

Influencia de la materia orgánica de aserrín y micorriza en el cultivo de la cebolla.

Influence of sawdust and organic matter in the culture of mycorrhizal onion.

Autores: Ing. Adileida Mengana-Fresco, Dr C. Luperio Barroso-Frómeta, Ing. Carlos A. Sánchez-Estévez.

Organismo: Facultad Agroforestal de Montaña, Guantánamo, Cuba.

E-mail: adileida@fam.cug.co.cu, luperio@fam.cug.co.cu, anselmo@fam.cug.co.cu

Resumen.

Posturas de cebolla (*Allium cepa* L) de la variedad Yellow Granex, en una finca perteneciente a la comunidad de Limonar del municipio El Salvador, entre noviembre del 2009 hasta marzo del 2010. Las posturas fueron inoculadas a los 45 días de germinadas con una cepa de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) *Glomus intrarradices* que actúa como biofertilizante. Se utilizaron dos niveles de humedad derivados de la norma de riego, al 100% y al 50% combinada con la micorriza, se evaluaron seis tratamientos. Se pudo comprobar de forma general que cuando se empleó la micorriza combinada con la norma de riego al 50% y 100 % se obtuvieron los mejores resultados en las variables del crecimiento, desarrollo y rendimiento.

Palabras clave: cebolla; materia orgánica; cultivo de cebolla.

Abstract.

Onion plantation (*Allium cepa* L) Yellow Granex variety, in the field, to belong Limonar community, between November 2009 and March 2010. The plantation was inoculated 45 days germinate with Micorrízicos Arbusculares fungus (*Glomus intrarradices*) biofertilize function. Two level of humidity was used to 100% and 50% combination with micorriza, six treatments was evaluated. The best result in the growth, performance was obtained with use combination micorriza and two irrigation norm (100% and 50%).

Keywords: onion; organic matter; onion crop.

Introducción.

La población mundial, que es una medida de capacidad tecnológica de preservar la vida, ha crecido establemente. En los últimos 200 años el crecimiento ha sido exponencial, lo que significa que la población mundial se duplica cada 40 años (Castro, 2000; Riera, 2003). Por tanto, una de las mayores preocupaciones de la humanidad lo constituye el abastecimiento alimentario, sobre todo en los países más pobres, debido a que la población crece a un ritmo acelerado, mientras que los suelos cultivables disminuyen al ritmo vertiginoso de 6,8 % en cada década (FAO, 1994).

Por otra parte, el desarrollo de la agricultura en condiciones de bajos insumos, presupone el estudio de diferentes alternativas de producción, en los que el manejo del agua y la nutrición resultan aspectos de gran interés por varias razones: el empleo de algunos biofertilizantes, como las Micorrizas, que aumentan la disponibilidad de agua y nutrientes a las plantas propiciando su desarrollo radical que les permite ser más eficiente y explorar más volumen de suelo, por lo que se obtendrán producciones elevadas. (Barroso, 2004).

Desarrollo.

Materiales y métodos

Para darle cumplimiento al objetivo propuesto se desarrolló un experimento en la Finca del campesino Iroenis Valladares perteneciente a la comunidad de Limonar del municipio El Salvador, en condiciones de huerto intensivo, en parcelas de 6 m² las cuales fueron sometidas a las labores de preparación de suelos según (Inst. Tec. 2002). Donde se utilizó posturas de cebolla (*Allium cepa*) de la variedad Yellow Granex de 45 días de edad, trasplantadas en noviembre de 2009 y cosechada en marzo de 2010 en un suelo Pardo sialítico carbonatado, según Estación Provincial de Suelo de Guantánamo.

La distribución de los tratamientos se realizó sobre un diseño totalmente aleatorizado con 6 tratamientos:

- T₁ Suelo + Materia Orgánica + Micorriza + 100% de la norma de riego (S + MO+ HMA + MR)
- T₂ Suelo + Materia Orgánica + Micorriza + 50% de la norma de riego (S + MO+ HMA + ½ MR)
- T₃ Suelo + Materia Orgánica 100% de la norma de riego (S + MO + MR)
- T₄ Suelo + Materia Orgánica + 50% de la norma de riego (S + MO + ½ MR)
- T₅ Suelo + 100% de la norma de riego (S + MR)
- T₆ Suelo + 50% de la norma de riego (S + ½ MR)

Aplicación de Biofertilizantes: se utilizó *Glomus intraradices* como cepa de micorriza. La inoculación se aplicó en el momento del transplante, donde se realizó una pasta fluida de micorriza y agua respectivamente; en dosis de 600 g de micorriza en 1200 ml de agua. Fernández *et al.* (1996)

Aplicación de materia orgánica de aserrín: se aplicó el aserrín en una dosis de 2 Kg.m² en toda la superficie de los canteros objeto de estudio de forma homogénea, momento antes del transplante del cultivo.

Aplicación del riego: el riego se aplicó de forma manual con regadera de 12 litros de capacidad y con una frecuencia de 7 días para todas las variantes estudiadas.

Evaluaciones realizadas: las distintas evaluaciones fueron realizadas a los 15 días, 30 días, 45 días, 60 días, 75 días y 90 días después del trasplante, en 10 plantas por tratamientos, en las variables siguientes.

Variables del crecimiento

1.- Superficie foliar: se dividieron las hojas de las plantas a evaluar en dos partes, la 1ra de forma rectangular se le determina el área basada en dicha figura geométrica ($A_1 = L \times A$ (m^2)) y la 2da parte y final de la hoja forma una figura triangular y se determinó el área de la siguiente forma $A_2 = \pi \times r \times g$ (m^2) donde A_2 área del triangulo, π es 3,14, r es el radio y g es la gheratriz $r = L / 2\pi$ que se deriva de la ecuación de $L = 2\pi \times r$ y $g^2 = h^2 + r^2$ $g = \sqrt{h^2 + r^2}$

2.- Altura (cm): La altura de las plantas se midió a partir de la base del pseudo tallo hasta la hoja de mayor longitud.

3.- N° de hojas: El número de hojas se midió contando las hojas de las plantas con excepción de la hoja apical en las evaluaciones realizadas.

Variables del rendimiento

1.- Diámetro del bulbo (cm) Para medir el diámetro del bulbo se utilizó un pie de rey con el que se procedió midiendo el diámetro ecuatorial del mismo.

2.- Altura del Bulbo (cm) Para medir la altura del bulbo se utilizó un pie de rey con la que se realizó la evaluación ecuatorial del mismo.

3.- Masa del bulbo (g) El peso del bulbo fue medido en 10 plantas por tratamientos con una balanza analítica.

4.- Rendimiento $Kg.m^2$ Para la evaluar esta variable se cosechó un metro cuadrado por tratamiento de toda el área de cálculo del cantero, se pesó en una báscula cuyo resultado fue promediado y expresado en $Kg.m^2$.

Resultados y discusión

Al analizar el crecimiento en altura de las plantas de cebolla, se pudo comprobar que la magnitud de la variable cambió en dependencia de los tratamientos y las variaciones de forma general fueron diferentes en cada uno de los momentos evaluados (Figura 1)

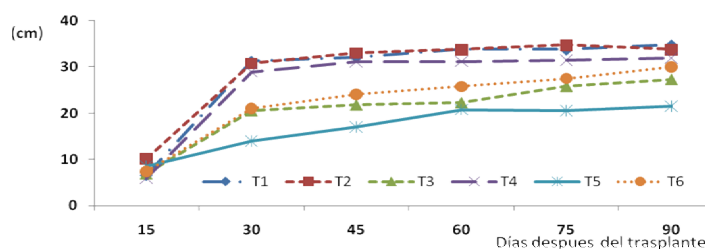


Fig.1.- Dinámica de la variable altura de plantas.

Resultó interesante como entre los 30 y 75 días después del trasplante se observó una diferenciación importante entre los tratamientos T1 y T2 con relación a los restantes tratamientos, aspecto que puede estar relacionado con el empleo de la micorriza ya que estas variantes contaron con la aplicación de este biofertilizante. Al parecer la reducción de la norma de riego al 50% no tuvo afectaciones en el crecimiento en altura cuando se empleó micorriza.

Es interesante el comportamiento seguido por el tratamiento donde se empleó el 50% de la norma y materia orgánica (T4) que mantuvo sus valores en torno a los tratamientos de mejores comportamiento en la altura (T1 y T2), aspecto que puede estar relacionado con las variables climáticas y en particular con las precipitaciones que aún cuando no fueron bien distribuidas en el tiempo, si ocurrieron volúmenes entorno a la norma y superior a ella en los meses que coincide con en proceso de mayor crecimiento (noviembre y diciembre).

La dinámica del número de hojas de plantas de cebolla que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno durante el ciclo biológico del cultivo se puede observar en la figura 2 y de igual forma que en el caso de la altura los tratamientos que contaron con el empleo de la micorriza (T1 y T2) mostraron los mejores resultados a lo largo de todo el periodo evaluativo.

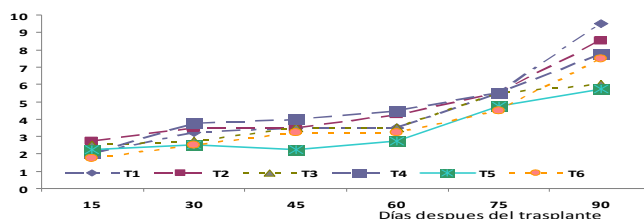


Fig. 2.- Dinámica del número de hojas.

Esta variable no significó una clara diferenciación visual entre grupos de tratamientos a lo largo del crecimiento y desarrollo del cultivo como fue observado en la variable altura, pero si se aprecia los mejores resultados exhibido por los tratamientos que contaron con el empleo del biofertilizante (HMA) independientemente del nivel de humedad creado en el suelo producto de la norma de riego empleada.

Al analizar las variables altura de las plantas y el número de hojas en el momento en que se realizó la cosecha (Tabla 1), se alcanzó una magnitud en el caso de la altura de aproximadamente 33 cm promedio por planta en el tratamiento en que se aplicó micorriza combinada con materia orgánica y el 50% de la norma de riego (T2), sin diferencias con los tratamientos T1, T4 y T6. Los resultados anteriores al parecer estuvieron condicionados por la aplicación de la micorriza y un buen aprovechamiento de la humedad del suelo ya que los tratamientos T4 y T6 no contaron con el biofertilizante ni con la norma de riego del 100%.

Tabla 1.- Evaluación de las variables altura de las plantas y número de hojas a los tres meses ES y las letras en la tabla representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para $p \leq 0.05$.

Tratamientos	Altura	Sig.	No. de hojas	Sig.
T1 S + MO+ HMA + MR (control)	31.25	a	9.5	a
T2 S + MO+ HMA + ½ MR	33.0	a	8.5	ab
T3 S + MO + MR	27.25	b	6.0	cd
T4 S + MO + ½ MR	31.25	a	7.75	b
T5 S + MR	21.5	c	5.75	d
T6 S + ½ MR	30.0	ab	7.5	bc
ES	1.23		0.50	

En la variable número de hojas se encontró al momento de la cosecha que el tratamiento donde se aplicó micorriza combinada con materia orgánica y el 100% de la norma de riego (T1) mostró los mejores resultados sin diferencias significativas con el tratamiento que se empleó micorriza combinada con materia orgánica y el 50% de la norma de riego (T2).

Estas variantes mostraron un crecimiento en altura y número de hojas superior al resto de los tratamientos con diferencias de 9.75 cm y 11.5 cm, en altura, y de 3.75 y 2.75, en número de hojas, respectivamente con el tratamiento que en ambas variables reflejó los valores más bajos T5 (100% de la norma de riego sin la aplicación de HMA y MO) con respecto al T1, T2 y T3 (altura) y T1 y T2 (No. de hojas), estas reducciones representan entre 31.2% y 34.8% en el caso de la altura y de entre 32.3% y 39.4% para el número de hojas.

Estos resultados presentan tendencia similar con los indicados por Abad (2008) donde encontró que el crecimiento de este cultivo (cebolla) fue mayor cuando empleó micorriza y esta combinada con humus de lombriz. Por su parte, Miguelina (2010) informa valores superiores para la altura de la cebolla cuando se cultiva con biofertilizante y esencialmente combinado con materia orgánica.

Un aspecto importante a señalar es que cuando se aplicó el 100% de la norma de riego combinada con la aplicación de las alternativas biológicas las plantas no manifestaron diferencias con aquellas que emplearon la mitad de la norma, sin embargo, cuando se empleó la materia orgánica sola con las normas de riego (T3 y T4) las plantas que estuvieron sometidas a el 50% del volumen de agua aplicado manifestaron mayor crecimiento en hojas y altura, esto puede estar relacionado con que en las condiciones que fue desarrollado el experimento la norma de riego según instrucciones técnica para el cultivo resultan superiores al óptimo, dado a un nivel de humedad que se mantiene en el suelo.

Diferentes autores coinciden en plantear que el uso de las micorrizas sola y combinada con otros microorganismos y subproductos orgánicos estimula el crecimiento del vegetal. En la biofertilización del ajo (*Allium sativum* L), Gómez y Muñoz (1998) evaluaron el efecto de varios microorganismos entre ellos la cepa de micorriza (*Glomus clarum*) en aplicaciones individuales y combinadas, utilizando la tecnología del recubrimiento de la semilla, comparándolas con un control de fertilización mineral y obtuvieron los mejores resultados con la aplicación de *Glomus clarum*, con incrementos respecto al control de 14 - 48 %; rango de valores que superan a los obtenidos en este trabajo.

Por su parte Hernández (2000) en este mismo cultivo mediante la inoculación mixta Azospirillum–HMA encontró incrementos significativos en el crecimiento y contenido de fósforo de las plantas, lo que permitió sustituir completamente la aplicación de fertilizantes fosfóricos y nitrogenados y favorecer la colonización de plantas por los hongos micorrízicos.

En la tabla 2 se presenta la evaluación de la masa seca de raíz y aérea de plantas de cebolla que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno en dos momentos del ciclo biológico (a los 30 y 90 días después del trasplante). Se encontró que los tratamientos empleados provocaron diferencias significativas en las dos evaluaciones realizadas. De forma general los mejores resultados se alcanzaron en los tratamientos donde se aplicó alternativas biológicas, independientemente del volumen de agua empleado.

La variable masa seca de la raíz hasta los 30 días después del trasplante no mostró el mejor comportamiento en los tratamientos T1 y T2 (S+MO+HMA+MR y S+MO+HMA+ ½ MR) que son aquellos donde las plantas estuvieron tratadas con micorriza y materia orgánica y niveles de humedad de 100% y 50% de la norma indistintamente. Sin embargo, la masa seca de la parte aérea si mostró los mejores resultados en esos tratamientos, lo que indica que hasta ese momento la presencia del hongo todavía está en función de parásito.

Tabla 2.- Evaluación de la masa seca de raíz y aérea. (a los 30 y 90 días después del trasplante). ES y las letras en la tabla representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para $p \leq 0.05$.

Tratamientos	30 días después del trasplante				90 días después del trasplante			
	MS Raíz (g)	Sig.	MSA (g)	Sig.	MS Raíz (g)	Sig.	MSA (g)	Sig.
T1S+MO+HMA+MR	0.012	b	0.21	a	0.032	bc	0.25	ab
T2 S+MO+HMA+½ MR	0.012	b	0.21	a	0.10	ab	0.42	a
T3 S+ MO + MR	0.01	b	0.15	ab	0.075	abc	0.15	ab
T4 S+MO+ ½ MR	0.04	a	0.27	a	0.11	a	0.30	ab
T5 S + MR	0.015	b	0.05	b	0.015	c	0.06	b
T6 S + ½ MR	0.022	ab	0.07	b	0.012	c	0.08	b
ES	0.006		0.04		0.027		0.10	

A partir de los 90 días, momento de la cosecha, la tendencia mostrada en ambas variables evaluadas fue a favor de las plantas que estuvieron sometidas durante todo el ciclo biológico a la aplicación de micorriza combinada con estiércol vacuno similar a las variables del crecimiento evaluadas en el momento de la cosecha, aspecto que demuestra la efectividad de la aplicación de alternativas biológicas de forma combinada. En las condiciones estudiadas no hay una tendencia definida de los tratamientos en cuanto a niveles de humedad empleados.

Estos resultados demuestran la factibilidad del uso de biofertilizantes en el cultivo y fundamentalmente cuando son combinados, en ese mismo sentido cuando las plantas son cultivadas en asociación con las micorrizas se tornan más tolerantes a situaciones adversas de su entorno, como son: estrés por agua, desbalance de nutrientes, altas o bajas temperaturas del suelo, pH, y presencia de sustancias o elementos tóxicos en el suelo.

Ha sido comprobado que la colonización micorrizógena cambia la nutrición radicular (Harley y Smith, 1983), la respiración radicular (Smith y Gioninazzi-Pearson, 1988), la arquitectura radicular y la razón raíz/tallo (Meinzer, Grantz y Smit, 1991), la anatomía radicular (Alexander *et al.*, 1989) y las relaciones hídricas (Augé y Stodola, 1990). Se ha comprobado también que la simbiosis micorrizógena afecta la vía de las respuestas de las raíces a los cambios en las condiciones del suelo y al estrés ambiental (Augé *et al.*, 1995).

La superficie foliar mostró un comportamiento similar al encontrado en la masa seca aérea, en los dos momentos evaluados (Figura 3). El mejor comportamiento se obtuvo en las variantes 50% de la norma de riego, hasta los 30 días después del trasplante en las plantas que fueron tratadas con materia orgánica (S+MO+ ½ MR) y hasta la cosecha en las plantas que se combinaron las dos alternativas biológicas (S+MO+HMA+½MR).

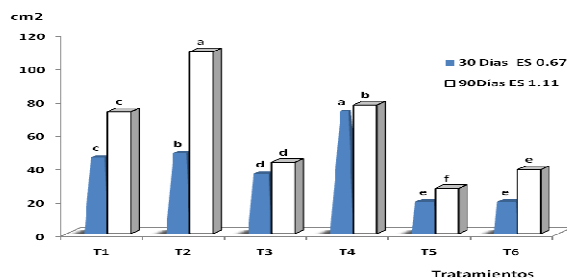


Fig. 3- Evaluación de la superficie foliar ES y las letras en la figura representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para $p \leq 0.05$.

En esta variable los tratamientos que no contaron con las alternativas biológicas mostraron los valores más bajos (T5.- S + MR y T6.- S + ½ MR), Las disminuciones mostradas en estos tratamientos, estuvieron dadas fundamentalmente por reducciones en el número de hojas, causado por el bajo nivel nutricional que experimentó el sustrato al no contar con las micorrizas y la materia orgánica durante el ciclo biológico del cultivo.

El desarrollo comprende dos procesos básicos: crecimiento y diferenciación de acuerdo con Azcón-Bieto y Talón (2001) donde la diferenciación se refiere a los cambios cualitativos. En la figuras 4; 5; 6 se representa la evaluación de variables del rendimiento de plantas de cebolla que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y M.O en el momento de la cosecha y se denotan, de forma general, los mejores resultados cuando fueron empleados el biofertilizante combinado con materia orgánica y el 50% del suministro de la norma, sin diferencias estadísticas con el tratamiento T1 (S + Mr + HMA).

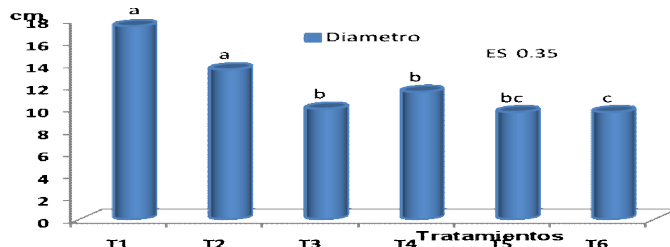


Fig.4- Diámetro del pseudo tallo a los 90 días.se representa la evaluación de variables del rendimiento de plantas de cebolla que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza en el momento de la cosecha. Es y las letras en la figura representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para $p \leq 0.05$

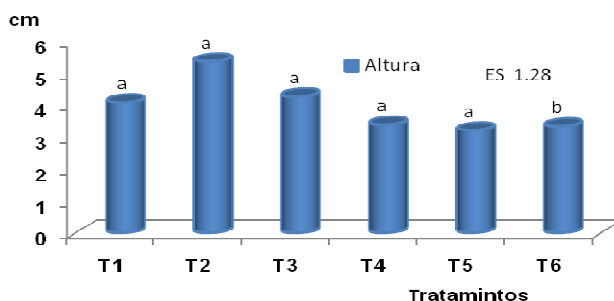
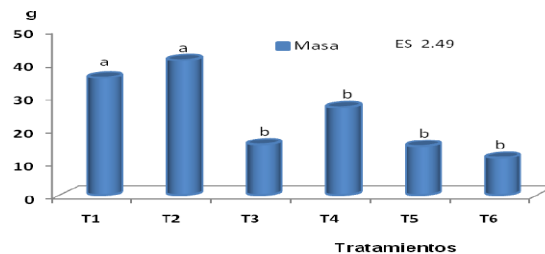


Fig.5- Altura de la planta.se representa la evaluación de variables del rendimiento de plantas de cebolla que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza en el

momento de la cosecha. Es y las letras en la figura representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para $p \leq 0.05$.



De acuerdo con los resultados expuestos, se puede inferir que este tratamiento (S + $\frac{1}{2}$ Mr + HMA + MO) fue suficiente para garantizar en las plantas un adecuado balance del carbono, con su consiguiente repercusión en el rendimiento de las plantas, tal y como ha sido observado en el experimento ya que mostró un rendimiento de un 69,6% superior al tratamiento T5 (S + Mr).

El diámetro del bulbo mostró los mejores resultados cuando las plantas fueron regada con el 50% de la norma y biofertilizadas con micorriza y M.O (T2), sin diferencias significativa con el tratamiento T1 (S + HMA + MO + MR) que es donde se empleó el 100% de la norma de riego, con valores que representan entre un 28,5% y 44,5% respectivamente, por encima del valor promedio obtenido por el tratamiento T5 (S + Mr).

Los tratamientos donde no se empleó alternativas biológicas mostraron los resultados más bajo en esta variable, mientras que cuando se utilizó M.O solo los valores se comportaron de forma intermedia independientemente del volumen de agua empleado.

En el caso de la altura del bulbo, al igual que las dos restantes variables del rendimiento evaluadas, los mejores resultados fueron observados en los tratamientos que contaron con las alternativas biológicas combinadas (T1 y T2), pero en este caso sin diferencias con los tratamientos donde se aplicó materia orgánica de aserrín (T3 y T4), independientemente de la norma de riego empleada.

De acuerdo con los resultados observados en las variables del rendimiento estudiadas, al parecer, la altura del bulbo tiene una mayor contribución a la masa del mismo (rendimiento) que el diámetro, cuando se evalúa los tratamientos que contenían las alternativas biológicas (T1 y T2), mientras que para el resto de los tratamientos se observó un comportamiento que indica que fue el diámetro que tuvo una mayor contribución.

Estos resultados de forma general coinciden con los trabajos de Liu y col (2002) los que encontraron correlaciones positivas entre la micorrización y el incremento de la producción de biomasa en plantas de maíz. Así mismo, Terry y Pino (2002) obtuvieron en otro cultivo los valores más elevados del rendimiento cuando lo inocularon con *Glomus clarum* y *Azospirillum brasilense*. Además, Poulton y col. (2002) informaron que la micorrización no sólo aumentó el contenido foliar de fósforo, sino también algunos otros parámetros reproductivos como el número total de flores y la producción de frutos por plantas.

En los tratamientos donde se aplicó alternativas biológicas con la ½ norma de riego los rendimientos fueron de 30.97 kg.m² superior a los tratamiento donde se aplicó el 100% de las normas de riego que fueron de 25,94 kg.m².

Conclusiones.

Los tratamientos donde mejor comportamiento tuvieron las variables del crecimiento y desarrollo estudiadas, fueron donde se aplicó el 50 % de la norma de riego con las alternativas biológicas, (T1; T2).

Los tratamientos donde se empleó la micorriza combinada con materia orgánica de aserrín y el 50% de la norma de riego (T1; T2) rendimientos de un 64% y 69,6% superior al tratamiento que no se la aplicó las alternativas biológicas.

Bibliografía.

- Alexander, T. e. a. (1989). Dynamics of arbuscule development and degeneration in onion, bean and tomato with reference to vesicular arbuscular mycorrhizae in grasses. *J. Bot*, 67, 2505-2513.
- Abad, M. (2008). *Uso de alternativas biológicas en el cultivo de la cebolla en un suelo con baja fertilidad*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Guantánamo.
- Augé, R. M. y. S. A. J. W. (1990). An apparent increase in symplastic water contributes to greater turgor in mycorrhizal roots of droughted Rosa plants. *New Phytologist*, 115, 285-295.
- Augé, R. M. e. a. (1995). Leaf elongation and water relations of mycorrhizal sorghum in response to partial soil drying: two Glomus species at varying phosphorus fertilization. *Experimental Botany*, 46, 297-307.
- Barroso, L. (2004). *Crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la Albahaca blanca (Ocimum basilicum L.) en función del abastecimiento hídrico*. Tesis de Grado.
- Castro, F. (2000). Apuntes para una agenda del sur: Nuevo milenio en desarrollo. *Ciencia, Innovación y Desarrollo*, 5(2), 23-45.
- Gómez, R y Muñoz, H. A. (1998). La biofertilización del ajo (*Allium sativum* L.) en suelo Ferralítico Rojo compactado. *Cult. Trop*, 19 (2), 9-13.
- Hernández, M. I. (2000). *Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Unpublished Tesis de Maestría en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes, La Habana.
- Riera, M. (2003). *Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo ferralítico rojo*. Unpublished Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas, La Habana.
- Steele, L. S. F. y. K. W. (1998). *Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. En Biological Nitrogen Fixation for Sustainable Agriculture*.
- V., S. E. y. G.-P. (1988). Physiological interactions between symbionts in vesicular arbuscular mycorrhizal plants. *Plant Physiol. and Plant Molec Biology*, 39, 224-244.

Fecha de recibido: 23 oct. 2012

Fecha de aprobado: 22 dic. 2012