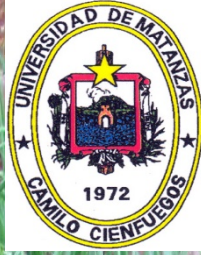


+



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

"CAMILO CIENFUEGOS"

FACULTAD DE AGRONOMIA

Maestría en Ciencias Agrícolas

Mención Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de producción.

*Tesis presentada en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas.*

Evaluación de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L), en condiciones de Agricultura Urbana.

AUTOR: Ing. Roberto León Aguilar

TUTORES: Dr. C. Manuel Pérez Quintana

Dr. C. Ramón Liriano González.

Matanzas, Octubre 2010

**MATANZAS**  
**“CAMILO CIENFUEGOS”**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Maestría en Ciencias Agrícolas**  
**Mención Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de producción.**

*Tesis presentada en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas.*

**Evaluación de Microorganismos Eficiente (EM) en cultivo de cebolla (*Allium cepa* L), en condiciones de Agricultura Urbana.**

**AUTOR: Ing. Roberto León Aguilar.**

**TUTORES: Dr. C. Manuel Pérez Quintana.**

**Dr. C. Ramón Liriano González.**

**Matanzas, Octubre 2010**

**NOTA DE ACEPTACION**



**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL  
1972**

\_\_\_\_\_  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **PENSAMIENTO**

"LA AGRICULTURA ES LA ÚNICA FUENTE, CIERTA Y ETERNAMENTE PURA DE RIQUEZA".

**José Martí y Pérez**

## **DEDICATORIA**

**Muy especialmente a mis padres, por brindarme siempre su apoyo y confianza.**

**A toda mi familia, quienes han contribuido cada día a hacer de mí un mejor ser humano.**

**A mis hijas y sus niños, que constituyen inspiración para la vida.**

**A mi esposa, por su apoyo incondicional y confianza en la realización de este trabajo.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Las pequeñas cosas ayudan a solucionar los grandes problemas, y los que iniciaron un día el estudio de los microorganismos como mejoradores de las condiciones, físicas, químicas y biológicas del suelo, recibirán el agradecimiento, por su valiosa contribución, al mejoramiento de un medio que nos pertenece a todos.

A lo largo de la realización de esta tesis de maestría, contribuyeron muchas personas, brindando información, nuevos conocimientos, experiencias e ideas. A todas ellas mi agradecimiento por sus valiosas precisiones y estímulo moral.

A los trabajadores del Organopónico de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” por su apoyo en el montaje de las investigaciones.

Al colectivo de profesores de la maestría por su profesionalidad pedagógica en el desarrollo de cada curso.

A mis compañeros de trabajo, especialmente Manuel Pérez Quintana, Marta Laurencio Silva y Ramón Liriano González por sus orientaciones y apoyo.

A mi esposa por su valiosa ayuda en la realización de cada trabajo, por su apoyo y cariño constante hasta llevar a feliz termino este último trabajo.

A TODOS GRACIAS.

## SINTESIS

La investigación se realizó en la Unidad Docente Investigativa Productiva (UDIP). Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, bajo condiciones de Agricultura Urbana, con el objetivo de evaluar el efecto agrobilógico en el cultivo de la cebolla *Allium cepa* L de los Microorganismos Eficientes (ME) y su combinación con *Trichoderma harzianum* Rifai Cepa 34 y el biofertilizante EcoMic con base a cepas de micorrizas del género *Glomus* spp. Se evaluó la influencia del Pool de ME aplicado a 15 ml/m<sup>2</sup>, en el momento del trasplante y tres aplicaciones foliares posteriores, a los 30, 50 y 70 días; mediante un diseño experimental de Bloque al azar; con ocho tratamientos en parcelas de 3m<sup>2</sup>; en cinco replicas para el año 2008-2009 y ocho para el 2009-1010. Se determinó altura y número de hojas por planta, diámetro ecuatorial y polar bulbo y del falso tallo. Calculándose el rendimiento en kg/ m<sup>2</sup> y t/ha. Se determinó el porcentaje de distribución y su índice de infección de los dos organismos fitopatógenos más importantes de este cultivo *Alternaria porri* Ellis y *Botrytis aclada* Fresen. Todos los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de Varianza de Clasificación Simple, y las medias comparadas según la Dócima de Rango Múltiple de Duncan (Duncan, 1955) los datos de porcentaje se transformaron mediante la expresión  $2 \text{ Arc.Sen } \sqrt{p}$ . Con el auxilio del paquete estadístico Statgraphics versión 5.1.

El T4 ( Pool de ME+ Trichoderma), mostró el mejor comportamiento sobre la variable altura de la planta con 62,07cm para la variedad Texas Early Grain y 81,6cm para la variedad H-7, para el primero y segundo experimento respectivamente, para este mismo tratamiento se obtuvo 9,38 y 9,48 hojas promedios por plantas; el T3 experimentó el mayor diámetro del falso tallo con 21,09mm ; el T4 igualmente se comportó con el de mayor diámetro ecuatorial del bulbo con 69,3 y 71mm promedio para ambas variedades en los dos años de investigaciones, alcanzando este tratamiento un peso promedio del bulbo de 183,2 g y 3,66 kg/m<sup>2</sup> de rendimiento que significa 36.64 t/ha para la variedad Texas Early Grain, para el cultivar H-7 el promedio del bulbo fue de 173,8g con 2,08 kg/m<sup>2</sup> y 20,80 t/ha. El T4 (Pool de ME + *Trichoderma*) presentó el menor porcentaje de infección por *B. aclada* con 6,25 % con similar comportamiento sobre *A. porri*. Este mismo tratamiento sobresale por sus resultados económicos.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMA .....	4
HIPOTESIS .....	4
OBJETIVOS .....	4
2. APOORTE CIENTIFICO, TEORICO Y PRACTICO DE LOS RESULTADOS DE LA TESIS.....	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 EI CULTIVO DE LA CEBOLLA.....	6
3.2. LA AGRICULTURA URBANA (AU).....	9
3.3 LA MATERIA ORGANICA (MO).....	11
3.4 LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM). ....	12
3.5 MICORRIZAS.....	21
3.6 <i>TRICHODERMA SPP.</i> .....	25
4. MATERIALES Y METODOS .....	30
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
6.0 CONCLUSIONES.....	57
7.0. RECOMENDACIONES .....	58
8.0 BIBLIOGRAFÍA .....	59
ANEXO 1	



## INTRODUCCIÓN

El rendimiento comercial de las variedades de cebolla más cultivadas en Cuba. Red Creole y Texas Early Grain, es de 22 y 28 t/ha respectivamente, sin embargo, apenas se alcanza una media nacional de 5 t/ha (Savón y Marrero, 1997). Entre las causas de esa disminución tan notable en los rendimientos están las enfermedades fungosas, la mancha púrpura *Alternaria porri* Ellis. Cif, ocupa el primer lugar en importancia y junto a *Thrips tabaci* Lind, llegan a reducir los rendimientos en 40% (Huerres y Caraballo, 2001), de ahí que sea necesario establecer medidas de control que resulten efectivas en la reducción del nivel de daño a un mínimo.

El paradigma agroecológico, como alternativa a los problemas causados por el uso no racional de los plaguicidas químicos y los fertilizantes sintéticos, entre otros problemas relacionados con la agricultura intensiva, ha adquirido una mayor dimensión en el sector agrario a nivel mundial y Cuba no está exenta de este movimiento en el cual participan, directa o indirectamente alrededor de 30 000 campesinos.

Además, las exigencias del mercado se han modificado, para transitar del concepto estrecho en que la calidad era sinónimo de presencia, tamaño y sabor; hacia un nuevo criterio de calidad, en que adquiere mayor importancia el proceso de producción-comercialización y la inocuidad, básicamente que se hayan producido y comercializado bajo condiciones orgánicas. Algunos agricultores abrazan apasionadamente el modelo de producción agroecológica, sin embargo son muchos los productores que no están suficientemente preparados para transitar de la producción agraria intensiva a la orgánica, proceso que puede tener repercusiones negativas en el orden económico y social, si no es conducido sobre bases sólidas.

Una respuesta positiva y concreta a la Campaña Mundial de Limpieza del Planeta es la utilización de microorganismos, que pueden ser antagonistas competitivos, estimuladores del crecimiento de las plantas, micoparásitos e incluso antibióticos.

La presencia de *Trichoderma* en suelos agrícolas y naturales en todo el mundo se considera la primera evidencia de que éste es un excelente competidor por el espacio y los recursos nutricionales. La rápida velocidad de crecimiento,

esporulación abundante y rango amplio de sustrato sobre los que puede crecer hace que sea muy eficiente, cuando se usa como agente de control biológico (Pérez, 2006).

Gran parte del éxito que se obtiene con el uso de biopreparados en base a *Trichoderma* y otros microorganismos dependen del método de aplicación, por esa razón a la mezcla con enmiendas orgánicas se ha presentado tanta atención. La introducción de diferentes enmiendas orgánicas al suelo previo a la siembra y la aplicación de microorganismos eficientes, condiciona un ambiente favorable para la multiplicación y colonización de estos.

Hasta hace poco tiempo las investigaciones realizadas sobre control biológico de las enfermedades foliares estaban centradas en el control de patógenos bacterianos. El hecho de que en los últimos años se haya incrementado el número de casos de fungoresistencia, por ejemplo, a los benzimidazoles y dicarboximidazoles (Pérez, 2006), la preocupación por los efectos negativos de los fungicidas sobre el agroecosistema y, el elevado costo de obtención de nuevos productos plantea la necesidad de desarrollar estrategias de control alternativas y por tanto se ha incentivado el interés en el control biológico de enfermedades foliares causadas por hongos.

La mayor parte de las investigaciones conducidas con biopreparados en diferentes instituciones científicas y académicas cubanas han estado dirigidas al control de hongos fitopatógenos habitantes del suelo (Pérez *et al*, 1989; Andréu *et al*, 1991; Fernández, 1995), lo cual está en correspondencia con la tendencia que prevalece en la gran mayoría de las instituciones que en otros países se dedican a los estudios con agentes de control biológico.

Los sistemas de producción agrícola enfrentan el problema de lograr una producción sostenible sin degradar los recursos naturales. Bajo esta perspectiva, se le concede cada vez más importancia al suelo, como elemento del Sistema. El suelo deja entonces de ser un simple soporte inerte sobre el que crecen los cultivos y pasa ahora a ser considerado componente activo, integrado por diversos factores (físicos, químicos y biológicos), cuyas interacciones tienen una clara repercusión en el desarrollo de las plantas (Barea *et al*, 2002).

La sustentabilidad de los sistemas de producción, dependen, fundamentalmente, del mantenimiento de la productividad de los suelos a través del desarrollo. La restauración y el mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas, regulada en gran medida por la capacidad de reciclaje de los recursos orgánicos y las actividades de los microorganismos, que deben ser favorecidas por las acciones de manejo que se realicen, (Gomero y Velásquez, 2001).

Uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica es el uso de Microorganismos Eficientes (ME), lo cual en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo, no contaminan el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad.

Teniendo en cuenta la importancia que ha cobrado en la actualidad la utilización de productos biológicos en base a Microorganismos Eficientes, fundamentalmente por los campesinos agroecológicos, como complemento de las actividades agrícolas, resulta fundamental ampliar el conocimiento que se tiene hasta el momento y establecer las vías más idóneas para lograr efectividad en su aplicación como productos biofertilizantes y antifúngicos.

La Agricultura Urbana, desarrollada ampliamente en Cuba, está considerada por los expertos como una herramienta concreta para favorecer la seguridad alimentaria y la nutrición, (Barreras 2008).

Dentro de los subprogramas más importante de este sistema productivo, están las hortalizas, con un ambicioso proyecto de satisfacer las necesidades de 300 g/día/persona y representa la cebolla uno de los principales cultivos a desarrollar bajo estas condiciones. Con el nuevo concepto de la agricultura suburbana, se incrementan sus áreas, en condiciones de organopónico y huertos intensivos, existiendo limitaciones en gran parte de ellos con el ingreso anual de materia orgánica con relación a los niveles recomendados en canteros, disminuyéndose la fertilidad de los sustratos, con la consiguiente disminución de los rendimientos, y en muchas ocasiones altos niveles de infección por patógenos motivados por los desniveles nutricionales.

## **PROBLEMA**

¿Cómo lograr producciones de cebolla *A. cepa* en condiciones de Agricultura Urbana con la aplicación de Medios Biológicos?.

## **HIPOTESIS**

Es posible producir cebolla, utilizando productos biológicos a base de Microorganismos Eficientes (EM), *Trichoderma*, *Micorrizas* y sus combinaciones.

## **OBJETIVOS**

Objetivo general

Determinar la efectividad de Microorganismos Eficientes (EM) en el comportamiento agrobiológico de la cebolla *A. cepa*. En condiciones de Agricultura Urbana.

Objetivos específicos

1. Evaluar el comportamiento de los Microorganismos Eficientes (EM), *Trichoderma*, *Micorrizas* y sus combinaciones, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la cebolla *A. cepa* “variedad Texas Early G” y H-7
2. Evaluar el comportamiento de *Alternaria porri* Ellis y *Botrytis aclada* Fresen bajo los distintos tratamientos experimentales.
3. Determinar la influencia de las combinaciones de microorganismos en las distintas variables de medición.

## **2. APORTE CIENTIFICO, TEORICO Y PRÁCTICO DE LOS RESULTADOS DE LA TESIS.**

La tesis muestra importantes resultados en el uso de los microorganismos eficientes y su combinación con *Trichoderma* y Micorrizas Eco-Mic, demostrándose como se produce una respuesta positiva de la planta en cuanto a su crecimiento, número de hojas, diámetro ecuatorial y polar del bulbo y del falso tallo. Se obtiene un mayor peso promedio del bulbo lo que permite un mejor resultado en cuanto a rendimiento en kg/m<sup>2</sup> y su equivalente en t/ha. Se demuestra como la aplicación combinada de ME y *Trichoderma* reduce en índice de infección de *A. porri* y *B. aclada*.

Todos estos resultados repercuten en las valoraciones económicas realizadas al cultivo, logrando altos rendimientos solo con la aplicación de productos biológicos, obteniéndose un producto sano e inocuo, que se produce totalmente bajo condiciones orgánicas.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **3.1 EL CULTIVO DE LA CEBOLLA.**

##### **3.1.1 Características generales y botánicas.**

La cebolla pertenece al genero *Allium*, el más importante de la familia de las *Liliáceas*, que incluye a más de 500 especies. Se dice que se originó en Asia Central, posiblemente en Afganistán (Porcuna y José Luís, 1993), y luego como centro secundario en el Mediterráneo. Las primeras referencias se remontan hacia el 3 200 Antes de Cristo y fue cultivada por los egipcios, griegos y romanos. Durante la edad media el cultivo se sembró en el Mediterráneo dando origen a la cebolla moderna (Aldama, 2001). Fue traída a América por Cristóbal Colón en 1492 (Johnny, 1985). Esta especie tiene la siguiente taxonomía:

Reino: Plantae

División: Spermatophyta

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Liliatae

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Género: *Allium*

Especie: *Allium cepa* L.

Según Carravedo (2007), la cebolla tiene la siguiente descripción:

Planta bienal, de tallo reducido a una plataforma que da lugar por debajo a numerosas raíces y arriba a numerosas hojas, cuya base carnosa o hinchada constituye el bulbo.

Bulbo: está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior que realizan la función de reservas de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y

transparentes que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas.

Sistema radicular: fasciculado, corto y poco ramificado, siendo las raíces blancas, espesas y simples.

Tallo: derecho, hueco, sostiene la inflorescencia y mide de 80cm a 150cm.

Hojas: envainadoras, alargadas, fistulosas y puntiagudas en su parte libre.

Flores: hermafroditas y pueden ser de color blanco, verdosas o violetas que se agrupan en umbelas.

Fruto: es una cápsula con tres caras, que contienen la semilla, las cuales son de color negro, angulosas y de superficie rugosa.

### **3.1.2 Importancia alimenticia y económica de la cebolla.**

La cebolla es de gran importancia como alimento debido a sus cualidades nutritivas y gustativas ya que contribuye al mejoramiento del sabor en las comidas, acelera la secreción de las glándulas del sistema digestivo y sobre todo facilita la secreción del ácido clorhídrico, ayudando a la completa digestión y absorción de los alimentos (Guenkov, 1969).

La cebolla es rica en propiedades que hacen de ella un tónico general, y un estimulante. Debido a su contenido en vitaminas A y C puede tratar todo tipo de enfermedades respiratorias, también gracias a su contenido en vitamina B puede tratar enfermedades nerviosas. Gracias a estos beneficios que nos brinda la cebolla, existen gran número de cultivares, con distinta adaptación a las diferencias climatológicas que influyen, en su vegetación, a pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, por lo que importan una parte de su consumo (Infoagro, 2004).

La producción mundial de cebolla ocupa uno de los primeros lugares entre las hortalizas, y ha ido en aumento en los últimos años, debido principalmente a la demanda generada por el desarrollo económico de algunos países asiáticos altamente poblados. Los 43 millones de toneladas de cebollas producidas a nivel mundial en el año 1996 pasaron a casi 65 millones de toneladas en el año 2007, en

una superficie cultivada de más de 3,4 millones de hectáreas; este importante aumento en los volúmenes se debe al incremento de las áreas cultivadas y de los rendimientos (Eguillor, 2008).

### **3.1.3 Otros usos de la cebolla.**

Otras especies de *Allium* han sido cultivadas para el control ecológico de plagas agrícolas. El uso de extractos vegetales para el control de plagas agrícolas constituye una práctica ancestral, ampliamente utilizada en diversas culturas y religiones hasta la aparición de los plaguicidas sintéticos, sin embargo, el auge de la agricultura ecológica de los últimos años está promoviendo de nuevo su utilización. Por ejemplo, la maceración, triturado y filtrado de un preparado de cebolla, puede utilizarse como insecticida para aplicar en tratamientos para el control de daños causados por plagas de los cultivos (Conventry *et al.*, 2002; Romani, 2005).

Otros experimentos también han demostrado que la alimentación con cebolla o con extractos resulta beneficiosa para el control de la diabetes, ciertos tipos de cáncer y el asma (Augusti, 1996; Rose *et al.*, 2005).

La principal enfermedad fungosa de la cebolla causada por el hongo *Alternaria porri* Ellis, suele aparecer en un principio como lesiones blanquecinas de la hoja, que casi de inmediato se vuelven de color marrón, cuando ocurre la esporulación, las lesiones adquieren una tonalidad púrpura, los bulbos suelen inocularse estando próximos a la recolección cuando el hongo penetra a través de cualquier herida. Con la pérdida de las hojas los bulbos quedan chicos (Infoagro, 2004).

La Podredumbre del cuello *Botrytis aclada* Fresen constituye una enfermedad muy común y distribuida en Cuba, causando los mayores daños en los bulbos después de cosechados.

Según Aparicio *et al.*, (2000), este hongo se conserva en forma de esclerocios en el suelo y en los bulbos. Los esclerocios pueden permanecer en el suelo hasta 5 años sin perder su capacidad germinativa. Los bulbos plantados durante este periodo pueden ser infectados por el hongo, iniciándose así su acción parasítica.



La infección y podredumbre de los bulbos es favorecida por temperaturas entre 15 y 20 °C La primera ocurre a través del cuello y algunas veces por el extremo del tallo. Para el desarrollo de la enfermedad en condiciones de campo se requieren temperaturas entre 23 y 25 °C y humedad relativa superior al 80% durante varios días, con presencia de agua en la superficie de las hojas.

La enfermedad aparece en los bulbos después de su recolección en forma de un reblandecimiento del tejido afectado de las escamas, que toma una apariencia de mojado y cocido, separado del tejido sano por un margen de color ámbar bien definido. Sobre el tejido reblandecido se hace evidente un tinte grisáceo pardo.

Al practicar la siembra con bulbos sanos y evitando los golpes del bulbo en el momento de cosecha podemos minimizar los riesgos de infestación.

### **3.2. LA AGRICULTURA URBANA (AU).**

#### **3.2 Antecedentes.**

La AU proliferó desde los jardines amurallados de la antigua Persia hasta los puestos de avanzada del imperio romano en Argelia y Marruecos, desde los pueblos-monasterio de la Europa medieval hasta las ciudades, estado de los aztecas y el cultivo en terrazas de Machu Picchu, en las alturas de los Andes peruanos. Luego, lo nuevo no es que se practique la Agricultura Urbana (AU), sino la escala en que se está practicando en la actualidad. Algo nunca visto antes.

#### **3.2.1 Definiciones de la Agricultura Urbana.**

La Agricultura Urbana (AU) está ubicada dentro (intra-urbana) o en la periferia (peri-urbana) de un pueblo, una ciudad o una metrópoli, y cultiva o cría, procesa y distribuye una diversidad de productos alimentarios y no alimentarios, (re)utilizando en gran medida recursos humanos y materiales, productos y servicios que se encuentran en y alrededor de dicha zona urbana, a su vez provee recursos humanos y materiales, productos y servicios en gran parte a esa misma zona urbana, según (Castiñeiras 2004).

“El Grupo Nacional de Agricultura Urbana del Ministerio de la Agricultura” (2001), define la Agricultura Urbana como: "la producción de alimentos dentro del perímetro urbano aplicando métodos intensivos, teniendo en cuenta la relación hombre -

cultivo - animal - medio ambiente y las facilidades de la infraestructura urbanística que propician la estabilidad de la fuerza de trabajo, y la producción diversificada de cultivos y animales durante todo el año, basándose en prácticas sostenibles que permiten el reciclaje de los desechos".

### **3.2.2 La Agricultura Urbana (AU) en el Contexto Mundial.**

En todas las regiones del mundo la AU y periurbana provee de grandes cantidades de alimentos a los mercados de las ciudades, una parte de los cuales entra a los canales formales de comercialización mientras que otra parte es intercambiada, regulada o consumida por los productores. Bajo ciertas condiciones y entre grupos específicos, esta producción es muy importante para alcanzar la seguridad alimentaria. (FAO, 2007).

Según Brokckerhaff (2005), en América Latina la mayoría del alimento consumido en las ciudades debe ser comprado; las familias gastan entre el 60 y 80 % de sus ingresos en alimentos y todavía experimentan inseguridad alimentaria. La AU proporciona aproximadamente el 15 % de todos los alimentos consumidos en las zonas urbanas y es probable que este porcentaje se doble en las próximas dos décadas. Las ciudades con unos sectores agrícolas urbanos más avanzados, sobre todo en Asia, han pasado a autoabastecerse de alimentos frescos altamente valorados y nutritivos.

### **3.2.3 La Agricultura Urbana (AU) en Cuba.**

La Agricultura Urbana, desarrollada ampliamente en Cuba, está considerada por los expertos como una herramienta concreta para favorecer la seguridad alimentaria y la nutrición (Barreras 2008).

Esta agricultura en Cuba, tiene un claro sentido de sostenibilidad, fundamentalmente en lo concerniente al amplio uso de la materia orgánica y de los controladores biológicos, así como su principio de territorialidad que se observa en el aseguramiento de los insumos necesarios para la producción en cada provincia. El destino de la misma constituye un fuerte apoyo al cumplimiento del consumo mínimo energético-proteico, de 2300 Kcal./persona/día y 62 g de proteína, de la cual alrededor del 25 % debe ser de origen animal. (Companioni *et al.* 1997).

Según González y Socorro (2002) expresaron que la AU, puede contribuir a dar un salto cualitativo acorde a las metas que enfrenta este movimiento creciente en la sociedad cubana, destinado a contribuir a la seguridad alimentaria de su población, asentada en un 74 % en sus ciudades principales e intermedias.

### **3.3 LA MATERIA ORGANICA (MO).**

#### **3. 3.1 Conceptos.**

Según Nigoul (2005), el suelo es un complejo sistema multicomponente de materias interactuantes, y las propiedades del suelo resultan del efecto neto de todas estas interacciones.

La materia orgánica se relaciona con la mayoría de los procesos, por no decir con todos, que ocurren en el suelo. Siendo además, un indicador clave e integrador que refleja su salud. (Lorenzatti, 2005).

La materia orgánica solo se genera dentro del suelo mismo mediante complejos procesos bioquímicos (humificación), controlados principalmente por humedad, temperatura y requiere de microorganismos que contribuyen a su descomposición. La diversidad y cantidad de microorganismos se ve afectada por el manejo físico que el agricultor realice, tipo de cultivo, controles fitosanitarios, manejo de residuos de cosecha y prácticas culturales y de fertilización (Anónimo, 2007).

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica. Sin embargo, es un error considerar que la agricultura orgánica es simplemente “no usar productos sintéticos”. La agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales, (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y su nutrición (Brenes, 2003).

Rodríguez *et al*, (2007) plantean que la preparación del cantero para la siembra, constituye una de las operaciones más importantes, de su calidad depende el éxito de la producción y la estabilidad de los rendimientos en sucesivas cosechas. Después de preparado y nivelado el suelo, se procede a la formación del cantero junto con la aplicación de materia orgánica. La cantidad que se debe aplicar debe ser superior a 10 kg/ m<sup>2</sup>

### **3.4 LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM).**

#### **3.4.1 Conceptos de EM.**

Según Higa (1991), los Microorganismos Eficientes (EM) contiene cultivos mixtos de microorganismos benéficos que se encuentran en ecosistemas naturales y se aplican como inóculo para incrementar la diversidad biológica en suelos y plantas, lo que a su vez tiene la capacidad de mejorar la calidad del suelo, y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. EM contiene poblaciones predominantes de especies seleccionadas de bacterias ácidos lácticas, levaduras, actinomicetos, bacterias fotosintéticas y otros tipos de organismos. Todos estos son compatibles mutuamente, y pueden coexistir en cultivos líquidos por periodos extendidos de tiempo.

El Dr. Higa, si bien investigó y desarrollo esta panacea científica llamada EM, manifiesta a quien quiera escucharlo que el EM es una especie de regalo enviado por Dios a la humanidad para ayudarla a superar el punto de inflexión entre la supervivencia y la extinción por la que atraviesa, debido a sus grandes errores en el control y manejo de la naturaleza y que por tal razón, el EM debe poder ser recibido por todos a un costo mínimo. El mismo comienza dando el ejemplo al renunciar a obtener créditos de su descubrimiento. Por la misma razón, ha promocionado el uso del EM a nivel mundial en base al trabajo voluntario. Él cree que podremos resolver la mayoría de las crisis mayores que estamos enfrentando , tales como la escasez de alimentos, la crisis de energía, la deforestación, la destrucción de la capa de ozono, la contaminación del aire y del agua, la pobreza extrema en los países en vías de desarrollo, el aumento creciente de los crímenes en los países desarrollados, las plagas producidas por bacterias y virus desconocidos, etc. con solo decidimos a cambiar nuestra escala de valores y empezar a utilizar EM para la restauración de nuestro medio ambiente (Anónimo, 2003a).

Los Microorganismos Eficientes o EM (sigla en Inglés de Effective Microorganisms), son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos.

El concepto básico del EM en agricultura es que los usos múltiples de microorganismos beneficiosos y eficaces mejoran la salud de los suelos que producen cosechas sanas. El EM es eficaz como alternativo a los productos químicos. Su gama de usos desde 1982, se ha ampliado en el ganado y la acuicultura así como en áreas de la salud de la comunidad tales como tratamiento útil y otros usos ambientales. Hoy, el EM ha llegado a ser muy popular y se utiliza en 100 países (Pilates, 2008).

Según Anónimo (2008), el EM no es un sustitutivo de otras prácticas de manejo. Es, sin embargo, una dimensión añadida para optimizar mejor el uso del suelo y prácticas de manejo de los cultivos tales como las rotaciones de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, conservación de labores, reciclaje de los residuos de los cultivos y biocontrol de las plagas. Usado correctamente, EM puede aumentar de manera significativa los efectos beneficiosos de estas prácticas.

#### **3.4.2 Historia.**

El Profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus es el padre de la tecnología de Microorganismos Eficaces (EM). El Profesor Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas. Para su investigación, recogió 2000 especies de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo, excluyendo microorganismos dañinos u olorosos, logró encontrar 80 microorganismos eficaces beneficiosos a los seres humanos. En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal del EM, como acondicionador del suelo, catorce años después de haber comenzado su investigación (Correa, 2009).

Los antioxidantes producidos por el EM, previenen al oxígeno de formar los radicales libres que están asociados a ciertas enfermedades en plantas, animales y seres humanos. En otras palabras, la supresión de antioxidantes, elimina o transforma las acciones nocivas del oxígeno activo (Correa, 2009).

Según Copo (2004), la tecnología eficaz de los Microorganismos Eficientes (EM) ahora se ha convertido en una ciencia importante, asistiendo a la creación de las prácticas sostenibles para la agricultura, la agricultura animal, administración ambiental, construcción, salud e higiene humana y las actividades industriales de la comunidad.

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (Chen *et al.*, 2001).

Según Bejarano (2005), el EM es un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculado al suelo sirve como:

**Corrector de salinidad:** al tener funciones de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos.

**Desbloqueador de suelos:** pues permite solubilizar ciertos minerales tales como la cal y los fosfatos.

**Acelerador de la descomposición de los desechos orgánicos** (Compost, Bocashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación.

Según Ruda (2006), los Microorganismos Efectivos. A modo general, se pueden dividir en tres grupos: EM que se regeneran, EM que se desintegran y el grupo neutral. Esta clasificación si bien no es científica, sí responde perfectamente al orden natural.

EM que se regeneran.

Son los que se denominan los microorganismos efectivos, es decir, los que se regeneran. La regeneración, como su propio nombre indica, quiere decir volver a la vida. Los microorganismos efectivos tienen la capacidad, directa e indirecta, de frenar el proceso de descomposición y desintegración en todas las sustancias, preservar la salud del medioambiente y los seres vivos, y crear sustancias bioactivas.

Sobre todo son sustancias antioxidantes, no sólo frenan los resultados perjudiciales de la oxidación, sino que tienen un efecto retroactivo eliminando la oxidación que ya se haya producido y restaurando el estado original. En este caso es irrelevante si la materia es viva o inerte.

EM que se desintegran.

Los microorganismos del grupo de desintegración presentan un comportamiento opuesto al de los del grupo de regeneración. Estos microorganismos producen sustancias, ya sea de forma directa o indirecta, que activan diversos tipos de procesos oxidativos. En otras palabras, el grupo de desintegración permite la reproducción de los radicales libres.

Grupo neutral.

Los microorganismos neutrales no suelen dominar, y se hallan entre los grupos de desintegración y regeneración. Su comportamiento es oportunista, se asemejan a los regeneradores cuando éstos dominan y a los desintegradores si son mayoría.

### **3.4.3 Modo de acción de los Microorganismos Eficientes (EM).**

Los diferentes tipos de microorganismos presentes en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos, basando en ellas su funcionamiento y desarrollo; al mismo tiempo las sustancias secretadas por las plantas son utilizadas por los EM para crecer. Durante su desarrollo los EM sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas (Vidal, 2005).

Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica.

Según Vidal (2005), cuando los EM incrementan su población en el sistema suelo - planta, la actividad como comunidad con los microorganismos naturales benéficos es también incrementada y la microflora en general se enriquece, balanceando los ecosistemas, inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, suprimiendo las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades del suelo y de la planta.

Se utiliza con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Los microorganismos contenidos en el EM se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de EM.

### **3.4.4 Tipos de Microorganismos Eficientes.**

#### **3.4.4.1 Bacterias fotosintéticas.**

Según Bejarano (2005), son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todos ellos promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan también como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos benéficos. Además aumentan la eficiencia fotosintética de las plantas.

Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como sustratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos benéficos.

Veamos un ejemplo: Los sustratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los sustratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA mycorrhiza incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fósforo a las plantas. También las VA puede coexistir con el *Azotobacter* como bacteria fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en las legumbres, por ejemplo.



Pueden fijar Nitrógeno atmosférico y Dióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 h del día (Bejarano, 2005).

Principales géneros

*Rhodopseudomonas*.

*Rhodobacter*.

#### **3.4.4.2 Bacterias ácido lácticas.**

Las BAL son un conjunto de bacterias Gram-positivas, no esporuladas, en forma de cocos o bastones y catalasa negativa (aunque en algunos casos pueden encontrarse una pseudo-catalasa), con un metabolismo estrictamente fermentativo produciendo ácido láctico como el mayor producto final de la fermentación de los azúcares vía Embden-Meyer-glucólisis homofermentación y en otras ocasiones producen además etanol y CO<sub>2</sub> por la vía del ácido-6-fosfogluconico (Lyhs, 2002).

En términos generales estas bacterias tienen complejas necesidades de factores de crecimiento: vitamina B, aminoácidos, péptidos, bases púricas y pirimídicas. Esta es una de las razones del porque abundan en un medio tan rico nutricionalmente como la leche.

La bacteria ácido láctica tiene la habilidad de suprimir la propagación de *Fusarium spp* (microorganismo patógeno que produce problemas de enfermedades en los cultivos). Generalmente el incremento en las poblaciones de *Fusarium spp*. Debilitan las plantas. A su vez esta condición de debilidad produce el incremento en las poblaciones de nemátodos. La presencia de éstos nemátodos, a medida que las bacterias ácido lácticas actúan suprimiendo *Fusarium spp.*, disminuye progresivamente hasta desaparecer.

Otra característica de este grupo de bacterias es su tolerancia al (pH=5, incluso a veces menores), pero conforme el medio se va acidificando, resultan inhibidas un mayor número de especies.

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica. Así mismo, las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de compuestos orgánicos como la lignina y la celulosa, fermentando estos materiales sin causar influencias negativas en la descomposición del resto de la fracción orgánica.

Las principales especies conocidas de BAL son: *Lactobacillus plantarum.*, *Lactobacillus casei* y *Streptococcus lactic.*

El género *Lactobacillus spp.* ha sido usado históricamente de forma segura, especialmente en la industria láctea, y juega un papel principal en la producción de leches fermentadas. (Maragkoudakis *et al.* 2006).

Según Quiroz *et al.* (2004), *Lactobacillus spp.* Juegan un papel importante en el control de *Fusarium spp.* que afecta los semilleros de tomate y *Rhizoctonia spp.* conocida como mal del talluelo.

*Lactobacillus spp* tienen relaciones antagónicas con todo tipo de bacterias putrefactivas. Por ejemplo la inhibición de *Erwinia spp.* se podría deber al efecto de Lisina que es un antibiótico producido por algunas bacterias lácticas (Obregón, 2000).

Principales especies:

*Lactobacillus plantarum.*

*Lactobacillus casei.*

*Streptococcus lactic.*

### **3.4.4.3 Levaduras.**

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fotosintéticas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división activa de las células y las raíces, mientras sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y hongos *Actinomyces*.

De esta forma según Bejarano (2005), degradan proteínas complejas y carbohidratos y producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores. Siendo sus principales especies: *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*.

### **3.4.5 Usos generales**

Son varios los autores que se refieren al uso de los ME en las diferentes actividades culturales a los que son sometidos los cultivos según. (Bejarano, 2005). Pueden emplearse como:

Tratamiento pre-siembra en los suelos.

Aplicaciones foliares.

Inoculante para semillas y trasplantes.

Inoculante para cultivos de vivero y plantas de maceta.

Inoculante para hortalizas, frutales, vegetales, flores, forrajes, cereales y cultivos como el arroz

Inoculante para hacer varios tipos de abonos.

Inoculante para renovar aguas residuales y aguas de superficie contaminada (estanques).

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del Ácido Giberílico.

Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como Rhizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal.

Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

(Montes, 2007). También señala que cuando son aplicados a las plantas inducen en las mismas, mecanismo de supresión de insectos y enfermedades, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.

Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

Cuando son aplicados al suelo pueden comportarse según Montes, (2007) como mejoradores de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos están:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

La aplicación de EM asperjada a la planta de ajo *Allium sativum*, L o cebolla *Allium cepa*, L. cada 20 a 30 días, según Anónimo (2009), ha traído los siguientes beneficios:

Tallo con más grosor.

La planta tiene un color verde intenso.

Mejor tamaño de bulbo.

Mayor sanidad.

Reducción de *Thrips* en 50 %.

### **3.5 MICORRIZAS.**

Se denomina micorrizas a las asociaciones simbióticas mutualistas existente entre los hongos del suelo y raíces de plantas superiores. Se trata de una asociación simbiótica puesto que los hongos se benefician con el suministro de fuentes carbonadas provenientes de la planta, mientras que esta última se beneficia por la mayor cobertura de suelo a nivel de raíces facilitada por los hongos, aumentando la capacidad de absorción de nutrientes minerales. El mutualismo supone una relación beneficiosa para los dos organismos implicados, y tanto el hongo como la planta se ven favorecidos por la asociación: el hongo coloniza la raíz de la planta y le proporciona nutrientes minerales y agua que extrae del suelo por medio de su red externa de hifas, mientras que la planta suministra al hongo sustratos energéticos y carbohidratos que elabora a través de la fotosíntesis (Díaz *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista ecológico, la utilización y aplicación correcta de Micorrizas permite reducir el uso de energía, la degradación del ecosistema y las pérdidas de nutrientes. En adición, mantienen la capacidad productiva del sistema, se preserva

la biodiversidad y se contribuye con una producción más estable y sostenida a largo plazo en equilibrio con el entorno (Hernández, 2000).

El beneficio del uso de las asociaciones de micorrizas resulta espectacular, particularmente en suelos tropicales, generalmente deficientes de fósforo asimilable. Cuando se inoculan las plantas con hongos productores de Micorrizas provoca de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes tales como el fósforo, nitrógeno, nutrientes secundarios y los micronutrientes (Pulido *et al*, 2003).

La introducción de hongos micorrízicos arbusculares en los suelos de cultivos agrícolas y forestales, mejora el crecimiento y la tolerancia de las plantas frente a problemas de salinidad y sequía, pues mejoran los parámetros hídricos de las plantas e inducen un mayor desarrollo del sistema radical, lo que provoca un mayor y mejor desarrollo de la planta en sí, permitiendo además un ahorro en el agua de riego (Morte *et al.*, 2000; Morte *et al.*, 2001; Dell'Amico *et al.*, 2002).

El uso cada vez mayor de microorganismos edáficos en la agricultura constituye una alternativa promisorio frente a los fertilizantes minerales según señala Corbera y Nápoles (2000), donde una de estas fuentes alternativas la constituye los inoculantes microbianos a partir de Rhizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (RPCV) y de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA).

Según Hernández y Chailloux (2004), el mundo microbiano ofrece para ello prometedoras alternativas, teniendo en cuenta que en el suelo se encuentran hongos y bacterias con una gran capacidad para promover y mejorar la nutrición de las plantas. Es una biotecnología "limpia", de gran interés económico y ecológico para la agricultura moderna. Estos sistemas de inoculación y manejo cultural de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) constituyen tecnologías ecológicamente racionales, exponiéndose como una de las prácticas de base biológica más prometedoras e innovativas para el sector agrícola. (Terry *et al.* 2002).

Según Schübler *et al.* (2001), las micorrizas arbusculares constituyen el tipo de asociación simbiótica más frecuente en la naturaleza y ampliamente distribuido tanto geográficamente como en el reino vegetal. Están formadas por un grupo de

hongos biótrofos pertenecientes al *Phyllum Glomeromycota* y la mayoría de las especies vegetales conocidas.

López y Barceló (2001), señalan que en esta simbiosis de tipo mutualista, el hongo suministra a la planta compuestos inorgánicos (sales minerales) que esta necesita para su nutrición y la planta aporta al hongo heterótrofo los compuestos orgánicos.

Muchos autores, han estudiado el efecto de las micorrizas en diferentes cultivos hortícola bajo condiciones de organopónico, tales como Álvarez (2005) y Liriano et al (2005), cuyos resultados de estas investigaciones en ocasiones han demostrado el efecto favorable de este biofertilizante y en otros casos no se ha observado respuesta de su aplicación debido al enmascaramiento que se produce cuando estamos en presencia de elevados contenidos de materia orgánica. Así mismo, Rodríguez *et al.* (2002), señalaron que se producen con la aplicación de micorrizas, alteraciones fisiológicas y bioquímicas, como incrementos en la tasa fotosintética y en los rendimientos de los cultivos. Sin embargo Rivera *et al.* (2003), planteó que la alta disponibilidad de nutrientes inhibe la micorrización y fundamentalmente los niveles altos de fósforo disminuyendo la efectividad de la misma.

Se sabe desde hace tiempo que una correcta selección y aplicación de hongos micorrízicos, considerados como fertilizantes biológicos o biofertilizantes, mejora la nutrición vegetal (Harley *et al.*, 1983; Allen, Y;1992; Smith *et al.*, 1997; Morte *et al.*, 2002).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) establecen una simbiosis mutualista con las raíces de la mayoría de las plantas Morton, (1990); esta simbiosis ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas gracias al sistema de hifas que se desarrollan fuera de raíz y que permiten una mayor exploración y explotación de los suelos incrementando la captación de nutrimentos poco móviles como fósforo, cobre y zinc. También Janerette, (1991) y Barroso *et al.* (2003), plantean que con la fertilización de hongos micorrizógenos, se pueden alcanzar como promedio para diferentes condiciones edafoclimáticas incremento de los rendimientos entre 15 y 30% con respecto a los obtenidos con los esquemas tradicionales de fertilización mineral.

Rodríguez *et al.* (2002). Señalaron que durante el proceso de la colonización radical por Micorrizas se producen toda una serie de alteraciones fisiológicas y bioquímicas específicas entre las cuales sobresalen incrementos en la tasa fotosintética y en los rendimientos de los cultivos, mejorando la absorción, traslocación y utilización de nutrientes y agua, además de estimular la síntesis de clorofila, proteínas, metabolitos secundarios y sustancias de crecimiento.

El hongo, a su vez, ayuda a la planta a absorber nutrientes minerales del suelo, el fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración, división, elongación celular y entre otras funciones estimula el crecimiento de las raíces, demostrándose en estudios más recientes los efectos benéficos de las micorrizas arbusculares en el incremento del peso seco de las hojas y raíces como resultado de la asimilación de fósforo (Vilar *et al.*, 2001).

Actualmente se reconoce el efecto directo de las micorrizas sobre la absorción de prácticamente todos los elementos esenciales minerales (George, 2000), a partir de estructuras captadoras de nutrientes muy similares a los arbusculos intrarradicales (Bago *et al.*, 2000).

### **3.5.1 Biofertilizante micorrizógeno *EcoMic*®**

El producto *EcoMic*® es una serie de inoculantes microbianos elaborados a partir de productos de determinadas especies de hongos micorrizógenos arbusculares individuales, de probada efectividad y alta eficiencia.

Barea *et al.*, (2000) en condiciones de campo obtuvieron respuesta de los cultivos de cebolla y pimiento a la aplicación de micorrizas con incrementos sobre el testigo inoculado de 1.6 t/ha de bulbos y de 0.84 t/ha de frutos, respectivamente. También Pulido *et al.*, (2003) obtuvieron buena respuesta en la producción de pimiento a la inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares en la etapa de semillero y plantación.

La utilización de Micorrizas ejerce un efecto beneficioso en la producción de cebolla, aumenta la actividad fisiológica de la planta, en la producción del bulbo, en su diámetro y en la masa fresca total de la planta. (Pulido *et al.*, 2003).



### **3.6 TRICHODERMA SPP.**

Clasificación Taxonómica

División: *Eumycota*

Subdivisión: *Dicaryomycotina*

Clase: *Ascomycetes*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Hypocreaceae*

Género: *Trichoderma*

Sección: *Pachybasium*

Especie: *Trichoderma harzianum* Rifai

#### **3.6.1 Ciclo de vida *Trichoderma spp.***

El organismo crece y se ramifica desarrollando típicas hifas fungales de 5 a 10 µm de diámetro. La mayoría de las cepas de *Trichoderma spp* no poseen etapa sexual, por lo que producen únicamente esporas asexuales Harman (2004). La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares (3 a 5µm de diámetro), usualmente de color verde liberados en grandes cantidades. También se forman clamidosporas de descanso, también son unicelulares, pero pueden fusionarse entre dos o más (Harman, 2001., 2004).

*Trichoderma spp* está biológicamente adaptado para una colonización agresiva de los nutrientes disponibles y para sobrevivir en forma de clamidosporas cuando estos son escasos. La rápida velocidad de crecimiento, esporulación abundante y rango amplio de sustratos sobre los que puede crecer, hace que sea muy eficiente como saprófito y cuando se usa como agente biológico.

Los aislamientos de varias especies entre las que sobresalen *Trichoderma harzianum*( Rifai) y *Trichoderma viride* se han utilizado con éxito en una gran variedad de cultivos para el manejo de patógenos que se transmiten por el suelo,

las semillas, patógenos foliares y hasta de productos almacenados. (Martínez *et al.*, 2007).

Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitat, donde los hongos son causantes de diversas enfermedades, le permiten ser eficiente agente regulador. Además su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico bajo diferentes sistemas de producción y cultivos. *Trichoderma* spp, probablemente sea el hongo beneficioso más versátil y polifacético que abunda en los suelos. No se conoce que dicho microorganismo sea patógeno de ninguna planta. Este género ha llamado la atención de los fitopatólogos debido a las características del alto nivel de competencia por el sustrato, capacidad de hiperparasitismo y producción de metabolitos que exhiben mucho de sus representantes y que permiten su uso como agente de biocontrol de enfermedades causadas por hongos y nemátodos. Ello convierte a *Trichoderma* spp, en un microorganismo de imprescindible presencia en los suelos y cultivos y de un incalculable valor agrícola. (Páez, 2006)

Este género últimamente ha llamado la atención de los fitopatólogos debido a las características de alto nivel de competencia por el sustrato, capacidad de hiperparasitismo y producción de metabolitos que exhiben muchos de sus representantes y permiten su uso como agente de biocontrol de enfermedades causadas por hongos. *Trichoderma* se identifica dentro de los antagonistas más utilizados en la Agricultura para enfrentar a hongos fitopatógenos principalmente del suelo (Sáenz *et al*, 1994 y Stefanova, 2006).

Este hongo está llamado a sustituir al Bromuro de Metilo, el cual ha sido utilizado ampliamente en la desinfección de semilleros en producciones controladas de diversas plantas hortícola y del tabaco; el mismo constituye un peligro para la seguridad ambiental.

En los primeros estudios de *Trichoderma* spp se observó su actividad antagónica y su rápido crecimiento, aspectos relacionados con su biología, y la búsqueda de cepas promisorias dan como resultados en sus estudios mas recientes a nivel

celular y biomolecular están prometiendo esclarecer y comprender la diversidad de vías y mecanismos de acción de este hongo. (Harman, 2004).

Se ha descubierto que algunas cepas pueden inducir a las plantas para que “enciendan” su mecanismo nativo de defensa, esto hace pensar que se podrían controlar a otros patógenos además de los hongos. (Harman, 2004).

Según Chet *et al* (1998) al realizar observaciones microscópicas apreciaron que el aspecto de las hifas y conidios de *A. porri* en crecimiento dual con *Trichoderma*, estas varían considerablemente con respecto al testigo, las que se observan desintegradas, parcial o totalmente con una coloración más tenue. La degradación de hifas y conidios podría provocar una inhibición de la infección causada por el patógeno y por consiguiente una menor diseminación.

En numerosos ensayos realizados por diferentes investigadores ha quedado demostrado que la degradación y ruptura de las paredes celulares de *A. solani* por *Trichoderma* ocurre mediante un proceso enzimático en el que participan enzimas extracelulares del tipo quitinazas. (Elad, 1993; De la Cruz *et al* 1995 y Chet *et al*. 1998).

Uno de los mecanismo de la actividad antagónica de *Trichoderma* spp, se basa en la secreción de enzimas hidrolíticas, que le permiten degradar y penetrar estructuras como la pared celular de los organismos atacados.

Muchas especies de *Trichoderma* producen metabolitos secundarios volátil y no volátil, algunos de los cuales inhiben otros microorganismos con los que no hacen contacto físico, tales sustancias inhibitorias son considerados antibióticos (Trichodermín y otros antibióticos peptídico). (Pérez, 2006).

La creciente necesidad de reducir el uso de agroquímicos para el control fitosanitario hace necesario desarrollar tecnologías que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener productos a partir de microorganismo, insectos o nemátodos con calidad y en cantidades suficientes para su aplicación masiva en las áreas de cultivos. Mundialmente se producen y aplican cientos de productos de origen biológico para el control fitosanitario, de éstos, la mayoría son a partir de bacterias y de diferentes especies de insectos, pero sólo unas decenas de

productos se obtienen a partir de hongos, nemátodos, protozoos o virus. (Fernández – Larrea, 2002).

Según Villegas (2005), la alta presencia de humedad y el riego mejora las condiciones de vida de muchos microorganismos entre ellos *Trichoderma* spp, pasando de un estado latente a uno activo y desarrollándose óptimamente hasta en un 60 % de plena capacidad del suelo de retención de humedad. A porcentajes mayores de saturación se disminuye la colonización y sobrevivencia por la baja disponibilidad de oxígeno.

Son numerosos los beneficios agrícolas de *Trichoderma* spp según (Páez 2006). Ofrece un control eficaz de enfermedades de plantas, posee un amplio rango de acción, elevada propagación en los suelos, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero en el tiempo sobre hongos fitopatógenos. Ayuda a la descomposición de la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en forma disponible para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo. Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo de las plantas. Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también la función de biofungicida y favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos. Además señala otros beneficios como son:

No necesita plazo de seguridad para la recolección de la cosecha.

Preservación del Medio Ambiente al disminuir el uso de plaguicidas.

Economía en los costos de producción de los cultivos.

Previene enfermedades dando protección a la raíz el follaje de la planta.

Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes.

Mejora la nutrición y absorción de agua.

Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos.

No se ha registrado ningún efecto fitotóxico.

Moviliza nutrientes en suelo para las plantas.

Actúa como biodegradante de agrotóxicos.

Se puede emplear en sustratos de organopónicos y zeopónicos.

Protege las semillas botánicas y agrícolas de los organismos nocivos.

Es compatible con *Micorrizas*, *Azotobacter* y otros biofertilizantes.

También es compatible con bioagentes controladores de plagas.

Durante muchos años ha sido conocida la habilidad de estos hongos para incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas (Páez, 2006), en especial de su sistema radical. Todavía no se conocen con certeza estos mecanismos.

La eficiencia económica de la producción agropecuaria refleja los resultados finales de la producción en la entidad. Ella expresa el efecto útil resultante de la utilización de los bienes de capital en su conjunto a diferentes niveles, o sea, es la obtención del máximo de producción por unidad de superficie, teniendo en cuenta la estructura de costo, que es la relación de los diferentes gastos con relación al costo total de producción, expresada en por ciento lo que permite descubrir su composición y el análisis de los gastos, permite descubrir las reservas para su disminución. El indicador que generaliza la eficiencia económica de la producción agropecuaria es la rentabilidad de la producción. La rentabilidad de la producción agropecuaria constituye el indicador sintético generalizador por excelencia de la eficiencia económica. En el se relaciona el efecto económico obtenido (ganancia) con el valor total de los bienes de capital utilizados. Es necesario señalar que en la producción agropecuaria se utiliza la rentabilidad basándose en los costos de producción. (Recompenza y Angarica, 2001).

#### **4. MATERIALES Y METODOS**

##### **Descripción del área experimental.**

La investigación se realizó desde Noviembre 2008 hasta abril de 2010, se evalúa una primera plantación de cebolla de noviembre 2008 hasta abril de 2009 y la segunda plantación de noviembre de 2009 a abril del 2010. El estudio se realizó en el organopónico de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" municipio Matanzas (capital provincial) que se sitúa a una altitud de 40 m.s.n.m. sobre un suelo Ferralítico Rojo de pH neutro, con temperatura promedio anual de 23,8 °C, humedad relativa de 79% y una precipitación pluviométrica de 1 300 mm anuales. La ubicación geográfica es entre las coordenadas 23° 01' 56" latitud norte y 81° 30' 32" longitud oeste.

##### **Diseño experimental.**

El primer experimento se llevó a cabo en cinco canteros de 25 metros de largo y uno de ancho. En un segundo experimento se utilizaron ocho canteros de igual longitud. El diseño experimental "Bloques al Azar" con ocho tratamientos y cinco réplicas, resultando 40 unidades experimentales de 3 m<sup>2</sup>. (ver anexo 1) para la primera investigación, en un segundo montaje se replicaron ocho veces los tratamientos obteniéndose 64 parcelas experimentales.

##### **Material genético usado.**

Se utilizó la variedad Texas Early Grain con un ciclo de 140 días desde la etapa de semillero hasta la cosecha, variedad recomendada para trasplante y constituye una de las más productivas bajo este sistema de siembra, para la campaña 2008 -2009 y la variedad H-7 para la campaña 2009-2010, es este un híbrido de reciente introducción al país con buenas perspectivas por sus rendimientos.

##### **Manejo Agronómico.**

Para huertos intensivos los suelos deben tener buena fertilidad, en el que la propiedades físicas faciliten el drenaje y la friabilidad.

La siembra en semillero en ambas plantaciones, se realizó en un cantero de 25 m<sup>2</sup> se aplicaron 10 kg de materia orgánica/m<sup>2</sup> (estiércol vacuno).

El trasplante se realizó a los 55 días después de germinada la semilla. A los tratamientos se le aplicaron (10 kg/m<sup>2</sup>), de materia orgánica en el momento del trasplante, según lo recomendado en el Manual Técnico para Organopónicos y Huertos Intensivos, se plantaron 60 posturas por parcela, 300 por tratamientos. La distancia de trasplante fue de 0,20 x 0,20 m

Se empleó el sistema de riego localizado por microjet con una norma de 4 L/m<sup>2</sup> en cada riego dos veces al día desde el trasplante hasta ocho días después, a partir de esta fecha los riegos fueron diarios durante 20 minutos y con una norma de 5 L/m<sup>2</sup> desde los 30 días hasta la cosecha los riegos fueron en días alternos con una norma de 8 L/m<sup>2</sup>, según lo recomendado para el cultivo cuando se utiliza este sistema de riego.

### **Tratamientos.**

T1= Control

T2= EcoMic (1 kg/ 1 200 posturas) + *Trichoderma* (30 g/m<sup>2</sup>)

T3= Pool de Microorganismos Eficientes [EM] (15 ml/m<sup>2</sup>) con 10<sup>8</sup> UFC/ml

T4= Pool de EM (15 ml/m<sup>2</sup>) + *Trichoderma* (30 g/m<sup>2</sup>)

T5= Pool de EM (15 ml/m<sup>2</sup>) + EcoMic (1 kg/1 200 posturas)

T6= Pool de EM (15 ml/m<sup>2</sup>) + *Trichoderma* (30 g/m<sup>2</sup>) +EcoMic (1 kg/1 200 posturas)

T7= EcoMic (1 kg/1 200 posturas, se aplicó en forma de pasta)

T8= *Trichoderma* (30 g/m<sup>2</sup>), se aplicó de forma directa al fondo del surco).

En el caso del Pool de EM se aplicó foliarmente asperjado con mochila realizándose dos aplicaciones en la primera campaña y tres aplicaciones en la segunda, la primera inmediatamente después del trasplante y la segunda y tercera a los 30 y 50 días después del trasplante.

La composición de cada producto son las siguientes especies:

-EcoMic= Hongos micorrizógenos del género *Glomus* spp. Con calidad mínima garantizada 20 esporas por gramo de inoculante. Producido por el Instituto Nacional de Ciencia Agrícolas.

*Trichoderma harzianum* Rifai cepa A-34 procedente del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal con  $2,3 \times 10^8$  UFC por gramo de producto comercial.

-Pool de EM = *Saccharomyces cerevisiae* (Hidrolizado), *Bacillus licheniformis* y *Lactobacillus salivari*.

#### **4.1 VARIABLES DE MEDICIÓN.**

En ambas plantaciones las variables de medición se realizaron a 20 plantas por réplica (33,3 % de la población total) tomadas de forma aleatorizadas. Se evaluaron los variables siguientes:

Altura de las plantas (ap): con una cinta métrica se midió la altura desde la zona de unión de la base de las hojas (cuello) hasta el ápice de la hoja más larga, esta operación se realizó cada 20 días después de transplante (ddt). Los resultados se expresaron en centímetros.

Número de hojas (nh): se procedió a contar la cantidad de hojas emitidas por planta. Las evaluaciones se realizaron cada 20 ddt.

Diámetro del falso tallo (dft): se midió cada 20 días ddt en la base de la planta con un pie de rey. Los resultados se expresaron en milímetros.

Diámetro ecuatorial del bulbo (deb): una vez cosechado (84 ddt), se midió con un pie de rey el diámetro correspondiente a la parte del bulbo más ensanchada o la zona del ecuador. Los resultados se expresaron en milímetros.

Diámetro polar del bulbo (dpb): una vez cosechado (84 ddt), se midió con un pie de rey el diámetro correspondiente de la base del falso tallo y el sistema radical. Los resultados se expresaron en milímetros.

Peso promedio del bulbo (pb): una vez cosechada se pesaron los bulbos para obtener el peso promedio. Los resultados se expresaron en gramos.



Rendimiento (r): con el pb de cada tratamiento, el número de plantas por m<sup>2</sup>, se calcularon los rendimientos promedios por tratamientos. Los resultados se expresaron en kg/m<sup>2</sup> y t/ha.

Volumen de Producción (p): se calcularon utilizando el pb de cada tratamiento por el número de plantas de una unidad experimental y se expresan en kg.

Por ciento de distribución de *Alternaria porri* (Ellis): se evaluó a los 60 y 80 días después del trasplante para lo cual se evaluaron 20 plantas al azar por réplica, el cálculo se realizó mediante la formula de Townsend y Heuberguer (1944) citado por Pérez, (2006) que es la siguiente:

$$P = (n/N) * 100$$

Donde:

P= % de distribución o propagación de la enfermedad.

n= Cantidad de plantas enfermas.

N= Cantidad de plantas muestreadas.

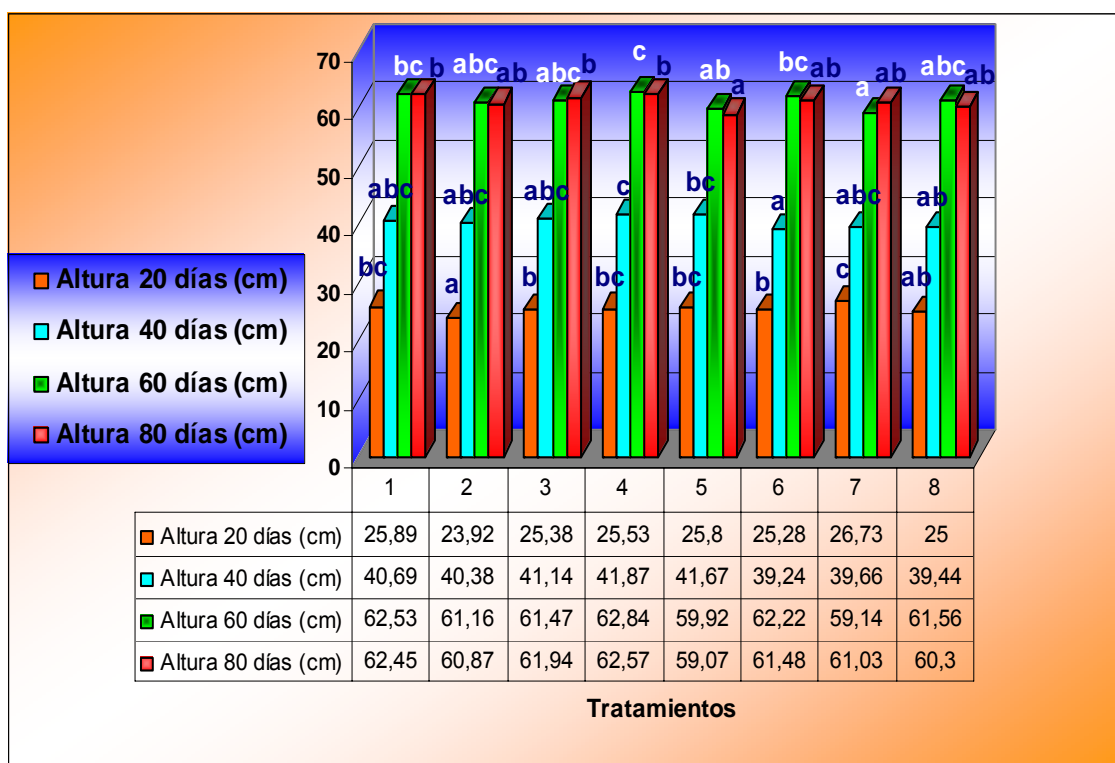
Los resultados de porcentaje para su respectivo análisis estadístico se transformaron mediante la expresión:  $2 \text{ Arc Sen } \sqrt{p}$ .

Para *Botrytis aclada* Fresen considerada como enfermedad terminal propia del bulbo se determinó su incidencia después de cosechada la cebolla calculándose el total de bulbos enfermos por tratamientos y expresándose en por ciento de infección.

Los datos obtenidos de las variables medidas se procesaron mediante un análisis de Varianza de Clasificación Simple y las medias comparadas según la Dócima de Rango Múltiple de Duncan, utilizándose el paquete estadístico Statgraphics versión 5.1.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

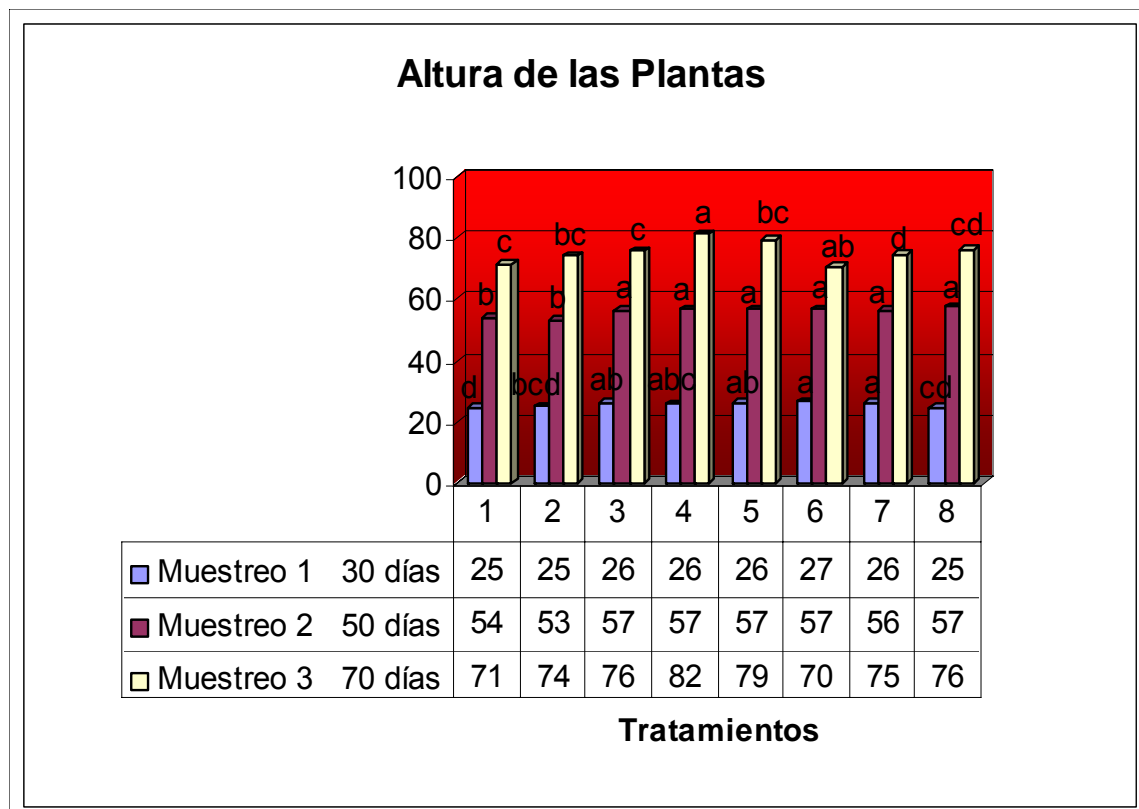
En el gráfico1(a) se muestra el efecto de los tratamientos sobre la variable altura de la planta, demostrándose el mejor comportamiento en el T4 (Pool de EM + *Trichoderma*) con 62,5cm, a los 80 días después del trasplante, el que difiere significativamente del T5 (Pool de EM+EcoMic) que alcanzó una altura promedio de 59,07cm, y sin diferencia significativa sobre el resto de los tratamientos para la campaña 2008-2009 donde solo se hicieron dos aplicaciones.



E.S = 0.01 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 5.68

Gráfico 1(a). Influencia de los tratamientos sobre la altura de la planta evaluada a los 20, 40, 60 y 80 días después de trasplante. 2008-2009.

En el gráfico1 (b) a los 70 días después del trasplante, de la variedad H-7, este mismo tratamiento alcanzó una altura de 81,6cm con diferencia significativa con relación al control, el que mostró una altura de 71,0cm además, difiere de los tratamientos cinco, siete y ocho.



E.S = 0.04 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,71

Gráfico 1(b). Influencia de los tratamientos sobre la altura de la planta evaluadas a los 30, 50, 70 días después de trasplante. 2009-2010.

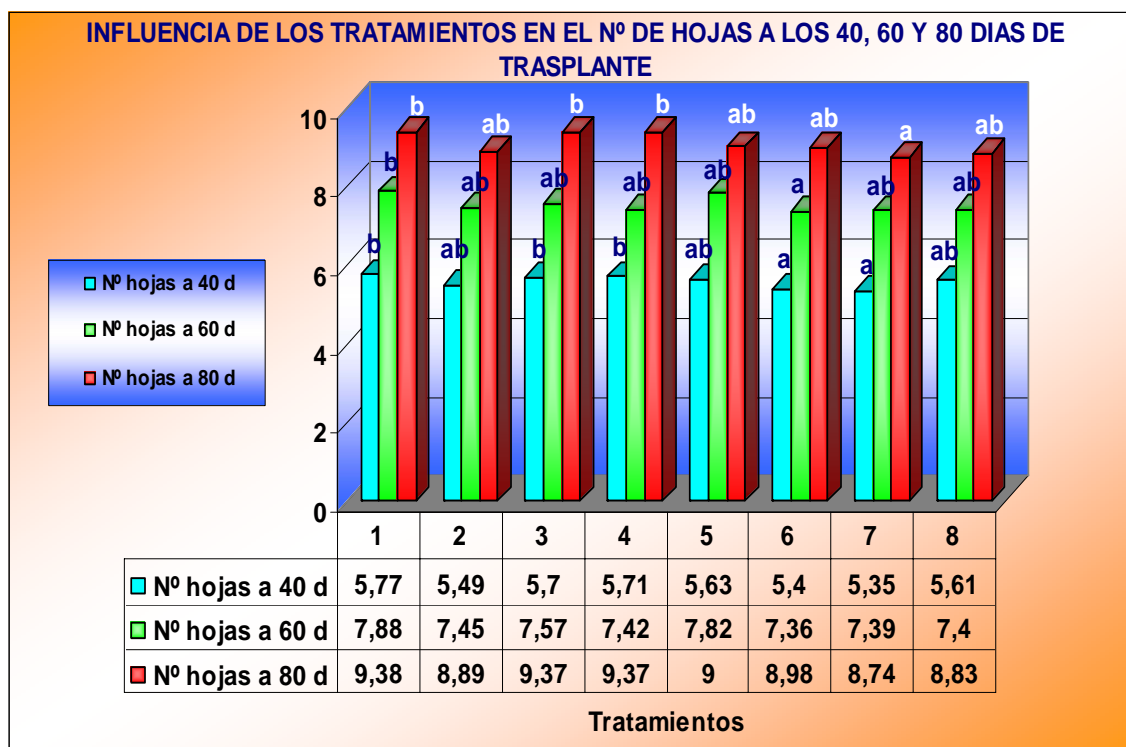
La aplicación de Microorganismos Eficientes + *Trichoderma*, influyó positivamente sobre la altura de las plantas, lo que corrobora lo planteado por Chen *et al.* (2001) los que señalaron que los Microorganismos Eficientes incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Estos resultados confirman lo planteado por (Higa, 1991) cuando comprobó que los ME cuando se emplean como inóculos incrementan la diversidad biológica de los suelos, mejoran su calidad, incrementándose el rendimiento y calidad de los cultivos. Por su parte Páez (2006) comprobó que *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores de los tejidos meristemáticos primarios, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo. Además plantea que algunas especies de *Trichoderma* han sido reportadas como estimuladoras de crecimiento en especies tales como: pepino, cebolla, berenjena, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, frijol, pastos y ornamentales. En este mismo sentido se

manifiesta (Barea. *et al* 2002) El que plantea que el suelo deja entonces de ser un simple soporte inerte sobre el que crecen los cultivos y pasa ahora a ser considerado componente activo, integrado por diversos factores (físicos, químicos y biológicos), cuyas interacciones tienen una clara repercusión en el desarrollo de las plantas. Trabajos publicados de 2009 en ajo y cebolla, empleándose ME cuando son aplicados cada 20 o 30 días encontraron los siguientes beneficios tallos con más grosor, color verde intenso de la planta y mayor tamaño del bulbo, esto corrobora el resultado encontrado en cuanto al diámetro del falso tallo.

Uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica es el uso de Microorganismos Eficientes (ME), lo cual en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad.

Durante muchos años ha sido conocida la habilidad de estos hongos para incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radical. Todavía no se conocen con certeza estos mecanismos. Recientemente se encontró que una cepa de *Trichoderma spp* contribuye al crecimiento en cuanto a profundidad de las raíces del maíz y algunos pastos, haciendo que estos cultivos sean más resistentes a la sequía (Harman *et al.* (2004), igualmente Villegas (2005), señala que la alta presencia de humedad y el riego mejora las condiciones de vida de muchos microorganismos entre ellos *Trichoderma spp*, pasando de un estado latente a uno activo y desarrollándose óptimamente hasta en un 60 % de plena capacidad del suelo de retención de humedad. A porcentajes mayores de saturación se disminuye la colonización y sobre vivencia por la baja disponibilidad de oxígeno.

En el gráfico 2(a) investigación 2008-2009 se observa la influencia de los tratamientos sobre la variable número de hojas donde el testigo, Pool de EM+*Trichoderma* y Pool de EM desarrollaron la mayor cantidad de hojas con 9,38; 9,37 y 9,37 respectivamente, los mismos difieren significativamente del T7 (EcoMic) y sin diferencia significativa sobre los demás tratamientos

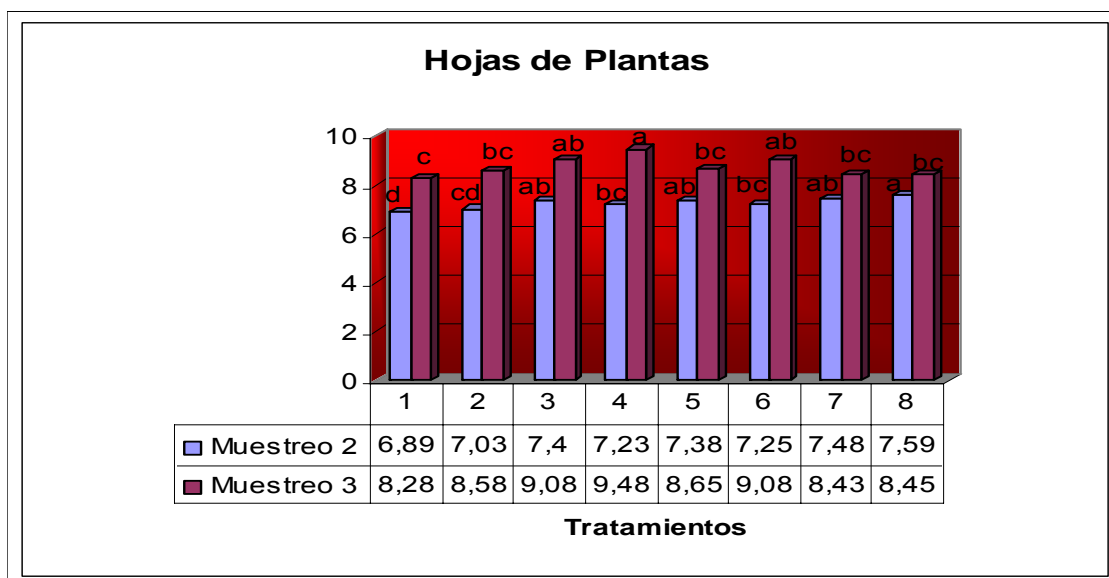


E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 6,32

Gráfico 2 (a) Influencia de los tratamientos en el No de hojas a los 40, 60 y 80 días después del trasplante 2008-2009.

En el segundo experimento 2009-2010 gráfico 2(b) a los 70 días el T4 Pool de EM+ *Trichoderma* mostró el mejor comportamiento con 9,48 hojas como promedio con diferencia significativa con respecto al control, el que alcanzó 8,28 hojas promedio, además difiere de los tratamientos dos, cinco, siete y ocho. Corroborándose lo planteado por Ruiz. C. *et al.* (2007). Los que estudiando el efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre cebolla demostraron que la primera superó significativamente la mineral, también Liriano et al (2005) encontraron que la efectividad de EcoMic se incrementa a medida que disminuyen los niveles de materia orgánica, en nuestra investigación se aplicó 10 kg/m<sup>2</sup> (100 t/ha) de materia orgánica en igualdad de condiciones para todos los tratamientos, lo que puede haber incidido en el resultado obtenido con EcoMic. Estos resultados con la combinación de diferentes microorganismos no son coincidentes por los obtenidos por Pulido *et al.* (2003) el que refiere que la utilización de Micorrizas ejerce un efecto beneficioso en la producción de cebolla, aumenta la actividad fisiológica de la planta, en la producción del bulbo, en su diámetro y en la

masa fresca total de la planta, aunque los resultados con EcoMic son superiores al obtenido con la variante control, en nuestras investigaciones utilizamos de forma combinada los diferentes microorganismos los que producen diferente efecto sobre las plantas.

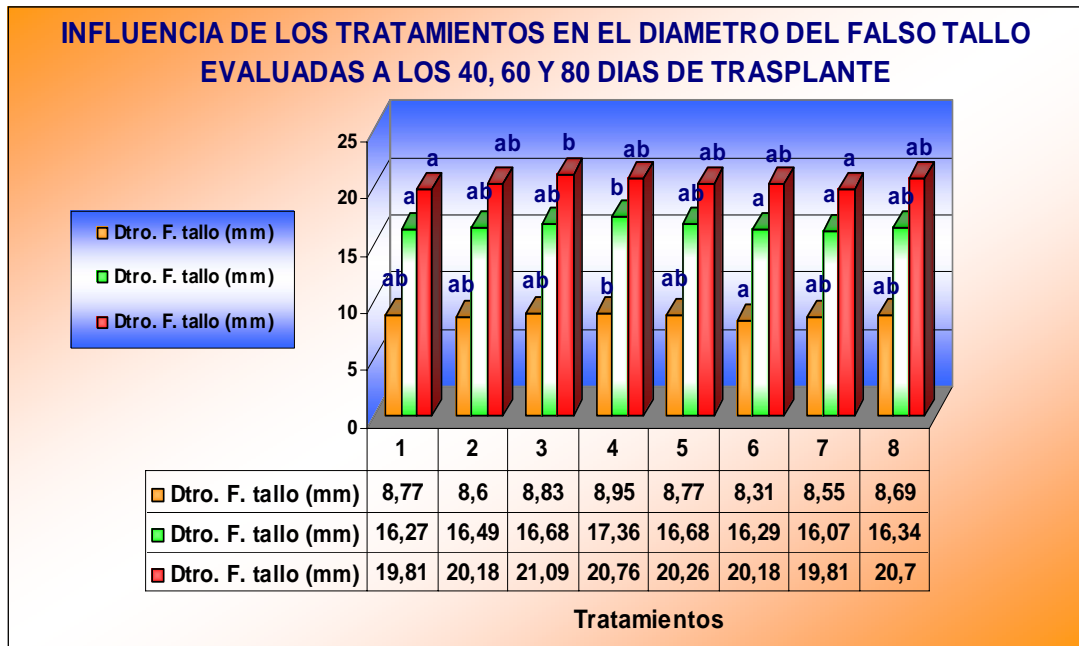


E.S = 0.02 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,20

Gráfico 2 (a) Influencia de los tratamientos en el No de hojas a los 30, 50 y 70 días después del trasplante 2009-2010.

En estudios realizados se plantea, Anónimo (2008), el EM no es un sustitutivo de otras prácticas de manejo. Es, sin embargo, una dimensión añadida para optimizar mejor el uso del suelo y prácticas de manejo de los cultivos tales como las rotaciones de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, conservación de labores, reciclaje de los residuos de los cultivos y biocontrol de las plagas. Usado correctamente, EM puede aumentar de manera significativa los efectos beneficiosos de estas prácticas.

En el gráfico 3 se observa la influencia de los tratamientos sobre la variable diámetro del falso tallo, alcanzándose el mejor resultado con el T3 (Pool de EM) registrándose un diámetro de 21,09mm, el cual presenta estadísticamente diferencia significativa sobre los tratamientos T1 (control) y T7 (EcoMic).



E.S = 0.04 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 5,42

Gráfico 3. Influencia de los tratamientos en el diámetro del falso tallo evaluadas a los 40, 60, y 80 días del trasplante.

El resultado obtenido con la aplicación del Pool de EM se atribuye a lo planteado por FUNDASES (2005), donde expresa que los Microorganismos Eficaces, sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. También Chen *et al.* (2001) plantean que los Microorganismos Eficientes incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar que se refleja en el Incremento del crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica.

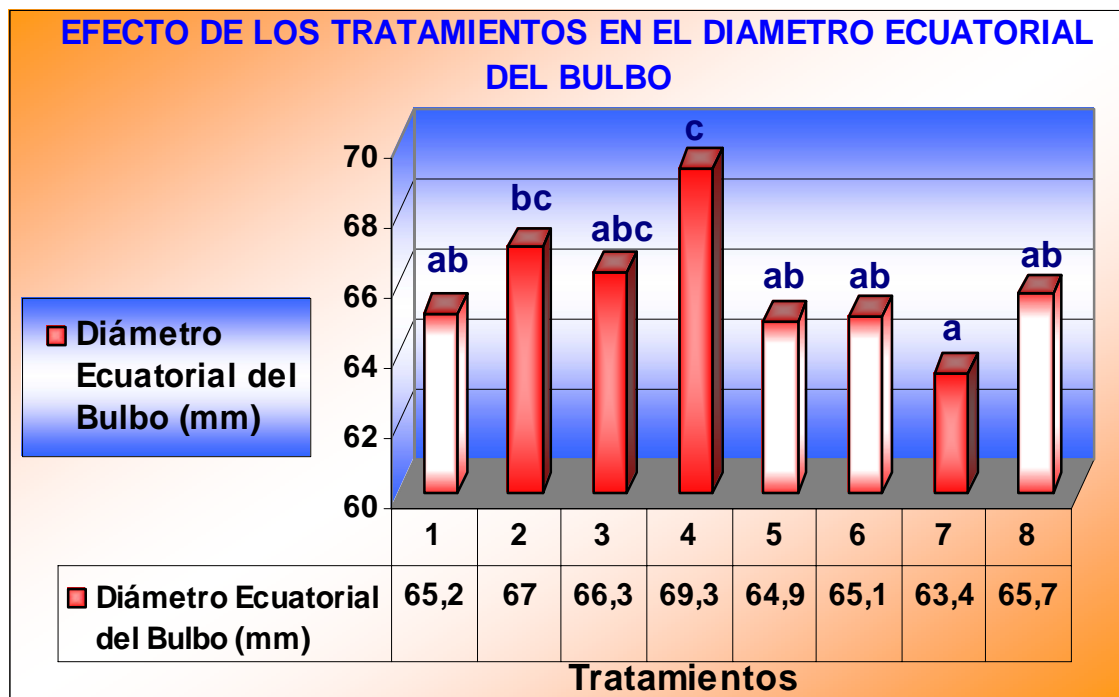
Estos resultados también corroboran lo planteado por Vidal (2005), el que plantea que cuando los EM incrementan su población en el sistema suelo - planta, la

actividad como comunidad con los microorganismos naturales benéficos es también incrementada y la microflora en general se enriquece, balanceando los ecosistemas, inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, suprimiendo las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades del suelo y de la planta.

En los gráficos 4(a), 4(b) y 5(a), 5(b) se observa el efecto de los tratamientos en el diámetro ecuatorial y polar del bulbo, para las investigaciones realizadas en los años 2008-2009 y 2009-2010 en ambos casos la mejor respuesta se encontró con el T4 (Pool de EM+*Trichoderma*) con 69,3 y 71,0 mm respectivamente para el trabajo realizado en el año 2008-2009, con igual resultado para el diámetro ecuatorial en el año 2009-2010, pero no así el diámetro polar cuyo mejor resultado fue 62,3 mm para el T3 (Pool de ME). En el caso del diámetro ecuatorial el T4 difiere significativamente del T1 control, T5 (Pool de EM +EcoMic), T6 (Pool de EM +EcoMic+*Trichoderma*), T7 (EcoMic), T8 (*Trichoderma*) y sin diferencia significativa con el resto de los tratamientos. En el caso del diámetro polar el T4 difiere significativamente del T5 (Pool de EM+EcoMic), T7 (EcoMic) y sin diferencia significativa sobre el resto de los tratamientos.

El efecto beneficioso del Pool de EM + *Trichoderma* se validan con lo planteado por FUNDASES (2005) donde la mezcla de microorganismos benéficos aumenta la diversidad microbiana del suelo, sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas de modo que se incrementan el rendimiento y la calidad de los cultivo.



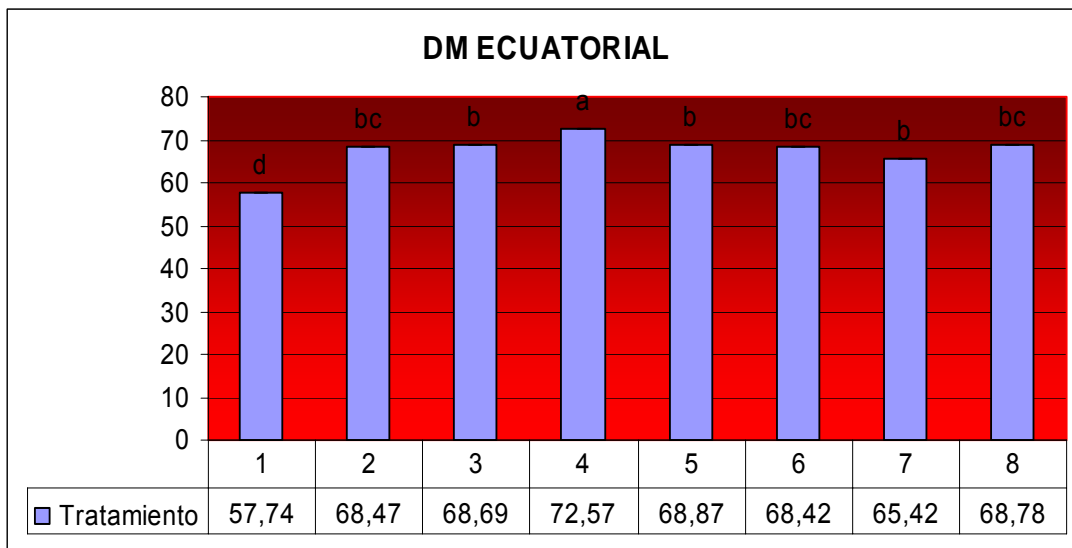


E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,78

Gráfico 4(a) Efecto de los tratamientos en el diámetro ecuatorial del bulbo. 2008-2009.

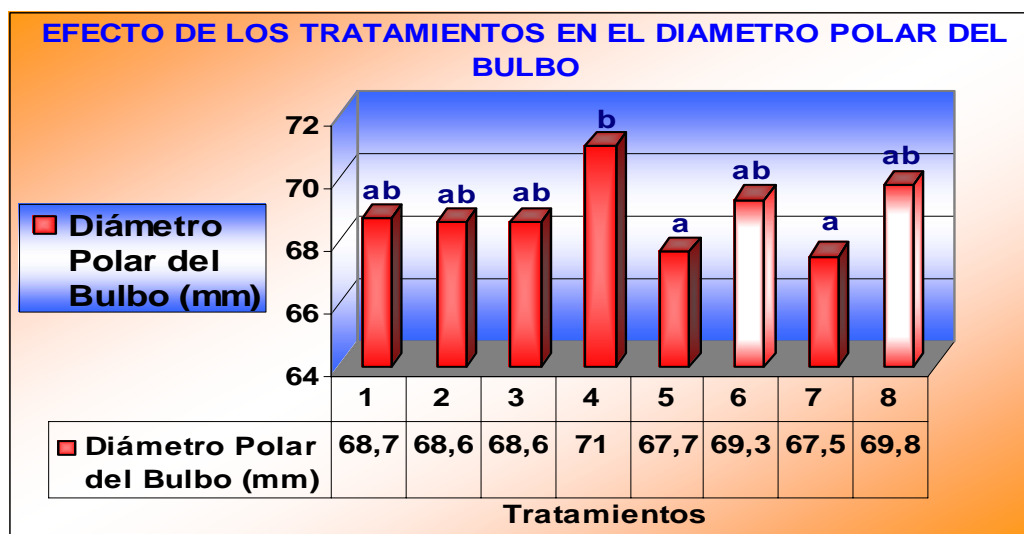
También se coincide con Páez, (2006), cuando plantea que *Trichoderma* es promotor de crecimiento y desarrollo de las plantas y comprobó que produce sustancias estimuladoras que actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido. De esta forma los ME según Bejarano (2005), degradan proteínas complejas y carbohidratos y producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.

Estos resultados también coinciden con los publicados en 2009 con aplicaciones ME en los cultivos de ajo y cebolla, los que obtuvieron un mejor tamaño del bulbo, tallo con más grosor, planta de color intenso y mejor tamaño del bulbo.



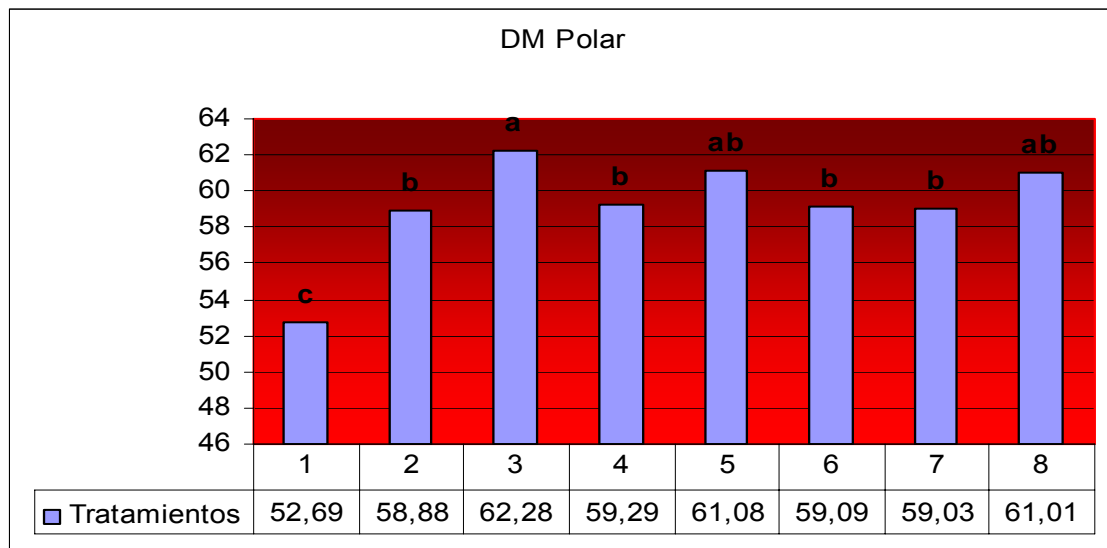
E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,41

Gráfico 4(b) Efecto de los tratamientos en el diámetro ecuatorial del bulbo. 2009-2010.



E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV 5 4,35

Gráfico 5(a) Efecto de los tratamientos en el diámetro polar del bulbo. 2008-2009.



E.S = 0.05 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 5,78

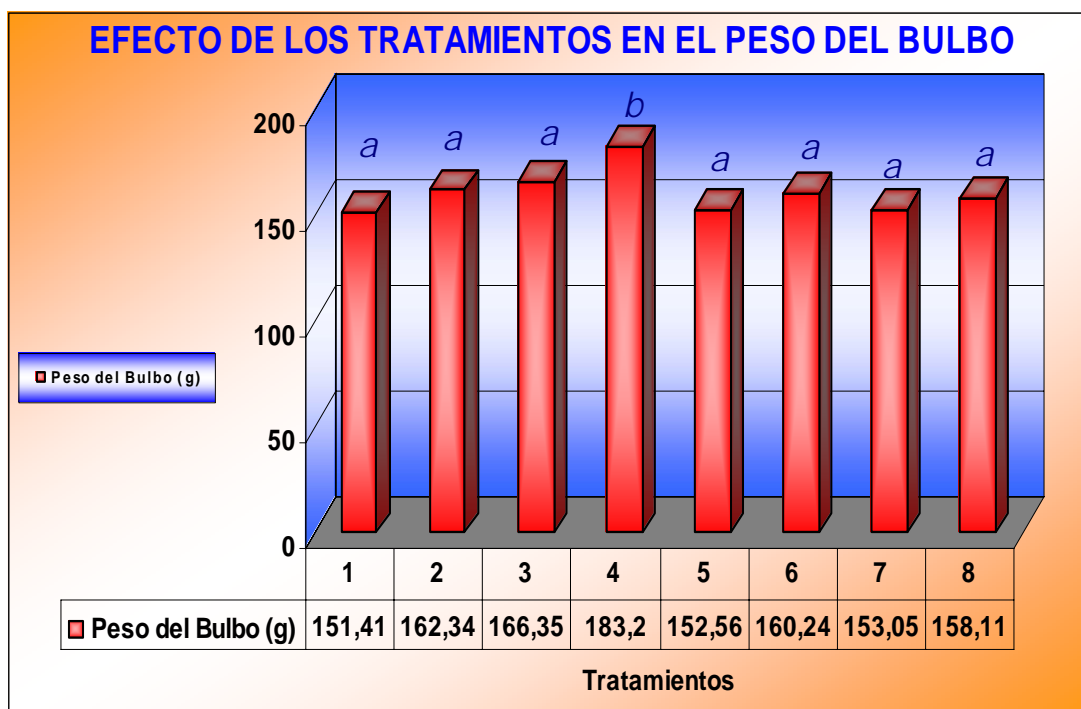
Gráfico 5(b) Efecto de los tratamientos en el diámetro polar del bulbo. 2009-2010.

En el gráfico 6(a) se muestra la influencia de los tratamientos sobre la variable peso del bulbo, donde el mejor resultado se encontró en el T4 (Pool de EM + *Trichoderma*) con 183,20g, para Variedad "Texas Early G" utilizada en el año 2008-2009, el peso promedio del bulbo para la variedad H-7 plantada en la campaña 2009-2010 para este mismo tratamiento fue 173,8g los que presentaron diferencias estadísticamente significativas sobre el resto de los tratamientos. El resultado más bajo se registra en el tratamiento control con 151,44g. Año 2008-2009

El resultado del T4 coincide con lo planteado por Chet *et al.* (1998) donde los microorganismos eficientes como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos.

A su vez según Fernández *et al.* (2002) *Trichoderma* no solo es antagonista de hongos fitopatógenos sino que además ejerce influencia sobre el crecimiento vegetativo de algunas plantas de importancia económica. También Harman *et al.* (2004), plantea que *Trichoderma* ha sido conocido durante muchos años por su habilidad de incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial del sistema radical.

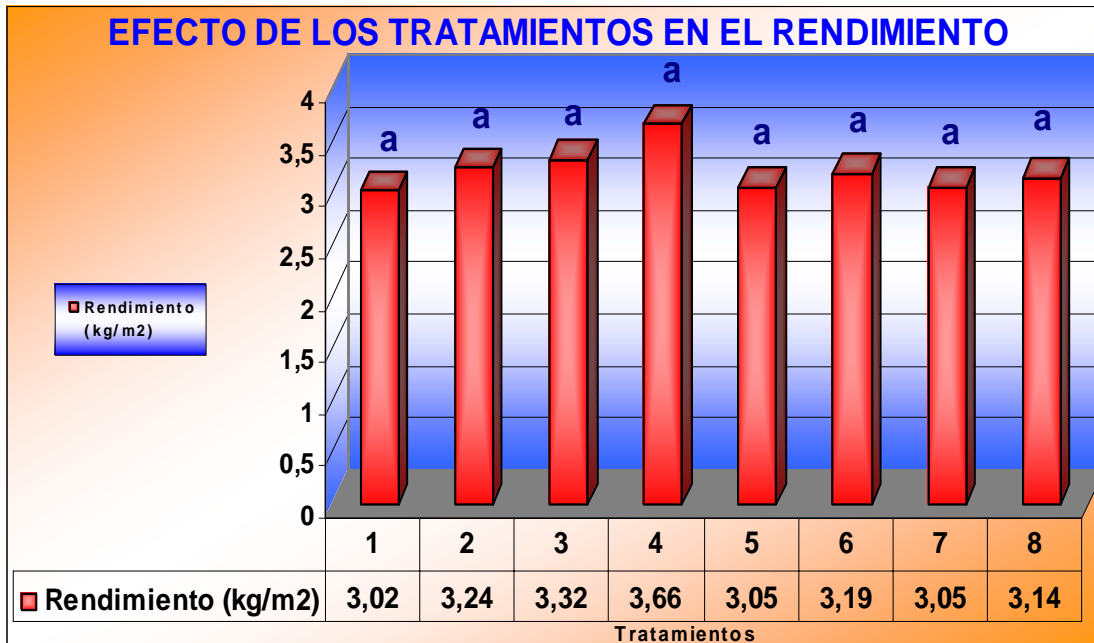
Estos resultados también coinciden con Páez (2006) el que señaló que *Trichoderma* además de ofrecer un control eficaz de enfermedades en plantas, ayuda a la descomposición de la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en forma disponible para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo. Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo de las plantas.



E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,71

Gráfico 6 (a). Efecto de los tratamientos en el peso promedio del bulbo año 2008-2009.

En el gráfico 7(a) se observa el efecto de los tratamientos en el rendimiento del cultivo expresado en  $\text{kg/m}^2$  y  $\text{t/ha}$  donde todos los tratamientos fueron superiores al control. El T4 (Pool de EM + *Trichoderma*) resulto tener la respuesta más favorable con  $3,66 \text{ kg/m}^2$  ( $36,6 \text{ t/ha}$ ) aunque estadísticamente sin diferencia significativa sobre el resto de los tratamientos, durante esta campaña solo se hicieron dos aplicaciones de los ME, en el momento del trasplante y 30 días después, lo que pudo haber incidido de manera menos notable en el desarrollo de las plantas.



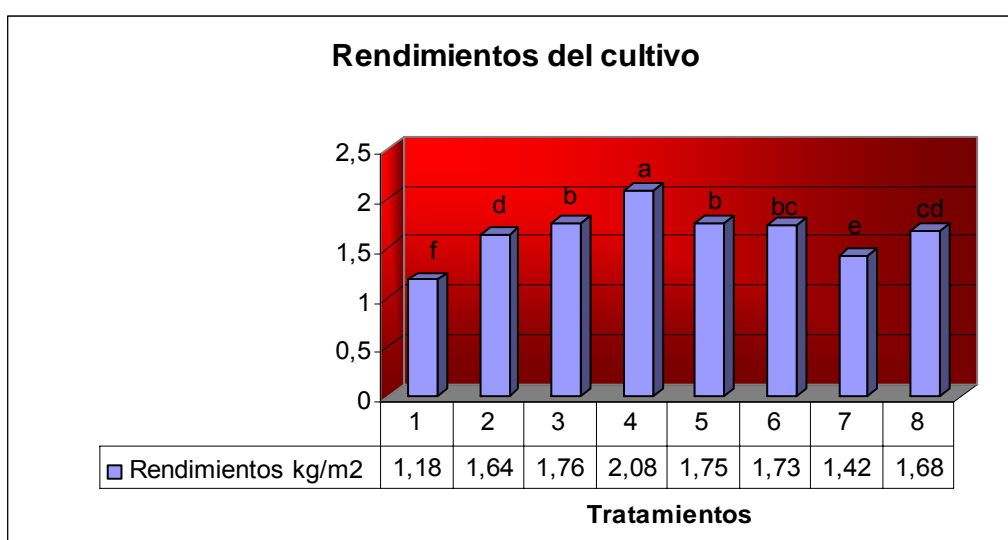
E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,31

Gráfico 7(a) Efecto de los tratamientos en el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) 2008-2009.

Este resultado confirma lo planteado por Correa (2005), el que refiere que los Microorganismos Eficientes son capaces de sintetizar sustancias útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, materia orgánica y raíces de las plantas, además tienen la habilidad de suprimir microorganismos patógenos a partir de la sintetizan de sustancias antimicrobianas como el ácido láctico. También Páez (2006), plantea que al aplicar *Trichoderma* se favorece el desarrollo foliar de las plantas y que además este hongo posee un amplio rango de acción. De esta manera se corrobora el efecto beneficioso que tienen estos microorganismos al obtener mejores resultados en el rendimiento del cultivo de cebolla.

Los resultados más bajos se encontraron en los tratamientos T1(control), T5(Pool de EM+EcoMic) y T7(EcoMic), con respecto a EcoMic podría atribuirse a la aplicación de materia orgánica (10 kg/m<sup>2</sup>) al suelo antes del trasplante ya que según estudios realizados por Liriano *et al* (2005) sobre los diferentes niveles de materia orgánica con los biofertilizantes Micorrizas y *Azospirillum* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L se observó una disminución del rendimiento a mayor nivel de materia orgánica de 5, 10 y 15 kg/m<sup>2</sup>, que favorece la presencia de micorrizas naturales, estableciéndose una mayor competencia desde el punto de vista de la

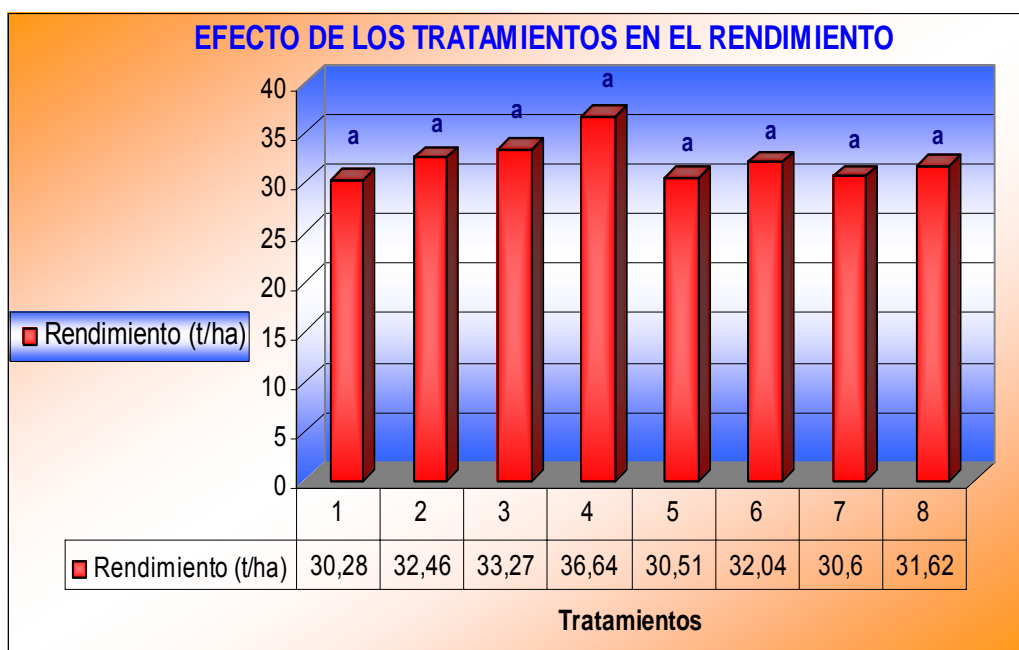
actividad biológica, disminuyendo la efectividad de la que incorporamos, es decir a medida que se incrementa los niveles de materia orgánica incorporado disminuye la efectividad de estos biofertilizantes. También Liriano *et al.*, (2005), comprobaron que la micorrización es generalmente inhibida en condiciones de elevada fertilidad del suelo y que la aplicación de pequeñas cantidades de fertilizante puede favorecer el desarrollo de la misma, mientras que cantidades mayores, inhiben la micorrización. También Orozco y Gianinazzi-Pearson (1993) informaron que la alta disponibilidad de nutrientes inhibe la micorrización.



E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4.21

Gráfico 7(b) Efecto de los tratamientos en el rendimiento ( $\text{kg/m}^2$ ) 2009-2010

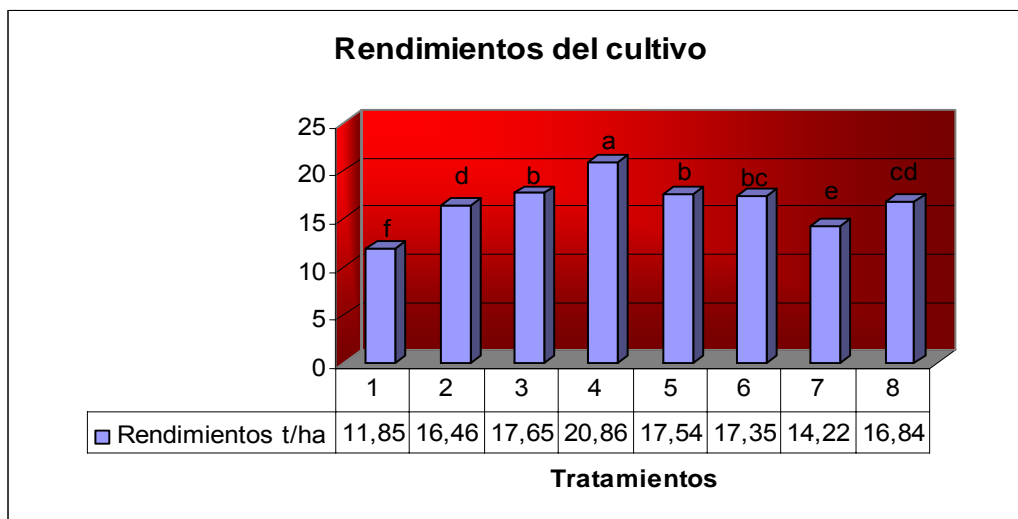
Estos resultados concuerdan con Hernández y Chailloux (2004), los que señalan que el mundo microbiano de los ME ofrece para los suelos prometedoras alternativas, teniendo en cuenta que en el suelo se encuentran hongos y bacterias con una gran capacidad para promover y mejorar la nutrición de las plantas. Es una biotecnología “limpia”, de gran interés económico y ecológico para la agricultura moderna. Estos sistemas de inoculación y manejo cultural de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) constituyen tecnologías ecológicamente racionales, exponiéndose como una de las prácticas de base biológica más promisorias e innovativas para el sector agrícola. (Terry *et al.* 2002).



E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 3,45

Gráfico 8(a) Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento (t/ha) año 2008-2009.

La presencia de humedad y el riego mejora las condiciones de vida de muchos microorganismos entre ellos *Trichoderma* pasando de un estado latente a uno activo y desarrollándose óptimamente hasta en un 60 % de plena capacidad del suelo de retención de humedad, ayudando a la descomposición de la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en forma disponible para la planta, por lo que tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo, estimulando el crecimiento de los cultivos y por ende sus rendimientos.



E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 3,46

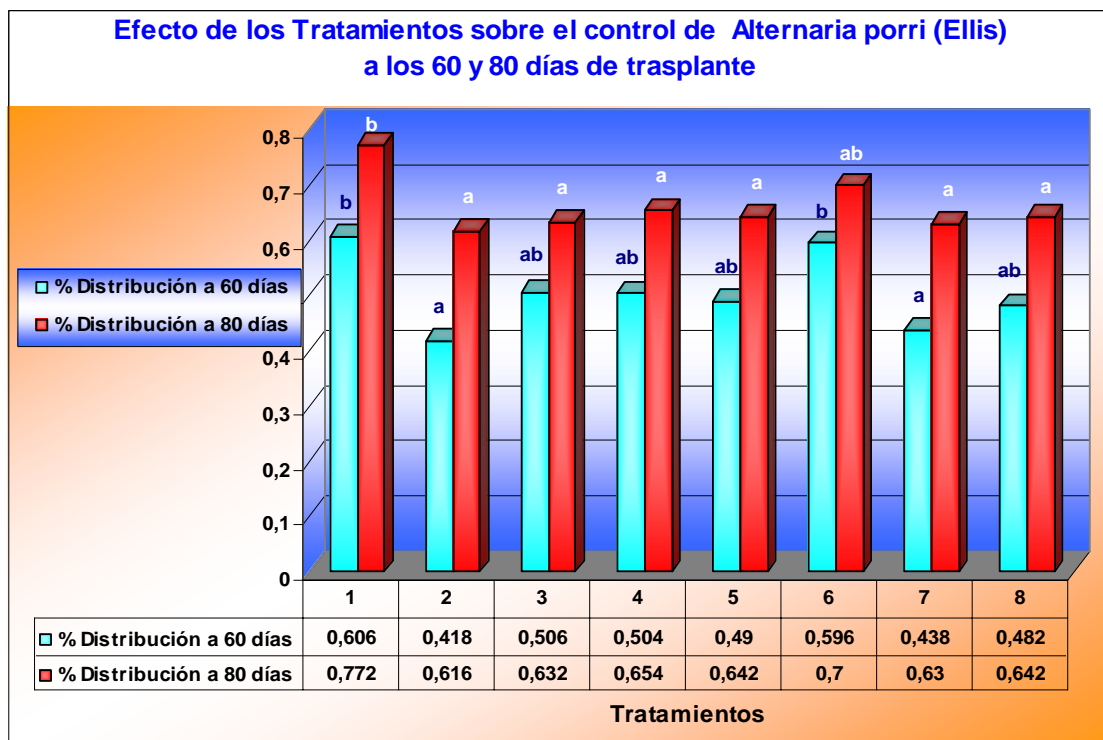
Gráfico 8(b) Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento (t/ha) año 2009-2010.

Los resultados alcanzados con el uso de biopreparados en base a *Trichoderma* y otros microorganismos dependen del método de aplicación, por esa razón el empleo de materia orgánica a los canchales previo a la siembra y la aplicación de microorganismos eficientes, condiciona un ambiente favorable para la multiplicación y colonización de estos, en tal sentido Barea *et al* (2002) señala la necesidad que enfrenta la producción agrícola de lograr una producción sostenible sin degradar los recursos naturales, bajo esta perspectiva se le concede cada vez más importancia al suelo, como elemento del sistema, el suelo deja de ser un simple soporte inerte sobre el que crecen los cultivos y pasa ahora a ser considerado un componente activo, integrado por diversos factores, cuyas interacciones tienen una clara repercusión en el desarrollo de las plantas.

Los microorganismos eficientes, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes, cambian la micro y macro flora de los sustratos y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humos. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para producción sostenible en la agricultura orgánica.



En el siguiente gráfico (9) se analiza el efecto de los tratamientos sobre el control de la mancha púrpura *Alternaria porri* Ellis donde todos los tratamientos ejercieron efecto en comparación con el control, registrándose el mayor control en el T4 (*Trichoderma*+EcoMic) con solo 9,4% de distribución, de manera que disminuyó la incidencia del patógeno en un 5% en comparación con el testigo.



E.S = 0.03 Medias con letras diferentes en la vertical difieren para  $P < 0,05$ . CV % 4,21

Gráfico 9. Efecto de los tratamientos sobre el control de *Alternaria porri* (Ellis) a los 60 y 80 días de trasplante.

Al evaluar estadísticamente a excepción del T6 (Pool de EM +EcoMic+*Trichoderma*) todos los tratamientos presentan diferencia significativa en comparación con el control. El efecto beneficioso del T4 (*Trichoderma*+EcoMic) se coincide con Pérez (2006) donde plantea que el conjunto *Trichoderma* – Micorriza favorece el desarrollo de las plantas de tabaco y no afecta el hiperparasitismo, por lo que se pueden aplicar éstos bioagentes de forma conjunta, este efecto beneficioso también se logra en otros cultivos.

También se coincide con Pérez (2006) y Stefanova, (1997), donde plantean que *Trichoderma* es un antagonista que se ha utilizado con éxito en una variedad amplia de cultivos contra patógenos del suelo principalmente.

Respecto a las Micorrizas García *et al.*, (1988) plantean que no solo favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas sino también protegen frente al ataque de organismos patógenos.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Chet *et al.* (1998) acerca de los marcados cambios morfológicos que ocurren en las célula parasitadas del hospedante donde el citoplasma queda totalmente destruido. La degradación de hifas y conidios podría provocar una inhibición de la infección causada por el patógeno y por consiguiente una menor diseminación. En numerosos ensayos realizados por diferentes investigadores ha quedado demostrado que la degradación y ruptura de las paredes celulares del hospedante por *Trichoderma* ocurre mediante un proceso enzimático en el que participan enzimas extracelulares fundamentalmente del tipo quitinazas (Pérez, 2006; Harman, 2001 y 2004).

*Trichoderma* a diferencia de otros agentes de control biológico, actúa como micoparásito y además produce diferentes metabolitos que pueden afectar la germinación conidial del hospedante. En el caso de un patógenos necrotrófico como *A. porri* que necesita nutriente exógenos para la germinación y crecimiento del tubo germinativo esto representa una ventaja que puede ser aprovechada. De hecho las enzimas de *Trichoderma* son capaces de producir lisis no solamente en las estructuras más blandas como el extremo Terminal de las hifas jóvenes, sino en aquellas más duras como las paredes quitinosa de las hifas maduras, conidios, clamidosporas y esclerocios. Como se observa el índice de infección continua aumentando a través del tiempo, pero este aumento es más lento donde se aplicaron los microorganismos. El control biológico de las enfermedades en general no alcanza un control tan efectivo como el que puede alcanzarse con los fungicidas; pero el solo hecho de que haya disminuido el índice de infección es ya una razón para considerar la posibilidad de aplicación.

Tabla 1. Por ciento de infección causado por *Alternaria porri* (Ellis) 2008-2009.

Tratamientos	Por ciento de distribución (%)			
	60 días		80 días	
	Xtransf	Xorig	Xtransf	Xorig
1. Testigo	0,606 <sup>b</sup>	9,0	0,772 <sup>b</sup>	14,4
2. EcoMic+ <i>Trichoderma</i>	0,418 <sup>a</sup>	4,5	0,616 <sup>a</sup>	9,4
3. Pool de EM	0,506 <sup>ab</sup>	6,4	0,632 <sup>a</sup>	10,0
4. Pool de EM+ <i>Trichoderma</i>	0,504 <sup>ab</sup>	6,4	0,654 <sup>a</sup>	10,6
5. Pool de EM+ EcoMic	0,490 <sup>ab</sup>	6,0	0,642 <sup>a</sup>	10,2
6. Pool de EM+ <i>Trichoderma</i> +EcoMic	0,596 <sup>b</sup>	8,8	0,700 <sup>ab</sup>	12,0
7. EcoMic	0,438 <sup>a</sup>	5,8	0,630 <sup>a</sup>	9,8
8. <i>Trichoderma</i>	0,482 <sup>ab</sup>	6,0	0,642 <sup>a</sup>	10,2

Medias con letras desiguales difieren significativamente según Dócima de Rango Múltiple de Duncan para  $P < 0,05$ . (Duncan, 1955). ES 0,03 CV % 7,52.

La tabla (2) muestra el porcentaje de infección de la enfermedad Podredumbre del cuello causada por *Botrytis aclada* Fresen que constituye una enfermedad muy común y distribuida en Cuba, causando los mayores daños en los bulbos después de cosechados.

Tabla 2. Por ciento de infección causado por *Botrytis aclada* Fresen año 2009-2010.

	Control	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6	T - 7	T - 8
Bulbos	27	20	8	5	21	15	18	12
% de bulbos enfermos	33.75	25	10	6.25	26.25	18.75	22.5	15

El T4 (Pool de ME + *Trichoderma*), tuvo una menor incidencia de esta enfermedad con respecto a los demás tratamientos estudiados. Gracias al incremento de las poblaciones de los microorganismos en el suelo, se promueve el desarrollo de

microorganismos benéficos ya existentes en el mismo, y con esto la microflora se vuelve abundante y así se desarrolla un sistema microbiano balanceado, logrando que en este proceso sean suprimidos algunos microbios específicos del suelo (especialmente los nocivos), reduciendo así la incidencia de enfermedades causadas por patógenos del suelo. Corroborando así los planteamientos de Sangakkara *et al.* (1996) sobre los EM en el suelo que mantienen un proceso simbiótico con las raíces de las plantas en la rizosfera. También se coincide con Pérez (2006) y Stefanova, (1997), donde plantean que *Trichoderma* es un antagonista que se ha utilizado con éxito en una variedad amplia de cultivos contra patógenos del suelo principalmente. Además se corrobora lo planteado por Arias (2004) al plantear que la acción de *Trichoderma* como biofungicida se ve completada por su acción estimulante en el crecimiento de las raíces lo que induce a la planta mayor resistencia a los ataques de plagas. Bajos nuestras condiciones experimentales también se confirma lo planteado por Vargas (2005), al señalar que la presencia de humedad y el riego mejora las condiciones de vida de muchos microorganismos entre ellos *Trichoderma*, el que pasa de un estado latente a uno activo ofreciendo un control eficaz de enfermedades de las plantas. Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo de las plantas.

De manera general la afectación de este patógeno en el desarrollo del cultivo no fue muy severa ya que el % de distribución más alto registrado en el testigo fue solo de 14,4% de manera que no tuvo incidencia directa en el rendimiento, es por ello que el T4 (Pool de EM+ *Trichoderma*) a pesar de tener mayor % de distribución que el T2 (*Trichoderma*+EcoMic) presenta un rendimiento más alto. Los resultados obtenidos satisfacen las necesidades de los productores y fundamentan lo planteado por Fernández-Larrea (2002), la que señaló la creciente necesidad de reducir el uso de agroquímicos para el control fitosanitario, desarrollando tecnologías que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener productos a partir de microorganismos para reducir la incidencia de plagas.

## 6. VALORACIÓN ECONÓMICA

En la tabla 3 se aprecia los gastos incurridos en la realización del experimento, a partir del cual se obtiene el costo correspondiente a cada tratamiento para su respectivo análisis económico con los principales indicadores.

Tabla 3. Gastos incurridos año 2008-2009.

Materiales y Labores	U/M	Cantidad	Gasto Unitario (\$)	Gasto Total (\$)	Gasto por Tratamiento (\$)
Semilla	kg	0,20	500,00	100,00	12,50
<i>Trichoderma</i>	kg	2,55	5,50	14,02	3,50
EcoMic	kg	1,10	2,50	2,50	0,62
Pool de EM (hidrolizado+ <i>Bacillus</i> + <i>Lactobacillus</i> )	L	6,00	0,25	1,50	0,37
Materia Orgánica	t	1,50	40,00	60,00	7,50
Preparación Suelo	h	12,00	1,28	15,46	1,93
Siembra y Trasplante	h	8,00	1,28	10,31	1,28
Limpias	h	36,00	1,28	46,40	5,80
Riego	h	40,00	1,28	51,56	51,56
Agua	m <sup>3</sup>	72,00	0,30	21,60	2,70
Electricidad	kw/h	40,00	0,11	4,40	4,40
Cosecha	h	8,00	1,28	10,31	1,28
Gasto Total	\$	-	-	338,06	-

Tabla 4. Análisis económico año 2008-2009

INDICADORES	U/M	TRATAMIENTOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento	kg/m <sup>2</sup>	3,02	3,24	3,32	3,66	3,05	3,19	3,05	3,14
Producción	kg	45,39	48,63	49,83	54,90	45,75	47,97	45,75	47,19
Precio Venta	\$/kg	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Valor de Prod.	\$	154,32	165,34	169,42	186,66	155,55	163,09	155,50	160,44
Costo de Prod.	\$	89,19	93,07	89,32	92,82	89,94	93,44	89,57	92,45
Costo Unitario	\$/kg	1,96	1,91	1,79	1,69	1,96	1,94	1,95	1,95
Costo por Peso	\$	0,57	0,56	0,52	0,49	0,57	0,57	0,57	0,57
Beneficio	\$	65,13	71,97	80,10	93,84	65,61	69,65	65,93	67,99
Rentabilidad	%	73,32	77,32	89,67	101,09	72,94	74,53	73,60	73,54

Tabla 5 Gastos de la realización del experimento año 2009-2010.

Materiales y Labores	U/M	Cant.	Gasto Unitario (\$)	Gasto Total (\$)	Gasto por Tratamiento (\$)
Semilla	kg	0,20	500,00	100,00	12,50
<i>Trichoderma</i>	kg	7,00	5,50	14,02	3,50
EcoMic	kg	1,00	2,50	2,50	0,62
Pool de EM (hidrolizado + <i>Bacillus</i> + <i>Lactobacillus</i> )	L	6,00	0,25	1,50	0,375
Materia Orgánica	t	1,50	20,00	60,00	7,5
Preparación de Suelo	h	12	1,28	15,46	1,93
Siembra y Trasplante	h	8	1,28	10,31	1,28
Limpias	h	36	1,28	46,40	5,80
Riego	h	40	1,28	51,56	51,56
Agua	m <sup>3</sup>	72	0,30	21,60	2,70
Electricidad	kw/h	40	0,11	4,40	4,40
Cosecha	h	8	1,28	10,31	1,28
Gasto Total	\$	-	-	338,06	-

Tabla 6 Análisis económico año 2009-2010

INDICADORES	U/M	TRATAMIENTOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento	kg/m <sup>2</sup>	1,18	1,64	1,76	2,08	1,75	1,73	1,42	1,68
Producción	kg	9,49	13,17	14,12	16,70	14,04	13,88	11,38	13,48
Precio de Venta	\$/kg	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Valor de Prod.	\$	32,26	44,77	48,00	56,78	42,73	47,19	38,69	45,83
Costo de Prod.	\$	10,67	11,17	10,71	10,80	11,14	11,21	10,75	11,09
Costo Unitario	\$/kg	1,12	0,82	0,76	0,65	0,79	0,81	0,086	0,82
Costo por Peso	\$	0,33	0,24	0,22	0,19	0,26	0,23	0,27	0,24
Beneficio	\$	21,6	33,6	37,3	46,00	31,6	36	28	35
Rentabilidad	%	94,45	115,29	129,41	132,53	112,21	121,15	107,4	128,12

Como se observa en la tabla 4 año 2008-2009 el tratamiento de mejor comportamiento fue el T4 (Pool de EM+*Trichoderma*) dado principalmente por el valor o ingreso obtenido del incremento del rendimiento, en comparación con los otros tratamientos, observándose un menor costo unitario y costo por peso, así como un mayor beneficio y rentabilidad.

En sentido general todos los tratamientos fueron rentables dado fundamentalmente por el bajo costo de producción ya que no se aplicó ningún producto químico que son los que encarecen los costos. En este sentido Altieri, A., (1997) expresó que la aplicación de productos biológicos no solo tiene ventajas ecológicas sino también ventajas económicas al disminuir los costos de producción.



## 6.0 CONCLUSIONES.

1. La utilización de Microorganismos Eficientes (EM) y sus combinaciones con los demás microorganismos, influyeron positivamente en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la cebolla, en ambas variedades empleadas, resultando como más destacado el tratamiento T4. (Pool de ME+ *Trichoderma*).
2. La aplicación de los Microorganismos Eficientes + *Trichoderma*, T4 influyeron positivamente en el peso del bulbo con 183,2 y 173,8 g para la variedad Texas Early Grain y H-7 respectivamente, superando los demás tratamientos.
3. Se demostró que la aplicación de los Microorganismos Eficientes (EM), *Trichoderma*, Micorrizas y sus combinaciones, ejercieron control sobre *Alternaria porri* Ellis, con valores significativamente menores que el control (a excepción del T6 que no fue significativo), siendo el tratamiento más efectivo EcoMic+ *Trichoderma* (T4).
4. El tratamiento cuatro Pool de Microorganismos + *Trichoderma* presentó el menor % de infección de la Podredumbre del cuello *Botrytis aclada* Fresen con 6.25 %, siendo el más afectado el control con 33,75 %.
5. Al realizar la valoración económica, el T4 (Pool de EM + *Trichoderma*) resulto ser el más rentable con 101.09 % para la campaña 2008-2009 y 132,53 % para la campaña 2009-2010.

## 7.0. RECOMENDACIONES

1. Continuar los estudios en el cultivo de la cebolla y otros, para profundizar en las interacciones que se producen entre los microorganismos y las plantas.
2. Al demostrarse el efecto positivo de la aplicación de Pool de EM + *Trichoderma*, se propone ampliar este tratamiento a otras unidades productoras de cebolla en condiciones de huerto intensivo y organopónico.

## 8.0 BIBLIOGRAFÍA

Aldama, A. 2001. Enciclopedia Agropecuaria, Producción Agrícola II, Segunda Edición. Bogota Colombia. 334 p.

Allen, M.F. 1992. Mycorrhizal functioning an Integrative Plant-Fungal Process. Chapman y Hall, New York. 534 p

Altieri, A. 1997. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo. Grupo Gestor. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. ACAO La Habana, Cuba. 231 p.

Álvarez, J. L. 2005. Comportamiento de la aplicación de productos biofertilizantes en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L.) en condiciones de organopónico. La Habana. 67h. Tesis (en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible).. Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez”.

Andréu, C. M; R. Cupull; M. Abreu. 1991. Biocontrol de enfermedades de los semilleros de tomate. P. 116. En: Resúmenes IV Simposio Internacional de Sanidad Vegetal en Agricultura Tropical. Universidad Central de las Villas. Santa Clara. Cuba. 21-22 febrero de 1991.

Aparicio, V.; Belda, J.E.; Casado, E; García, M.; Gómez, V.; Lastres, J.; Mirasol, E.; Roldán, E.; Sáez, E.; Sánchez, A. & Torres, M., 2000. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 356 p

Arias, M. 2004. Hongos Antagonistas o micopatógenos en: Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Harmonia. p. 59-62.

Augusti, K.T. 1996. Therapeutic values of onion (*Allium cepa* L) and garli (*Allium sativum* L) Indian J. Exp. Biol ( India) 34 (5): 634-640, mayo.

Bago, B; Azcón; Aguilar, C; Shachar-Hill, y P.E. Pfeffer. 2000. El micelio externo de la micorriza arbuscular como puente simbiótico entre la raíz y su entorno. En: Ecología, Fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Colegio de Postgraduados. Montecillos .Mundi Prensa. p. 78-92.

Barea, J.; Azcón, R. y Azcón, A. 2002. Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and. Soil Quality. Antonie van Leuwenhoek (USA) 81(2): 343-351,

febrero.

Barea, J.M., B. Bago., C. Azcón y Piche. 2000. Branched absorbing structures (BAS): a feature of the extraradical mycelium of symbiotic arbuscular Mycorrhizal fungi. *New Phytol (USA)* 139(10): 375-388, octubre.

Barreras, R. 2008. La agricultura urbana, seguridad alimentaria y nutrición. *Trabajadores (CU)*, Octubre 1: 2.

Barroso, R.; Caballero, R.; Cabeza, R. ; Odalis Calero, Curbelo, R. ; Hernandez, R.; Lisbet, Front, Francisco, A.; Gonzales; M de J.; León, R.; Paula M. Quintana, Rodriguez, E.; Maria E. Rodriguez, R.; Rodriguez, L. y Mirna Vento. 2003. *Agricultura Sostenible. Modulo de formacion ambiental. Proyecto: acciones prioritarias para consolidar la proteccion de la biodiversidad en el ecosistema Sabana- Camaguey. CUB/98/32-Capacidad 21. 14 p.*

Bejarano, H. Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos. [en línea] julio 2005. Disponible en <http://humano.ya.com/holbeja/abonos.htm>. [Consulta: marzo, 2, 2009].

Brenes, L. 2003. Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Chile)* 70 (6): 7-18, junio.

Brokckerhaff, M. Lograr la seguridad alimentaria y nutricional urbana en el mundo en desarrollo. [en línea] agosto 2005. Disponible en: [http://www.ifpni.org/spanish/2020/focus/focus03/focus03\\_06sp.htm#top](http://www.ifpni.org/spanish/2020/focus/focus03/focus03_06sp.htm#top). [Consulta: febrero, 12, 2008].

Carravedo, M. 2007. Variedades Autóctonas de cebollas españolas. 19 p.

Castiñeiras, L. 2004. Contribución de los huertos caseros rurales cubanos a la sostenibilidad ambiental. (CU) INIFAT. p 6.

Chen L., Lou-Zen & Cheng Y. Effect of effective microorganisms an growth media on the growth of potted taiwan cherry seedlings (*Prunus campanulata* Maxim) [En línea] 2001. Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org) [Consulta: febrero, 15 2008].

Companioni, N.; Rodríguez, A.; Carrión, Miriam; Alonso, Rosa María; Ojeda, Yanet y Peña, Elizabeth. 1997. La Agricultura Urbana en Cuba. Su participación en la seguridad alimentaria. Conferencias. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV, Villa Clara. Septiembre. P. 13.

Conventry, E.Noble, R, Whipps, J.M. & Mead, A. 2002. Control of *Allium* white rot (*Sclerotium cepivorum*) whit composted onion waste. *Soil Biology and Biochemistry*,(USA) 34 (6):1037-1045, junio.

Copo, Gertrudis. Microorganismos eficientes. [en línea] diciembre 2004. Disponible en: <http://www.expocampoyucatán.com/>. [Consulta: febrero, 25, 2008].

Corbera, J. y Núñez, Miriam. 2000. Evaluación agronómica de la inoculación *Bradyrhizobium japonicum* - hongos Micorrizógenos Arbusculares y la aplicación de análogos de Brasinoesteroides en soya cultivado en época de invierno. Programas y resúmenes XII seminario Científico. (CU) INCA. 150 p.

Correa, M. Microorganismos eficaces (EM) [En línea] Septiembre, 2008. Disponible en:<http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=543>. [Consulta: febrero,15 2008].

Correa, M. Microorganismos Eficaces (EM). [en línea] diciembre 2009. Disponible en: <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=543>. [Consulta: abril, 25, 2009].

Chet, I., N. Benhamou, S. Haran. (1998). Mycoparasitism and litic enzymes. P. 153-172 In: G.E. Harman; C.P Kubicek (eds), *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol 2. Enzymes, biological control and commercial applications. Taylor and Francis Ltd., London, UK.

Dell'Amico, J., Torrecillas, A., Rodríguez, P., Morte, A., Sánchez-Blanco, M.J. 2002. Water and growth parameter responses to tomato plants associated with arbuscular mycorrhizae during drought and recovery. *Journal of Agricultural Sciences (USA)* 138 (2): 387-393.

Diaz, Grisell ; Perez,R. y Garcia,V. 2006. Asociación Cubana de Técnicos agrícolas y Forestales. Villa Clara, En: Recomendaciones de ACTAF Hoja divulgativa no 2. p.

De la Cruz, J.; J.A: Pintor-Toro; A. Benítez; A. Llobel. 1995. Purification and Characterization of endo- $\beta$ -1-3 glucanase from *Trichoderma harzianum* that is related to its mycoparasitism. *Journal Bacteriology* 177(7): 1864-1871. U.S.A.

Duncan, A. 1955. A Multiple range Test. *Biometrics* 11: 1-41.

Eguillor, Pilar. Ministerio de Agricultura de Chile – Oficina de Estudios y Políticas Agrarias: Situación del mercado de la cebolla 2007-2008 [en línea] septiembre 2008. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2112a.pdf> [Consulta: Enero

14 2009].

Elad, Y. 1996. Use of Trichodex (*Trichoderma harzianum* T 39) in IPM of *Botrytis cinerea* and other diseases. *Physiology Plant Pathology* 9: 54-55. U.S.A.

EM, un descubrimiento Revolucionario. [en línea] enero 2003a.- [Anónimo.]. Disponible en: <http://em.iespana.es/detalles/detalles.html>. [Consulta: octubre, 24, 2008].

En el medio ambiente. [en línea] enero 2009b.-[ Anónimo.]. Disponible en: <http://www.agearthperu.org/medioambiente.php>. [Consulta: abril, 11, 2009].

En la agricultura. [en línea] julio 2009a.-[Anónimo.]. Disponible en: <http://www.agearthperu.org/agricultura.php>. [Consulta: abril, 11, 2009].

FAO. Cultivos Urbanos. [en línea] febrero 2007. Disponible en: <http://www.FAO.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0076S.HTM>. [Consulta: 14, noviembre, 2008].

FAOSTAT. Estadísticas Agricultura-Base de datos FAO [En línea] 2007. Disponible en: <http://faostat.fao.org/default.aspx?lang=es> [Consulta: marzo 10 2009].

Fernández- Larrea, Orietta. 2002. Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de la calidad (CU) 2 (3): 78-90, marzo.

Fernández, A. 1995. Alternativas de lucha para la enfermedad pata prieta en tabaco CID. INISAV. Boletín Técnico (CU), 4 (4): 23, abril.

FUNDASES (Fundación de Asesorías para el Sector Rural). EM- Microorganismos Eficientes. [En línea] 2005. Disponible en: <http://www.fundases.com/p/em05.html>. [Consulta: marzo 10 2009]

García, Garrido, Ocampo. 1988. Interacción entre Micorrizas y Organismos Patógenos de las Plantas (CU) 7 (2): 13-16, febrero.

George, E. 2000. Nutrient uptake. En: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Kluwer academic. Publishers, (Netherlands) 65 (4): 102-107, april.

Gomero, L. y Velásquez, H. Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos. [en línea] mayo 2001. Disponible en: <http://www.adas.co.uk>. [Consulta: 15, enero, 2008].

González, M. y Socorro, L. 2002. Demandas de información y comunicación para

el Programa de Agricultura Urbana en el municipio Cienfuegos. 46 h. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos.

Grupo Nacional de Agricultura Urbana. 2001. Lineamientos para los Subprogramas de la Agricultura Urbana para el año 2003 y sistema evaluativo. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 96 p

Guenkov, G. 1969. Fundamentos de la Horticultura Cubana. En: Plantas Hotícolas Bulbosas. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. p. 177-193.

Harley, J.K. y Smith, S.E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, New York.(USA) 6 (5): 483, mayo.

Harman, G. E. 2001. Development and Benefits of Rhizosphere Competent Fungi for Biological Control of Plant Pathogens. Journal of Plant Nutrition,(USA) 15 (6-7): .835-843, junio-julio.

Harman, G. E. 2004. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derive from research on *Trichoderma harzianum* T22. Plant. Dis. (USA) 84 (7):377-393, julio.

Hernández, M. I. 2000. Las Micorrizas arbusculares y las bacterias rizoféricas como complemento de la nutrición mineral del tomate (CU) p. 67

Hernández, M. y Chailloux, Marisa. 2004. Las Micorrizas arbusculares y las bacterias rizoféricas como alternativa a la nutrición mineral del tomate. En: Cultivos Tropicales (CU) 25( 2): 5-10, febrero.

Higa, T. 1991. Effective Microorganisms: A biotechnology for mankind. In Parr, J.; Hornick, S.; y Whitman, C. (Eds.). Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U. S. Department of Agriculture, Washington, DC. p. 8-14.

Huerres, Consuelo; Naivis del sol, Vivian Ramos; Janet Llanos y Milagros González. 2001. Producción de cebolla orgánica. Centro agrícola (CU) 28(4): 71-74, abril.

INFOAGRO, 2004 The onion growing [En línea]. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>. [Consulta: febrero 14 2010].

Janerette, C.A. 1991. An Introduction to mycorrhizae, En: The American Biology USA) 52 (3): 28-35, marzo.

Johnny, C. Carrillo 1985. El cultivo de cebolla, FONAIAP DIVULGA (Colombia)

Estación experimental Lara – Barquisimeto .No 18, Mayo – junio.

La materia orgánica del suelo. [en línea] diciembre 2007. .-[Anónimo.]. Disponible en: [QuimiNet.com](http://QuimiNet.com). [Consulta: febrero, 3, 2008

Liriano, R; Núñez Dania. Efectividad de diferentes niveles de materia orgánica y biofertilizantes (*Azospirillum* y Micorrizas) en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de organopónico. [En línea]. Centro Agrícola (CU) 32 (2): 55-61 abr.-jun. 2005. Disponible en: <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/ciencia/286.pdf> [Consulta: abril 17 2010]

López, C. y Araceli Barceló. 2001. Sobre Micorrizas. Boletín UNAM – DGCS 274 (CU) 19(3): 12 -23, julio – septiembre.

Lorenzatti, S. La Agricultura del futuro: Adelantos del XII Congreso de AAPRESID. [en línea] enero 2005. Disponible en: [Clarín.com](http://Clarín.com). [Consulta: 21, enero, 2008].

Lysh, U. 2002. Lactic acid bacteria associated with the spoilage of fish products. Academic Dissertation, Department of Food and Environmental Hygiene. Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki. ISBN 952-91-4642-6.

Maragkoudakis, P.; Zoumpopoulou, G.; Miaris, C.; Kalantzopoulos, G.; Pot, B. y . Tsakalidou, E. 2006. Probiotic potential of Lactobacillus strains isolated from dairy products. Int. Dairy J.(Japon) 16(3):189-199, Marzo

Martínez, V. 2002. Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y perspectivas. XIII Congreso Científico del INCA. San José de Las Lajas Programa y resúmenes 25 – 27 de Mayo. Cuba La Habana.

Microorganismos Efectivos: ¿una panacea o una realidad?. [en línea] mayo 2008. .-[Anónimo.].Disponible en: <http://ecomaria.com/blog/?p=193>. [Consulta: octubre, 22, 2008.

Montes, M. Investigación de Microorganismos Eficientes en Antarkis. [en línea] abril 2007. Disponible en: <http://antarkis.blogspot.com/2007/09/investigacion-de-micro-organismos.html>. [Consulta: 19, enero, 2009].

Morte, A., Díaz, G., Rodríguez, P., Alarcón, J.J., Sánchez-Blanco, M.J. 2001. Growth and water relations in mycorrhizal and non-mycorrhizal *Pinus halepensis* plants in response to drought. Biological Plantarum (Canada)44 (2): 263-267.

Morte, A., Lovisolo, C. y Schubert, A. 2000. Effect of drought stress on growth and



water relations of the mycorrhizal associations *Helianthemum almeriense*-*Tefezia clavaryi*.(Canada) 10 (3):115-119, March.

Morton, J. B. 1990. "Evolutionary relationship among arbuscular mycorrhizal fungi in the endogonacea". *Mycología (USA)*82 (2): 192-207, February..

Nigoul, M. Definición de materia orgánica del suelo. [en línea] julio 2005. Disponible en: [www.manualdelombricultura.com](http://www.manualdelombricultura.com). [Consulta: 2, febrero, 2008].

Obregón, M. 2000. Estudio Preliminar para evaluar las posibles aplicaciones del Lactosuero en La Agricultura. (Cu) 1 (4): 34-40,Septiembre – Octubre.

Oficina Nacional de Estadística de Cuba (O.N.E.). Anuario Estadístico de Cuba 2007- Agricultura, Ganadería, Selvicultura y Pesca [En línea] 2008. Disponible en: [http://www.one.cu/aec2007/esp/09\\_tabla\\_cuadro.htm](http://www.one.cu/aec2007/esp/09_tabla_cuadro.htm) [consulta: marzo 15 del 2009]

Orozco, M. O. y V. Gianinazzi-Pearson. 1993: Estudio sobre la actividad fisiológica fosfatasa alcalina y succionato deshidrogenasa de las MA en términos de nutrición fosfatada en plantas de soya. Resúmenes de BIOFERTRO´93. Ciudad de La Habana, IESINRA- SGAP. p. 226.

Páez, Omar. Uso Agrícola del *Trichoderma* [En línea] junio, 2006. Disponible en: <http://www.soil-fertility.com/trichoderma/espagnol/index.shtml> [Consulta: mayo 17 2009].

Pérez, Nilda. 2006. Manejo Ecológico de plagas. En: *Trichoderma spp.* Como agente de control biológico. La Habana. Editorial Félix Varela. p. 255 – 284

Pérez, Nilda; B. Martínez; Plácida Moisés. 1989. Efecto antagónico de tres aislamientos de *Trichoderma spp* sobre *Thielaviopsis paradoxa*. P. 30. Resúmenes IV jornada científico técnica de Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba, 22 y 23 de junio de 1989.

Pilates, M. Tecnología de los microorganismos eficientes. [en línea] enero 2008. Disponible en: [www.martinguidofitness.com](http://www.martinguidofitness.com). [Consulta: 4, septiembre, 2008].

Pino, M. 2003. Estudio Post Doctoral "Fitomejoramiento participativo en la Agricultura Urbana de La Habana, Cuba. Programa AGROPOLTS, IDRC – Canadá. 21 p.

Porcuna Coto, José Luís. 1993, Área de Protección de los Cultivos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana,

p 1 – 15.

Pulido, L. E, N. Medina y A. Cabrera. 2003. Cultivos Tropicales (CU) 24 (1): 15-24, Enero.

Quiroz, A.; Albertin, A. y Blázquez, M. 2004. Elabore sus propios abonos insecticidas y repelentes orgánicos. Organización de Estudios Tropicales, Instituto Nacional de Aprendizaje. AVINA. 36 p.

Recompensa, R.; Lydia Angarica. 2001. Introducción a la Economía Agrícola. Universidad Agraria de la Habana. La Habana. 242 p.

Rivera, R.; Hernández, F.; Hernández, A.; Martín, R. y Fernández, Kallianne. 2003. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, es una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: Caribe Rev. Ediciones INCA. La Habana. 166 p

Rodríguez, Yaquelín; Aida Varona; Ivonne Mena; Aracelis Medina y Fernández F. 2002. Caracterización Bioquímica de la interacción del tomate variedad Amalia con 6 especies de hongos micorrízicos arbusculares. XIII Congreso Científico. Programa y Resúmenes. INCA. Habana, Cuba. p. 62.

Romani, C. 2005. Purín de cebolla. En: Fertilidad de la tierra: Revista de agricultura ecológica (México) 20 (7):60-61, Junio.

Rose. P, Whiteman, M. Moore, P. K; Zhu, Y. Z. 2005. Bioactive S – alk (en) y Cysteine Sulfaxide metabolites in the genus *Allium*: the chemistry of potential therapeutic agents nat .Prod .Rep (USA) 22 (4): 351-368, April.

Ruda, B. Microorganismos Efectivos (EM). [en línea] enero 2006. Disponible en [http://www.engormix.com/s\\_forums\\_view.asp?valor=6960](http://www.engormix.com/s_forums_view.asp?valor=6960). [Consulta: 21, enero, 2009].

Ruíz, C; Russián Tania; Tua, D. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. Estación Experimental Falcón. Venezuela. P. 325.

Sáenz, Mercedes, Ileana Sandoval y María L. Martínez. 1994. Uso de materia orgánica en semilleros de tabaco como vehículo de *Trichoderma spp.* para el biocontrol de *Phytophthora nicotianae*. Resúmenes VII Jornada Científica INIFAT.p.12.

Sangakkara U.R., Nissanka S.P., Weerasekera P. & Higa T. Crop yields and soil organic matter as affected by yusei nature farming and em technology [en línea] 1996. Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org) [consulta: abril 12 2008].

Savón, J; A. Marrero. 1997. Aliáceas: ajo, cebolla y cebollino. En A. Casanova (ed), Memorias 25 aniversario del Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova". La Habana. Cuba. P 25-26.

Schübler, A.; Schwarzott, D. y Walker, C. 2001. A new fungal phylum, the *Glomeromycota* : phylogeny and evolution. *Mycol. Res (USA)* 105 (10):413 - 421, Octubre.

Smith, S.E. y Read, D. J. 1997. *Mycological Symbiosis*. 2nd edn. Academic Press London, Washington DC. USA. 235 p.

Stefanova, Marusia. 1997. Biopreparados de *Trichoderma*: una forma de lucha efectiva contra patógenos fúngicos del suelo. *Agric. Org (CU)* 3(2 y 3): 22 – 24, Febrero – Marzo.

Stefanova, Marusia. 2006. Desarrollo, alcances y retos del biocontrol de fitopatógenos en Cuba. En: *Biocontrol de Fitopatógenos con Trichoderma y otros antagonistas*. Taller Latinoamericano. Memorias, Ed. CIDISAV, Ciudad de La Habana, Cuba. 100 p.

Terry, E.; Terán, Z.; Martínez, R. y Pino, Maria de los Ángeles. 2002. Biofertilizantes, una alternativa promisorio para la producción hortícola en organopónicos. En *cultivos tropicales (CU)* 23 (3): 43-46, Marzo.

Townsend, G.R.; J.W. Heuberger. 1944. Methods for estimating losses caused by diseases with fungicides experiments. *Plant Dis. Rep.* 27: 340-345. U.S.A.

Uwe, Rolli. *Ecologic: Microorganismos Efectivos EM en la agricultura* [En línea] 2006. Disponible en <http://www.emmexico.com/emagricultura.pdf> [Consulta: marzo 16 2009]

Vidal, A. 2005. *Enciclopedia básica visual*. Editorial: Océano. Tomo VIII. Madrid. España. p. 37-44.

Vilar, A. Loyola, J.L. Pinto, F. e Isabel Silva. 2001. Estimativa do coeficiente de determinação genotípica em mamoeiros (*Carica Papaya L*) inoculados com fungo micorrízico arbuscular. *Brasileira de Fruticultura (Brazil)* 23(3): 7-10, Marzo.

Villegas, Marco Aurelio. 2005. *Trichoderma pers. Características Generales y su potencial biológico en la Agricultura Sostenible*. México p 45.

ANEXO 1. Diseño experimental.

DISEÑO EXPERIMENTAL "BLOQUES AL AZAR"  
DE CINCO REPLICAS

T2	T5	T4	T3	T6
T8	T1	T5	T7	T2
T5	T7	T3	T6	T4
T3	T2	T7	T5	T8
T4	T6	T2	T8	T1
T7	T3	T6	T1	T5
T6	T8	T1	T4	T3
T1	T4	T8	T2	T7

3m

| 1m |