

**Manejo del riego combinado con micorriza y materia orgánica en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* Lin.)**

**Irrigation management combined with mycorrhizae and organic matter in the cultivation of onion (*Allium cepa* Lin.)**

**Autores:** Dr.C Luperio Barroso Frómata<sup>1</sup>, Dr.C Manuel Riera Nelson<sup>2</sup>, Dr.C Adrian Montoya Ramos<sup>3</sup>.

**Centro de trabajo:** Facultad de Agroforestería de Montaña. Guantánamo, Cuba.

**E-mail:**<sup>1</sup> [luperio@fam.cug.co.cu](mailto:luperio@fam.cug.co.cu) Telf. 29418 **E-mail:**<sup>2</sup> [mriera@fam.cug.co.cu](mailto:mriera@fam.cug.co.cu) Telf. 383650

**E-mail:**<sup>3</sup> [pnhah1033@enet.co.cu](mailto:pnhah1033@enet.co.cu) Telf. 294181

**Resumen.**

Con el objetivo de evaluar normas reducidas de riego se desarrolló un experimento en la CCS Vidal Megret del municipio El Salvador, en el periodo de diciembre de 2008 a marzo de 2009. La distribución de los tratamientos se realizó sobre un diseño completamente aleatorizado con 8 tratamientos. Se evaluaron las variables, diámetro del bulbo (cm), masa del bulbo (g) y rendimiento (Kg.m<sup>2</sup>). Como principales resultados se obtuvo que, los niveles de fertilidad establecidos en el suelo a partir del empleo de lo HMA y el estiércol vacuno ocasionaron diferencias significativas en las variables estudiadas, esencialmente al combinar la micorriza con el abono orgánico. La aplicación de norma de riego al 50% con micorrizas y abono orgánico del tipo estiércol vacuno demostró ser una práctica favorable para todas las variables en estudio al brindar valores aceptables.

**Palabras clave:** variables, norma de riego, micorriza, abono orgánico

**Abstract.**

With the objective of evaluating reduced norms of watering an experiment was developed in the CCS Vidal Megret of the municipality El Salvador in the period from December 2008 to March 2009. The distribution of the treatments was carried out on a design totally randomized with 8 treatments. The variables, diameter of the bulb (cm), mass of the bulb (g) and yield were evaluated (Kg.m<sup>2</sup>). As main results it was obtained that, the established levels of fertility in the floor starting from the employment of the mycorrhiza and the bovine manure caused significant differences in the variables of the growth and studied development, essentially when combined the mycorrhiza with the organic payment. The application of watering norm to 50% with mycorrhiza and organic payment of the type bovine manure demonstrated to be a favorable practice for all the variables in study when offering acceptable values

**Key words:** variables, watering norm, micorrhiza, organic payment.

## Introducción.

La agricultura consume cerca del 70% del agua dulce utilizada en el mundo, esta cifra se acerca al 95% en muchos países en desarrollo, donde se encuentran cerca de las tres cuartas partes de las tierras irrigadas (Periódico Granma, 2007; Barroso, 2009).

Esto significa que para cambiar el curso de las cosas en relación con la escasez del vital líquido, los agricultores deben encontrar modos de producir más alimentos con una cantidad proporcionalmente menor de agua.

En tal sentido en el proyecto de lineamiento al IV Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC, 2010) se plantea que hay que sostener y desarrollar las investigaciones sobre la adaptación y mitigación al cambio climático, la conservación y el uso racional de los recursos naturales, en particular, los suelos, el agua y los bosques.

Teniendo en cuenta lo anterior, la agricultura cubana en el cultivo del arroz aplica de manera experimental una alternativa ventajosa con el uso de máquina de riego de pivote central, sistema que garantiza rendimientos similares a otras técnicas, pero con un sustancial ahorro de agua y menor costo (Varela, 2010).

Por ello el manejo de agua donde se reduzcan los volúmenes actuales que se emplean, apoyados al uso de alternativas biológicas entre las que se encuentra el empleo de micorriza y abono orgánico, pudiera ser una vía para garantizar tal propósito.

**Objetivo:** Evaluar el empleo de norma reducida de riego en el cultivo de la cebolla (var. Texa Early Granet) combinado con micorriza y materia orgánica.

## Materiales y métodos.

Para darle cumplimiento al objetivo propuesto se desarrolló un experimento en la CCS Vidal Megret El Salvador, Guantánamo, Cuba, en condiciones de huerto intensivo, en cantero de 1,20 m de ancho por 20 m de largo para un área por cantero de 24 m<sup>2</sup>. Las cuales fueron sometidas a las labores de preparación de suelos según Instructivo Técnico (Cuba, 1983). Se utilizaron posturas de cebolla (*Allium cepa*) de la variedad Texa Early Granet de 45 días de edad, trasplantadas en diciembre de 2008 y cosechada en Marzo de 2009.

El suelo empleado fue un pardo carbonatado según el mapa 1:25 000 de la Dirección Nacional de Suelos, Hernández *et al.*, (1999), al que se le realizó un análisis químico en la Estación de Suelos Salinos de Guantánamo. Para ello se tomaron 20 muestras a una profundidad de 0,25cm, cuyas características fueron las siguientes: pH.- 6.5; MO (%).- 4.3; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100 de suelo.- 75 y K<sub>2</sub>O mg/100 de suelo.- 66.

Las variables climáticas fueron tomadas de la estación agrometeorológica perteneciente al MINAZ, ubicada en Banito Carrera Larga, El Salvador Guantánamo. La Tabla 1, muestra los valores medios de esta localidad en la que se puede comprobar que generalmente las variables evaluadas muestran la tipicidad de la régimen pluviométrico en esta zona.

La distribución de los tratamientos se realizó sobre un diseño completamente aleatorizado con 8 tratamientos que a continuación se relacionan.

**T<sub>1</sub>** Norma de riego (Mr); **T<sub>2</sub>** Norma de riego + Micorriza (Mr + HMA); **T<sub>3</sub>** ½ Norma de riego (½ Mr); **T<sub>4</sub>** ½ Norma de riego + Micorriza (½ Mr + HMA); **T<sub>5</sub>** Norma de riego + Materia Orgánica (Mr + MO); **T<sub>6</sub>** Norma de riego + Micorriza + Materia Orgánica (Mr+ HMA + MO); **T<sub>7</sub>** ½ Norma

de riego + Materia Orgánica (½ Mr + MO); T<sub>8</sub> ½ Norma de riego + Micorriza + Materia Orgánica (½ Mr + HMA + MO).

Tabla 1. Variables del clima evaluadas durante en desarrollo del experimento.

VARIABLES CLIMÁTICAS	Meses en el periodo experimental			
	E	F	M	media
T. Media (°c)	27.5	27.5	30	28.3
T. Máxima (°c)	28	29	30	29.0
T. Mínima (°c)	27	28	30	28.3
Precipitaciones (mm)	-	7	5	4.0
Humedad relativa (%)	66	64	80	70.0

**Aplicación de biofertilizantes:** se utilizó *Glomus intraradices* como cepa de micorriza. La inoculación se aplicó en el momento del transplante, por el método de pelletización, para ello se realizó una pasta fluida utilizando la proporción de 1 kg de micorriza en 1200 ml de agua (Fernández, Rivera y Noval (1999) Patente 22641).

**Aplicación del riego:** el riego se realizó con manguera y metro contador acoplado en su extremo, en días alterno con un volumen de agua utilizado por tratamientos de 5 L.m<sup>2</sup> para 100% de la norma y 2.5 L.m<sup>2</sup> para el 50% de la norma.

**Aplicación de materia orgánica:** la materia orgánica aplicada fue del tipo estiércol vacuno a razón de 10 Kg.m<sup>2</sup> bien descompuesta.

**Evaluaciones realizadas:** las distintas evaluaciones fueron realizadas en diferentes momentos del ciclo del cultivo, en 10 plantas por tratamientos, en las variables siguientes.

**1.- Diámetro del bulbo (cm):** para medir el diámetro del bulbo se utilizó un pie de rey con el que se midió el diámetro ecuatorial del mismo.

**2.- Masa del bulbo (g):** el peso del bulbo fue medido en 10 plantas por tratamientos con una balanza analítica.

**3.- Rendimiento kg.m<sup>2</sup>:** para evaluar esta variable se cosechó un metro cuadrado por tratamientos, se pesó en una báscula cuyo resultado fue promediado y expresado en Kg.m<sup>2</sup>.

Para el análisis de los datos del experimento se utilizó el modelo matemático correspondiente el diseño totalmente aleatorizado, el análisis de varianza fue realizado por el **ANOVA** simple. Para ello se empleó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan para un grado de probabilidad del error de un 0.05 %. Con vista a llevar a cabo este procesamiento y análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico **STATGRAPHICS PLUS versión 5.1**.

## Resultados y discusión.

En la tabla 2 se presenta la dinámica de la variable masa del bulbo (g) de plantas que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno durante el ciclo biológico del cultivo. Se encontró que los tratamientos empleados provocaron diferencias significativas en las diferentes evaluaciones realizadas. Los mejores resultados se alcanzaron en los tratamientos donde se aplicó alternativas biológicas, aunque con especificidades en el volumen de agua empleado.

Esta variable mostró el mejor comportamiento hasta los 45 días después del trasplante en los tratamientos 6 y 7 (Mr + HMA+ MO y ½ Mr + MO) 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, lo que indica que en las condiciones estudiadas no hay una tendencia definida de los tratamientos en cuanto a niveles de humedad empleados.

Tabla 2.- Dinámica de la variable masa del bulbo (g) de plantas que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno durante el ciclo biológico del cultivo. ES y las letras en la tabla representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para  $p \leq 0.05$ . MO (materia orgánica), HMA (hongo micorrízicos arbusculares), Mr (Norma de riego).

Tratamientos	Días después de la siembra									
	15	Sig	30	Sig	45	Sig	60	Sig	75	Sig
Mr	25	f	26.8	f	29.3	f	30	f	190.6	e
Mr + HMA	94.5	b	96.5	b	97.6	c	100.3	c	205.8	d
½ Mr	75.8	c	78	c	78.8	d	80	d	190	e
½ Mr + HMA	75	d	77.3	d	79	d	80	d	217	c
Mr + MO	55.6	e	57.6	e	59.8	e	61	e	181	f
Mr + HMA + MO	96.6	a	98	a	99	a	100	c	171	g
½ Mr + MO	96.5	a	98	a	99.3	a	108.6	d	225.5	b
½ Mr + HMA + MO	94.1	b	96.1	b	98.3	b	112.5	a	230.6	a
ES	<b>0.23</b>		<b>0.20</b>		<b>0.21</b>		<b>0.50</b>		<b>1.35</b>	

A partir de los 45 días y hasta el momento de la cosecha el mejor comportamiento fue mostrado por el tratamiento donde las plantas estuvieron sometidas durante todo el ciclo biológico a 50% de la norma de riego y micorriza combinada con estiércol vacuno (½ Mr + HMA + MO), 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.

Este tratamiento donde se empleó la micorriza combinada con el estiércol vacuno y el 50% de la norma de riego alcanzó una diferencia de 40 g con respecto al tratamiento control (T1.-Mr), valor que representa el 17.34%.

Estos resultados demuestran la factibilidad del uso de biofertilizantes en el cultivo y fundamentalmente al ser combinados y el suelo no está bien representado por una buena reserva nutricional. 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 (Riera, 2003).

Los resultados encontrados en este experimento pueden estar influidos por los niveles de fósforo (75 meq/100g de suelo) que generalmente se relaciona la efectividad de los hongos micorrízicos con el nivel de fósforo en el suelo, no esperándose efectos positivos a niveles altos de P asimilable.

Ha sido comprobado que la colonización micorrizógena cambia la nutrición radicular, la respiración radicular, la arquitectura radicular y la razón raíz/tallo, la anatomía radicular 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 dinámica de la variable diámetro del bulbo (cm) de plantas 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 tabla 3, encontrándose diferencias significativas entre tratamientos en todas las evaluaciones realizadas.

El diámetro del bulbo mostró los mejores resultados en aquellas plantas que fueron regada con el 50% de la norma y biofertilizadas con micorriza y estiércol vacuno combinado, en todas las evaluaciones realizadas, con valores que representan entre un 45.68 % y 51.76 % durante todo el ciclo por encima del valor promedio obtenido por el tratamiento control (Mr).

Tabla 3.- Dinámica de la variable diámetro del bulbo (cm) de plantas que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno durante el ciclo biológico del cultivo. ES y las letras en la tabla representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para  $p \leq 0.05$ . MO (materia orgánica), HMA (hongo micorrízicos arbusculares), Mr (Norma de riego).

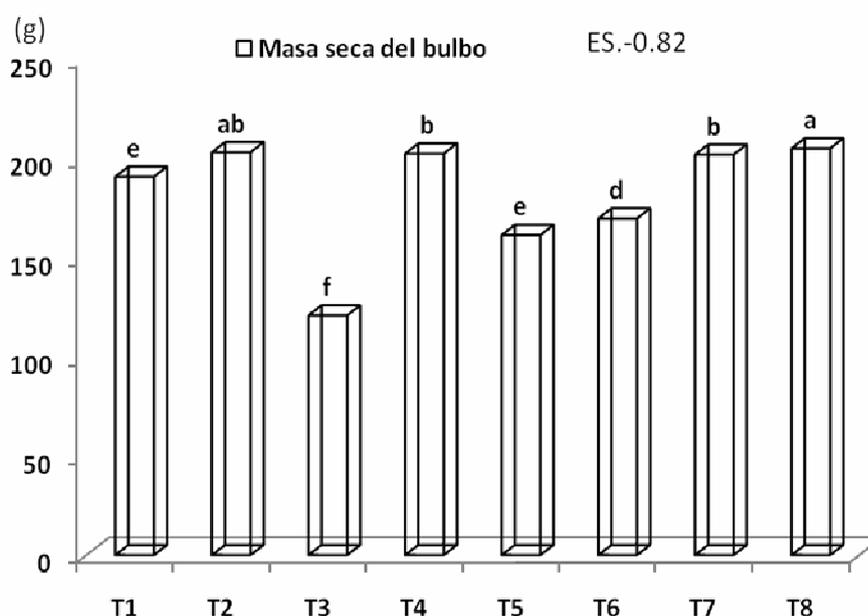
Tratamientos	Días después de la siembra									
	15	Sig	30	Sig	45	Sig	60	Sig	75	Sig
<b>Mr</b>	2.83	<b>d</b>	3.16	<b>d</b>	3.85	<b>d</b>	3.9	<b>d</b>	4.1	<b>h</b>
<b>Mr + HMA</b>	4.5	<b>b</b>	4.5	<b>b</b>	5.0	<b>b</b>	5.0	<b>c</b>	5.0	<b>g</b>
<b>½ Mr</b>	3.65	<b>c</b>	3.85	<b>c</b>	4	<b>d</b>	4	<b>d</b>	5.18	<b>fg</b>
<b>½ Mr + HMA</b>	3.66	<b>c</b>	3.71	<b>c</b>	4.5	<b>c</b>	4.88	<b>d</b>	8	<b>b</b>
<b>½ Mr + MO</b>	3.01	<b>d</b>	3.18	<b>d</b>	3.45	<b>e</b>	3.55	<b>d</b>	5.5	<b>ef</b>
<b>Mr + HMA+ MO</b>	3.53	<b>c</b>	3.9	<b>c</b>	4.0	<b>d</b>	5.33	<b>c</b>	5.83	<b>d</b>
<b>½ Mr + MO</b>	4.4	<b>b</b>	4.7	<b>b</b>	4.9	<b>b</b>	6.03	<b>b</b>	7.0	<b>c</b>
<b>½ Mr + HMA +</b>	5.21	<b>a</b>	5.4	<b>a</b>	5.73	<b>a</b>	6.81	<b>a</b>	8.5	<b>a</b>

MO									
ES	0.09		0.10		0.08		0.17		0.13

El resto de los tratamientos, de forma general, no mantuvieron una tendencia definida a lo largo de todo el ciclo evaluado, ya que se observaron variantes con valores superiores en las evaluaciones iniciales y al final con resultados inferiores a los que superó anteriormente. Sin embargo, al igual que en el caso de la masa del bulbo en las etapas finales el mejor comportamiento se observó al combinar las alternativas biológicas.

En la figura 1 se representa la masa del bulbo en (g) y el rendimiento en (kg.m<sup>2</sup>) de plantas que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno en el momento de la cosecha. Se denotan los mejores resultados en las variantes donde fueron empleados el biofertilizante combinado con materia orgánica y el 50% del suministro de la norma, sin diferencias estadísticas con el tratamiento T2 (Mr + HMA).

De acuerdo con los resultados expuestos, se puede inferir que este tratamiento (½ 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 que mostró un rendimiento de un 7 % superior al tratamiento control (Mr).



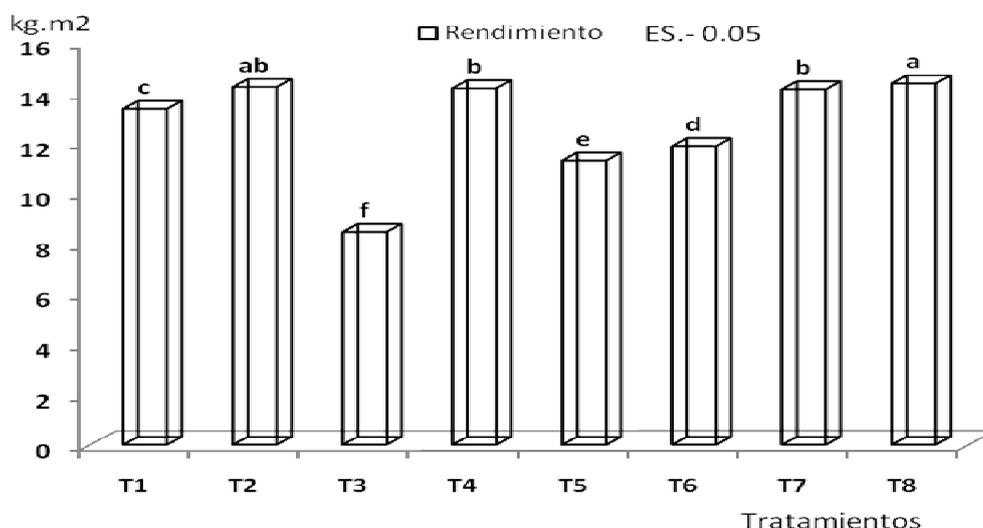


Fig 1.- Evaluación de variables del rendimiento de plantas que se le reduce el volumen de agua y fueron tratadas con micorriza y estiércol vacuno en el momento de la cosecha. ES y las letras en la tabla representan el error estándar y la significación, según dócima de Duncan para  $p \leq 0.05$ . T<sub>1</sub> Norma de riego (Mr); T<sub>2</sub> Norma de riego + Micorriza (Mr + HMA); T<sub>3</sub> ½ Norma de riego (½ Mr); T<sub>4</sub> ½ Norma de riego + Micorriza (½ Mr + HMA); T<sub>5</sub> Norma de riego + Materia Orgánica (Mr + MO); T<sub>6</sub> Norma de riego + Micorriza + Materia Orgánica (Mr+ HMA + MO); T<sub>7</sub> ½ Norma de riego + Materia Orgánica (½ Mr + MO); T<sub>8</sub> ½ Norma de riego + Micorriza + Materia Orgánica (½ Mr + HMA + MO).

Es importante resaltar los resultados mostrados por el tratamiento donde se empleó el 100% de la norma con HMA, donde los valores estuvieron estadísticamente igual al tratamiento que alcanzó el mejor comportamiento (½ Mr + HMA + MO) en estas variables del rendimiento.

En el caso de este tratamiento donde se combina la materia orgánica con la micorriza y el nivel de humedad en el suelo reducido a la mitad, al parecer las deficiencias hídricas creadas por el propio tratamiento es suplido por la combinación del biofertilizante y la materia orgánica.

Un aspecto que pudo influir directamente en la obtención de estos resultados fueron las variables climáticas (tabla 1) que en el caso de las temperaturas medias mantuvieron durante todo el periodo de la investigación valores entre 27.5 °C y 30°C óptimo para el desarrollo de este cultivo fundamentalmente para la formación y maduración del bulbo (Cuba, 1983).

El empleo de material orgánico con micorriza, contribuyen a mejorar el estado nutricional e hídrico de las plantas al propiciarles a éstas una mayor exploración de volumen de suelo, tal y como fue señalado por Abad (2008) y Lora (2010) en este propio cultivo.

En trabajos realizados por Riera (2003) en los cultivos de fríjol y boniato donde se estudió la frecuencia de inoculación con hongos micorrízicos arbusculares HMA encontró una tendencia al aumento de los rendimientos en la misma medida del aumento de la frecuencia de inoculación, resultado similar al obtenido por Ruiz (2001) al inocular un solo cultivo en rotaciones de raíces y tubérculos.

## Conclusiones.

- Los niveles de humedad establecidos en el suelo a partir del empleo de normas reducidas de agua y la micorriza con estiércol vacuno ocasionaron diferencias significativas en las variables estudiadas, esencialmente al combinar el 50% de la norma con las alternativas biológicas.
- Se logró obtener en el tratamiento donde se empleo la norma de riego del 50% y la micorriza combinada con el estiércol vacuno rendimientos de un 7% superior al tratamiento control.

## Referencias Bibliográficas.

1. Abad, M. (2008). Uso de alternativas biológicas en el cultivo de la cebolla en un suelo con baja fertilidad. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad Agroforestal de Montaña, Universidad de Guantánamo, Cuba, 42 p.
2. Augé, R. M. y Stodola A. J. W. (1990). An apparent increase in symplastic water contributes to greater turgor in mycorrhizal roots of droughted Rosa plants. *New Phytologist*. vol 115, p. 285-295.
3. Augé, R. M; *et al.* (1995). Leaf elongation and water relations of mycorrhizal sorghum in response to partial soil drying: two *Glomus* species at varying phosphorus fertilization. *Journal of Experimental Botany*. 46, p. 297-307.
4. Barroso, L. (2009). Explotación de riego y drenaje en condiciones de escasez de agua. Curso para la maestría de Desarrollo Agrario Sostenible, 1ra Versión, Guantánamo, Cuba.
5. Cuba. 1983. Ministerio de la Agricultura. Instructivo Técnico del Cultivo de la Cebolla. Octubre. p. 60 – 65.
6. Fernández, F.; Rivera, R.; Noval, B. (1999). Metodología de recubrimiento de semillas con inoculo micorrizógeno. (Patente Cubana No 22641).
7. Hernández *et al.* (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana. Agrinfor, 64 p.
8. Lora, M. (2010). Crecimiento y desarrollo del cultivo de la cebolla (*Allium cepa*) con el empleo de micorriza y materia orgánica combinado con norma de riego reducida en condiciones de huerto intensivo. Tesis de Ingeniero Agrónomo Facultad Agroforestal de Montaña, Universidad de Guantánamo, Cuba, 40 p.
9. Partido Comunista de Cuba. (2010). Política de Ciencia, Tecnología e Innovación. Proyecto de Lineamientos de la Política Económica y Social. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.
10. Periódico Granma. (2007). Afrontar la escasez de agua. La Habana, Cuba, jueves 22 de marzo. Año 11 / Número 81.
11. Riera, M. (2003). Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo ferralítico rojo. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. INCA, La Habana. 135 p.
12. Ruíz, L. (2001). Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos rojos de la región central de Cuba. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. INCA, La Habana. 126 p.

13. Varela, J. (2010). Riego de arroz con máquinas: 60% menos de uso de agua. Periódico Granma. La Habana, lunes 25 de octubre, año 46, número 253.

***Fecha de recibido: 21 jul. 2010***  
***Fecha de aprobado: 26 sept. 2010***