaciones microbianas.

Microorganismo	Población
Hongos micorrízicos arbusculares	20 - 50 (esporas. 50 g ⁻¹ suelo)

El experimento se organizó en la etapa de (semillero) para el cultivo estudiado: cebolla (*Allium cepa*, L) cv. Grano 2000 F1. En el cultivo y etapa de desarrollo se evaluó un microorganismo con el que se inoculó las semillas: hongos micorrízicos arbusculares (HMA) cepa *Glomus fasciculatum*.

Se realizó un experimento, repetido en tiempo, durante el periodo comprendido de octubre al 5 de noviembre 2006- 2007-2007- 2008, cuyos tratamientos fueron: un testigo absoluto (sin fertilización mineral y sin inoculación) y un testigo donde se aplicó la fertilización mineral recomendada por la producción, denominado testigo de producción y un tratamiento donde se inoculo la especie *glomus fasciculatum*. En todos los casos, el diseño experimental utilizado fue de Bloques al Azar con cuatro réplicas.

La inoculación con la especie de microorganismo se realizó por el método de recubrimiento de las semillas (Gómez y col., 1995)

Las parcela, contaron con un área total de 2 m² y un área evaluada de 0,5 m². Establecidos en el Instructivo Técnico para semillero y el cultivo de la cebolla (Cuba MINAG, 1983 y 1984).

Evaluaciones realizadas.

Análisis químico de suelo:

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).

Contenido de N, P y K (%), Extracción de N, P y K (kg. ha⁻¹)

Análisis microbiológicos:Colonización micorrízica (%) y Masa de endófito arbuscular (mg. g⁻¹ raíz): según la metodología descrita por Herrera y col., (1995).

Todos los análisis se realizaron con el paquete Stadistic for Windows (Stat Soft, Inc, 2009).

La valoración económica de los resultados se realizó según la metodología propuesta por la FAO, (1980), evaluando los siguientes indicadores:

Valor de venta (\$. ha⁻¹): Costo de producción (\$. ha⁻¹): Beneficio (\$. ha⁻¹), Relación B/C(⁺).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el comportamiento de la colonización micorrízica y la masa del endófito, variables con gran representatividad en la funcionalidad de la simbiosis, para ambas campañas (Fig. 1 y 2) se alcanzaron valores de la colonización y masa del endófito significativamente superiores ($p<0.05$) donde se inoculó la semilla con *Glomus fasciculatum* con relación al testigo de producción y absoluto; esto demuestra que fue eficiente el inóculo y corrobora lo planteado por Klironemos y Hart, (2002) de que el género *Glomus* presenta alta capacidad de colonización con los tres tipos de propágulos, es decir, mediante hifas, esporas y raíces colonizadas.

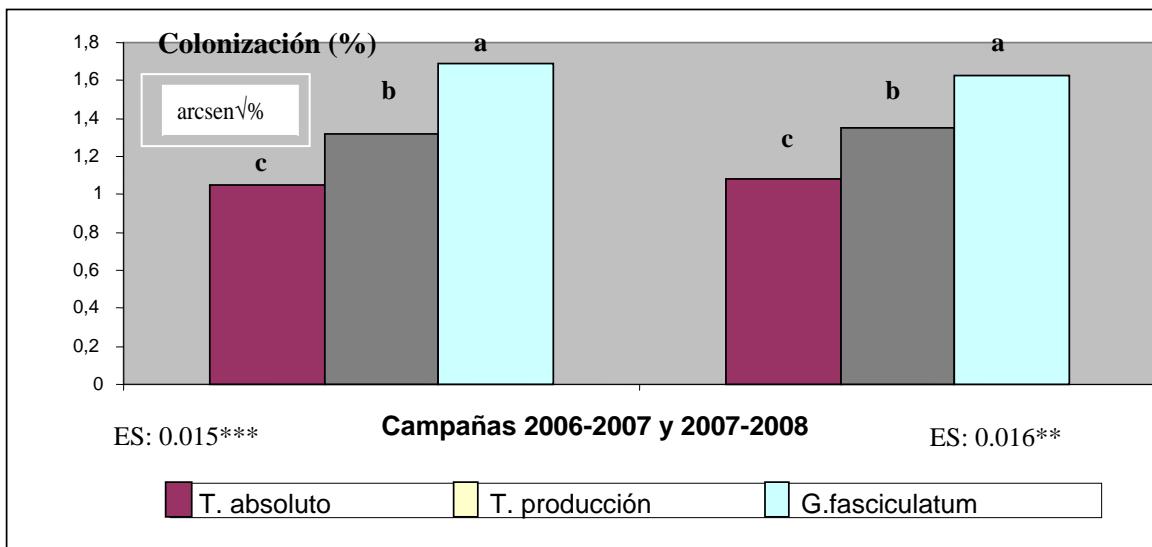


Fig. 1- Variables microbiológica % de Colonización en el cultivo de la cebolla al finalizar el semillero durante dos campañas.

Barras con distintas letras difieren estadísticamente para $p<0.05$, según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Los resultados alcanzados en el testigo absoluto evidenciaron el bajo e ineffectivo potencial de colonización de las especies nativas, lo cual pudo no depender únicamente del genoma del hongo ni de la planta hospedera, sino también de diferentes factores bióticos y abióticos, que pueden influir en la expresión de estos, lo cual indica que en las condiciones en que se realizó la investigación, se estuvo en presencia de un agroecosistema con incidencia baja de propágulos efectivos, todo lo cual corrobora la necesidad de inocular con especies de HMA eficientes para estas condiciones, pues se corresponde con los resultados experimentales obtenidos, y trayendo consigo que dicha inoculación cambiase, positivamente, la composición de la población micorrízica, con el consiguiente mejoramiento de los indicadores agronómicos de las plántulas.

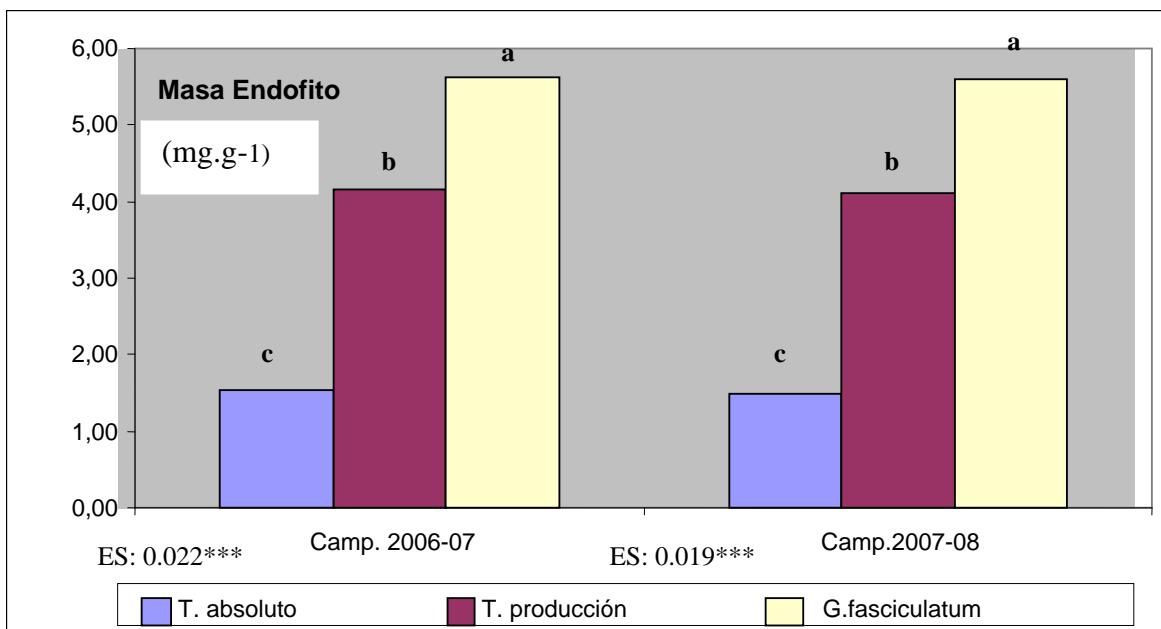


Fig. 2 - Variables microbiológica Masa del Endófito en el cultivo de la cebolla al finalizar el semillero.

Barras con distintas letras difieren estadísticamente para $p < 0.05$, según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Los resultados mostrados permitieron evidenciar el incremento de las poblaciones de HMA con la utilización de la especie *Glomus fasciculatum* en relación con las poblaciones nativas, lo que ratifica la pobre fertilidad biológica del suelo para la obtención de plántulas sin la aplicación de fertilizantes minerales.

Extracción de nutrientes por plántulas de cebolla.

Tabla 3 – Valores de la extracción (A) de nitrógeno (kg N. ha^{-1}) e incrementos (B) respecto al testigo de producción (%) en plantulas del cultivo de la cebolla.

Tratamiento	Cebolla 2006-07		Cebolla 2007-08	
	A	B ^(*)	A	B ^(*)
Testigo absoluto	25,72 c	(53,0)	24.53 c	(53,5)
Testigo de producción	54,73 a	-	52.75 a	-
<i>Glomus fasciculatum</i>	45,28 b	(17,3)	43.21 b	(18,0)
ES	0.035***	-	0.039***	-

(*) - Valores dentro de paréntesis representan decrecimientos.

Medias en columnas con letras distintas difieren estadísticamente para $p < 0.05$, según prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Tabla 4. Valores de la extracción (A) de fósforo (Kg P. ha⁻¹) e incrementos (B) respecto al testigo de producción (%) en plantulas del cultivo de la cebolla.

Tratamiento	Cebolla 2006-07		Cebolla 2007-08	
	A	B ^(*)	A	B ^(*)
Testigo absoluto	5,40 b	(65,3)	5.35 b	(60.3)
Testigo de producción	15,53 a	-	13.46 a	-
<i>Glomus fasciculatum</i>	15,81 a	1,8	14.23 a	5.7
ES	0,13***		0,19***	-

(*) - Valores dentro de paréntesis representan decrecimientos.

Medias en columnas con letras distintas difieren estadísticamente para p < 0.05, según prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Tabla 5 - Valores de la extracción (A) de potasio (Kg K. ha⁻¹) e incrementos (B) respecto al testigo de producción (%) en plantulas del cultivo de la cebolla.

Tratamiento	Cebolla 2006-07		Cebolla 2007-08	
	A	B ^(*)	A	B ^(*)
Testigo absoluto	15,96 c	(55,9)	14.21 c	(55.1)
Testigo de producción	36,15 a	-	31.65 a	-
<i>Glomus fasciculatum</i>	29,69 b	(17,9)	27.65 b	(12.6)
ES	1,01***	-	0.91***	-

(*) - Valores dentro de paréntesis representan decrecimientos:

Medias en columnas con letras distintas difieren estadísticamente para p < 0.05, según prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

De lo anteriormente expuesto, se obtuvo que el tratamiento inoculado con HMA en la cebolla, fue capaz de extraer mayores cantidades de N, P y K que el testigo absoluto, lo que indica que dicho microorganismo posibilitó poner a disposición de las plantas estos nutrientes, por diferentes mecanismos e interactuando entre sí, lo que puede haber ocurrido a partir de la mineralización de nutrientes, la fijación biológica de nitrógeno, de la solubilización de P y de la estimulación del desarrollo radical y/o secreción de sustancias estimuladoras del crecimiento, entre otros posibles mecanismos.

Tabla 7 - Valoración económica de los tratamientos inoculados en el semillero con HMA en la etapa de plantulas de la cebolla.

Tratamientos semillero	Valor de la producción (\$. ha ⁻¹)	Costo de producción (\$. ha ⁻¹)	Beneficio (\$. ha ⁻¹)	Relación B/C
Testigo de producción	10580.80	2240.00	8340.80	3.72
<i>Glomus fasciculatum</i>	10580.80	2007.92	8572.80	4.27

En la producción de plantulas de cebolla (Tabla 7), el tratamiento inoculado con la especie ***G. fasciculatum***, obtuvo una relación Beneficio/ Costo superior a 4, lo cual evidencia la obtención de un beneficio superior al 100%, por lo que quedan claramente reflejado el efecto benéfico que provoca la inoculación con dichos microorganismos en la producción de plantulas de cebolla.

V – CONCLUSIONES

1. En la rizosfera de las plántulas de cebolla la inoculación con HMA especie *Glomus fasciculatum* incrementó la colonización radical y la masa del endófito.
2. La aplicación de HMA cepa *Glomus fasciculatum* propició la mayores extracciones de N, P, K con relación al testigo absoluto, similares en fósforo al testigo de producción.
3. El tratamiento seleccionado para el cultivo de la cebolla garantiza relación Beneficio/Costo de 4,7 en la producción de plántulas.

VI – RECOMENDACIONES

1. Utilizar la inoculación de HMA especie “*Glomus fasciculatum*” como una alternativa viable para la nutrición en la producción de plántulas de cebolla en condiciones similares a las estudiadas.
2. Estudiar la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares para la nutrición de otras especies hortícolas como vía alternativa para dicho propósito.
3. Incluir los resultados obtenidos en los programas de enseñanza de pre y postgrado.

Bibliografías Consultadas.

- AGROCADENAS. (2003). Cebolla. Exploración de mercados. Disponibles en:
<http://Agrocadenas.gov.co/hone.htm>[consulta: marzo 7-2008].
- Cuba. MINAG. (2007). Dirección Provincial de Cultivos Varios. Hortalizas. Informe de cierre de campaña de frío 2005-2006. Granma.
- Cuba. MINAG. (1983). Dirección Nacional de Cultivos Varios. Hortalizas. Instructivo Técnico del tomate.
- Cuba. MINAG. (1984). Dirección Nacional de Cultivos Varios. Hortalizas. Instructivo Técnico de la cebolla.
- FAO. (1980). Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para los extensionistas. 3ra Edición. Roma. 54 p.
- FAO. (2004). Agricultural Data [en línea] : [www.Fao.org](http://faostat.Fao.org/). Disponibleen: <http://faostat.Fao.org/> Faostat/collection ¿versión= xt&hasbalk=0&subset=agriculture. [consultada. 7-3-08].
- Gomez, R. y col. (1995). Principales resultados en la aplicación de biofertilizantes en cultivos de interés económico para Cuba, utilizando la tecnología de recubrimiento de semillas. En: programa y resúmenes. 18 p.
- Herrera, R. A. /et al /. (1995). Estrategias del funcionamiento de las micorrizas VA en un bosque tropical Biodiversidad en Iberoamericana: Ecosistemas; Evolución y procesos (Máxima Monasterio). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Subprograma XII. Diversidad Biológica Mérida. México.
- Hernández, M. I; Chailloux, M.; Casanova, A.; Ojeda, A. y Mc Donald, J.M. (2009). Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas en cepellones de tomate. En: IV Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programa y Resúmenes. (4: 2001: La Habana), .p.192.
- INCA. (1999). (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas). Manual de técnicas analíticas para Análisis de Suelo, Foliar, Abonos Orgánicos y Fertilizantes Químicos... La Habana.
- Klironemos y Hart. (2002). Mycorrhizal Fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. Nature 396: 69 – 72.