

**RESPUESTA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DEL BONIATO (*Ipomoea batata* L.) AL EMPLEO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y MICORRIZAS BAJO LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA EMPRESA AGROPECUARIA IMÍAS.**

1

**AUTOR:** Ing. Joelvis Osorio Osorio.  
Profesor de la Universidad de Guantánamo, Cuba  
E-mail: joelvis1979@gmail.com

**RESUMEN.**

El presente trabajo se realizó a partir de Octubre de 2014 hasta enero de 2015 en áreas productivas de la empresa agropecuaria Imías, con el objetivo de determinar la mejor combinación entre microorganismos eficientes y las cepas de micorrizas *Claroiglomus claroideum* y *Glomus cubense*, para el desarrollo del cultivo del boniato clon CEMSA 78-326. Las variables evaluadas fueron: longitud de la guía principal, diámetro del tallo, fecha de inicio de la tuberización, número de raíces comerciales por plantas, peso promedio de los tubérculos y rendimiento. El experimento se distribuyó en un diseño de bloque al azar donde se empleó una muestra de 6 tratamientos con 4 réplicas, para el estudio, los esquejes fueron sumergidas en 250 ml de Microorganismos eficientes durante 30 minutos, en el caso en que se combinó con las micorrizas se recubrió después de la sumersión, se realizó un análisis de varianza de clasificación doble, la comparación de medias se llevó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0.05$ ) y en el análisis se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS 6.1 en ambiente Windows. Los resultados arrojaron valores satisfactorios para todas las variantes tratadas siendo la de mejor resultado T6 (Microorganismos eficientes + *C. claroideum*) con rendimientos de 49.7 t/ha.

Palabras claves: combinación, microorganismos, eficientes y micorrizas.

## I. INTRODUCCIÓN

En Cuba el boniato es un cultivo de alta demanda popular pues forma parte de la dieta diaria y tiene múltiples usos, es por ello que en la actualidad se siembran alrededor de 65 000 ha, con una producción promedio de 325 000 toneladas anualmente (INIVIT, 2007).

Sin embargo hoy día, sólo se protegen con fertilizantes minerales alrededor del 30 % de las áreas que se siembran, debido al aumento de los precios de los fertilizantes en el mercado mundial, lo que ha contribuido a una disminución drástica de los rendimientos hasta valores entre 5 y 6 t.ha<sup>-1</sup>(MINAG, 2007).

Por esta razón, se hace necesario la búsqueda de alternativas que mejoren la eficiencia de utilización de los fertilizantes y que a su vez constituyan tecnologías respetuosas del medio ambiente, como es el caso de los abonos orgánicos y los hongos micorrízicos arbusculares (Ruiz, 2001).

Uno de los factores que influye en los bajos rendimientos productivos de los cultivos en la granja Veguita del Sur es la salinidad de los suelos asociado al empleo de los fertilizantes inorgánicos para la nutrición de los diversos cultivos y el logro de rendimientos sostenibles.

En la actualidad existe la tendencia mundial de ir hacia una agricultura sostenible minimizando al máximo el uso de productos químicos (fertilizantes y pesticidas) que cada día son más antieconómicos, desequilibran el medio ambiente, además de causar directamente daños a la salud humana y animal (Alcolea y Zorrilla, 1997)

Por otra parte, el desarrollo de la agricultura en condiciones de bajos insumos, presupone el estudio de diferentes alternativas de producción, en el que biofertilizantes, como las micorrizas contribuyen a mejorar el estado nutritivo de las

plantas al propiciarles un mayor desarrollo radical permitiéndoles explorar mayor volumen de suelo (Barroso, 2004).

Las micorrizas forman asociación entre las raíces de la mayoría de las plantas terrestres, tanto cultivadas como silvestres, y ciertos tipos de hongos (Benzing, 2001). Esta asociación es saludable para el hongo y la planta. El hongo coloniza el interior de la raíz y por medio de la red externa de hifas, sirve de puente para obtener nutrientes minerales y agua que no están al alcance del sistema radicular de la planta, mejorando así aspectos de crecimiento y desarrollo (Rivera *et al.*, 2003).

Actualmente a nivel internacional se comercializan diferentes productos biológicos. Unos de los microorganismos comúnmente utilizados como biofertilizantes son los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), sin embargo, su empleo como práctica tecnológica en condiciones de campo es aún limitada (Fernández, 2003).

Pero resultados de estudios realizados en plantas inoculadas con estos hongos han mostrado que los cultivos se tornan más tolerantes a situaciones adversas en su entorno tales como desbalance de nutrientes, estrés hídrico, metales pesados, altas o bajas temperaturas del suelo, pH, patógenos y presencia de sustancias o elementos tóxicos en el suelo (Guerrero, 1996; Ruíz, 2001).

Otro producto que a nivel mundial ha ido alcanzando auge en la agricultura de bajos insumos lo constituyen los microorganismos eficiente (ME), los cuales son la combinación de un grupo de microorganismos beneficiosos que al aplicarse como inoculantes ejercen una acción benéfica sobre el suelo, el cultivo y el medio en general, propiciando el crecimiento, rendimiento, y calidad de las cosechas (Higa y Parr 1994).

Estos microorganismos mantienen el ambiente de crecimiento de plantas, y tienen efectos primarios en la tierra, calidad del cultivo así como en calidad de las cosechas. Una amplia gama de cultivos puede ser beneficiada con esta tecnología trayendo resultados beneficiosos (Hornick, 1992, Parr *et al.*, 1992).

4

Los microorganismos eficientes (ME) están compuestos por bacterias fotosintéticas o fototróficas del género *Rhodopseudomonas* spp, bacterias ácido lácticas del género *Lactobacillus* spp y levaduras del género *Saccharomyces* spp. Estos como inoculantes microbianos, restablecen 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 (Higa, 1991).

En la provincia Guantánamo se conoce poco este producto y constituye un reto para la agricultura la implementación de esta tecnología, pues hasta el momento solo se elabora en el Centro de Desarrollo de la Montaña (CDM) aunque existen proyecciones por parte de productores en organopónicos de comenzar la producción de este producto a nivel de base por los beneficios que aportan a los diferentes cultivos.

**Objetivo general:** Determinar la influencia de dos cepas de micorrizas combinada con Microorganismos Eficientes en el cultivo del boniato bajo las condiciones edafoclimáticas de la empresa agropecuaria Imías.

## II. Desarrollo

### 2.1. Ubicación del área de trabajo

La investigación se realizó en áreas productivas pertenecientes a la Empresa Agropecuaria Imías, municipio del mismo nombre pertenecientes al Ministerio de la Agricultura, situado en la zona sur de la provincia "Guantánamo".

## **2.2. Productos, características fundamentales y procedencia**

**2.2.1. MICRO-BEN®** o Microorganismos Eficientes (ME). Es un producto a base de microorganismos que actúan como digestores efectivos de celulosa, descomponedores generales, solubilizadores de minerales, efectivos en la fijación de nitrógeno en forma libre (*Azotobacter*), solubilizadores de fósforo (*Bacillus megaterium*) y hongos benéficos. Estas especies son muy resistentes y se reproducen con facilidad en un gran rango de tipos de suelo para potenciar la toma de nutrientes. El mismo fue obtenido del Centro De Desarrollo De La Montaña (CDM).

**2.2.2. EcoMic®.** Para la realización del experimento se utilizaron las cepas *Glomus cubense* y *Glomus claroideum* las cuales son procedentes del banco de cepas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

**2.2.3.** El humus empleado fue obtenido en el área de lombricultura Ernesto Guevara perteneciente a la propia empresa, la misma esta enclavada en el mismo municipio.

### **2.2.4. Variedad empleada (CENSA)**

La variedad CEMSA 78-326 tiene un ciclo de 120 días. Follaje totalmente verde y de desarrollo medio. Clon exigente a una alta agrotécnica. Raíces tuberosas de color rojo intenso, carne blanca y forma redondeada posee un promedio de 3,6 tubérculos por plantas. Puede plantarse todo el año, su potencial de rendimiento es de 45 t/ha<sup>-1</sup>.

## **2.3. Características químicas del suelo**

Previo al inicio de la investigación se realizó un análisis de suelo en la estación provincial de suelos salinos de Guantánamo, el mismo se realizó por el método Machiguin, el cual arrojó que era un suelo de tipo fluvisol típico lavado según la

nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999), posee un pH ligeramente alcalino (7,65) el nivel de materia orgánica y fósforo bajo (2,9 y 3,1 respectivamente) y nivel medio de potasio (3,7).

#### 2.4. Tecnología y métodos de trabajo

El trabajo realizado tuvo lugar bajo las especificaciones y normas establecidas para el cultivo según lo regula el Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2011). La siembra se realizó en canteros de 1,20 m de ancho a una distancia de siembra de 25 x 90 cm con una densidad de plantas de 8 plantas por metro cuadrado.

Para la composición de los tratamientos se tomó en cuenta un tratamiento testigo a base de humus de lombriz (**M.O.**) a razón de 1 kg/m<sup>2</sup>. El resto de los tratamientos se le aplicó la misma dosis de humus y las cepas de micorrizas *Glomus cubense* y *Glomus Claroideum* con una población efectiva de más de 20 esporas por gramo de suelo, ambas cepas se aplicaron peletizadas a los esquejes , para el caso del MicroBen se sumergieron los esquejes en 250 ml del producto y se dejó reposar durante 30 minutos para el caso de las combinaciones con micorrizas, se peletizaron después de los 30 minutos.

Los tratamientos resultantes se muestran a continuación:

#### Tratamientos

T1- Testigo de producción. (1 kg/m<sup>2</sup> Materia orgánica).

T2- MicroBen

T3- *Glomus cubense*

T4- *Glomus claroideum*

T5- *Glomus cubense* + MicroBen

T6- *Glomus claroideum* + MicroBen

## 2.5. Variables de respuesta vegetal

- Longitud de la guía (cm) cada 15 días, desde la base del tallo hasta la yema terminal, con una cinta métrica. Hasta completar 4 mediciones.
- Número de raíces comerciales por plantas (U) se realizó al finalizar el ciclo productivo del cultivo.
- Peso promedio de los tubérculos (g) se realizó al finalizar la cosecha.
- Fecha de inicio de la tuberización.
- Rendimiento comercial de la planta (t/ha) los rendimientos por m<sup>2</sup> después de compilarse se llevaron a toneladas por hectareas.

## 2.6 Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se montó sobre un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, el tamaño de muestra fue 8 plantas por repetición. Para determinar diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0.05$ ). En el análisis se utilizó el paquete estadístico **STATISTICA 6.1** en ambiente Windows.

## 2.7. Análisis económico

- ✓ **Costo de producción (Cp):** se determinó la sumatoria de los gastos incurridos para la producción de una hectárea y se estimaron los rubros gastables como gastos de materiales, financieros y otros que se consumen en el proceso de producción.
- ✓ **Valor de la producción (Vp):** es la expresión monetaria de los ingresos que se alcanzaron a través de la obtención de productos valorados a precios establecidos y tienen su origen por las ventas de las producciones, mediante la siguiente fórmula: (Producción x Precio).

- ✓ **Utilidades (U):** es la expresión de los beneficios monetarios alcanzados en el proceso de producción y se determina mediante la resta entre el valor de la producción y el costo total de la producción, para determinar eficiencia el resultado debe ser positivo:  $(Vp-Cp)$ .
- ✓ **Costo por peso (Cxp):** es la relación divisoria entre los costos que se incurren en la producción y los ingresos provenientes de la misma y expresa los gastos en que se incurren para obtener un peso de producción:  $(Cp/Vp)$ .

### 2.8 Análisis de los resultados.

En el crecimiento y desarrollo de las plantas de tallo rastrero la guía principal es determinante en este parámetro en este sentido la tabla 1 muestra el análisis de esta variable en cuatro momentos del ciclo vegetativo en la misma se puede apreciar desde los primeros 15 días un valor favorable para todos los tratamientos inoculados con diferencias estadísticas significativas por encima del testigo.

A partir de la segunda medición esta tendencia no se mantiene a pesar de que existe diferencia entre todos los tratamientos inoculados con diferencia al testigo aunque la combinación de *C. claroideum*+ ME y *Glomus cubense* + ME muestran los mejores resultados lo que parece indicar que hubo una buena asociación entre plantas y microorganismos.



**Tabla 1 Análisis de la variable longitud de la guía principal evaluada en 4 momentos del ciclo vegetativo (cm).**

<b>Tratamientos</b>	<b>15 días</b>	<b>30 días</b>	<b>45 días</b>	<b>60 días</b>
T1 Testigo de producción	24,56 <b>b</b>	54,28 <b>e</b>	96,06 <b>f</b>	168,87 <b>f</b>
T2 ME	29,37 <b>a</b>	59,34 <b>d</b>	109,28 <b>e</b>	198,18 <b>e</b>
T3 <i>Glomus cubense</i>	29,65 <b>a</b>	62,75 <b>c</b>	121,43 <b>d</b>	212,65 <b>d</b>
T4 <i>Clarodeiglomus claroideum</i>	29,78 <b>a</b>	65,46 <b>bc</b>	130,81 <b>c</b>	222,59 <b>c</b>
T5 <i>Glomus cubense</i> + ME	30,21 <b>a</b>	68,31 <b>ab</b>	136,56 <b>b</b>	238,68 <b>b</b>
T6 <i>C. claroideum</i> + ME	31,03 <b>a</b>	70,75 <b>a</b>	149,90 <b>a</b>	260,34 <b>a</b>
<b>E.Ex</b>	<b>0,23</b>	<b>0,57</b>	<b>1,52</b>	<b>2,33</b>

**Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias según d**  
**ócima de Tukey 5%**

Ya a partir de los 45 días si se deja ver claramente valores por encima del resto de los tratamientos a la combinación de *C. claroideum*+ ME los que poseen diferencias estadísticas significativas por encima del resto de los tratamientos, esto pudo deberse a una mejor simbiosis entre las plantas y los microorganismos, esta tendencia se mantiene hasta la última medición.

Debe destacarse que los microorganismos al realizar sus funciones metabólicas producen en la zona rizosférica sustancias promotoras del crecimiento vegetal tales como hormonas, AIA, aminoácidos, vitaminas todas esta facilitan la implantación, aceleran crecimiento y promueven mayor productividad a las plantas según plantea Moreno (2012).

Martínez-Viera y Dibut (2012) por su parte aseguran que los biofertilizantes pueden encontrarse en todo el ambiente que rodea las plantas entiéndase rizosfera, filosfera y el ambiente interno de las plantas, cada una de estas sufre las influencias de los factores del medio, los que pueden variar en dependencia de las estaciones, la duración del día y de la noche, de todas las zonas del ambiente la

más estudiada ha sido la rizosfera por la capacidad de los microorganismos para suministrar nutrientes y estimular el crecimiento y productividad de las plantas

Resultados similares obtuvo Bango, Pérez y Torres (2013) al evaluar posturas de caoba antillana en etapa de vivero con la utilización de FitoMas-E y EcoMic® en donde obtuvieron que cuando combinaron los productos los resultados fueron superiores estadísticamente a las variantes simples y al testigo.

Finalmente, los resultados obtenidos aquí muestran claramente que la aplicación de un inóculo de HMA combinado con microorganismos eficiente es perfectamente factible, para una óptima micorrización de los cultivos.

La figura 1 muestra los días a los cuales se inició la tuberización, la misma muestra una posición favorable para la variante en que se combinaron los ME y la cepa de EcoMic® *Glomus claroideum*, seguido de la combinación de ME y *G. cubense*, sin embargo donde se aplicó micorriza sola iniciaron la tuberización al mismo tiempo, algo que no ocurrió en el testigo y la variante del ME simple.

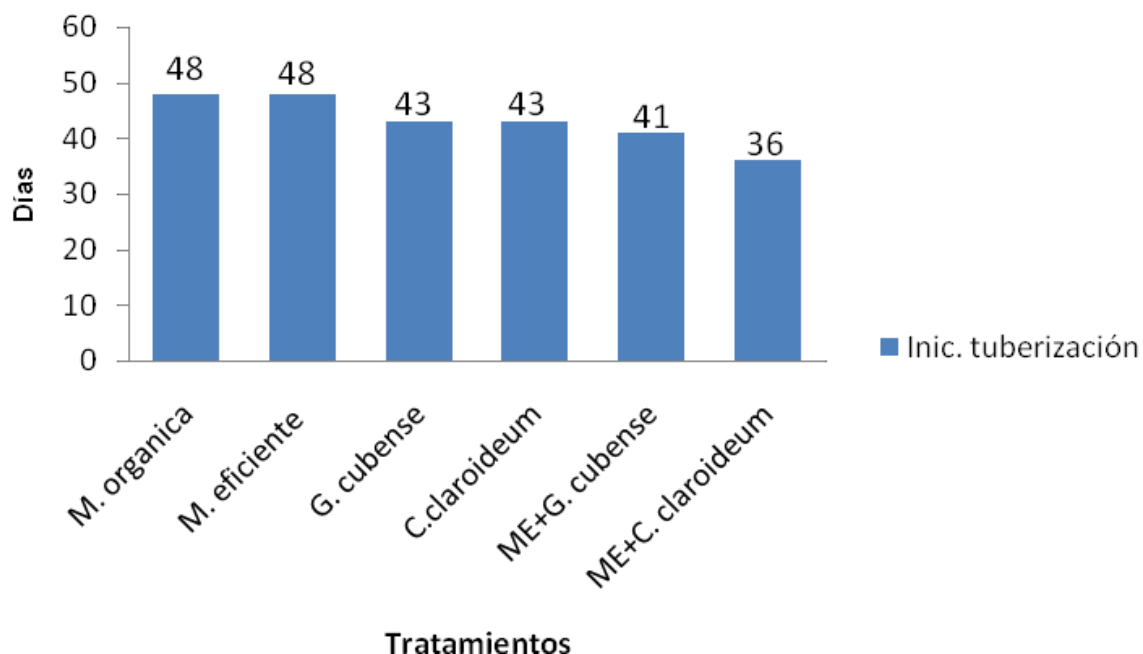


Figura 1. Resultados de la variable fecha de inicio de la tuberización.

Vale mencionar que en las combinaciones tuvieron mejor resultado para esta variable que el resto de las variantes fenómeno que pudo estar asociado a la influencia que tienen estos biofertilizantes sobre absorción de los diferentes nutrientes en el suelo específicamente el nitrógeno, fósforo y potasio de suma importancia en la nutrición de los cultivos.

Estos resultados pudieron estar también asociados a la interacción entre ambos microorganismos (ME y EcoMic®), cabe mencionar que la tuberización es la acumulación de almidón como sustancia de reserva la que al aumentar la acción de los microorganismos pudo aumentar la producción de metabolitos de acción promotora del crecimiento vegetal.

Esto es un aspecto importante y factible partiendo de que podría acortarse el ciclo del cultivo y reducir las afectaciones por las diferentes plagas entre las que se destacan las mas nocivas (Tetuán y crisomélido) por los daños que causan en el tubérculo, así lo reconoce Martínez *et al* (2006).

Por otro lado cabe mencionar que el uso de los microorganismos benéficos juega un rol fundamental en los agroecosistemas naturalmente sustentables. Algunos de ellos al ser utilizados como inoculantes benefician a las plantas, desarrollando actividades que involucran una promoción de su crecimiento, desarrollo y su protección (Spagnoletti *et al.*, 2013).

Esta es una tendencia favorable partiendo que puede incrementar los valores de rendimiento, tal y como lo muestra la tabla 2 donde se analiza el numero de raíces comerciales por planta, variable que se encuentra favorecida el tratamiento 6 con diferencia significativa sobre el resto de los tratamientos cabe mencionar que T6 ostenta valores por encima de la media nacional (3,6) para este clon.

**Tabla 2 Análisis del numero de raíces comerciales /plantas**

<b>Tratamientos</b>	<b>Raíces comerciales/plantas (U)</b>
T1 Testigo de producción	2,28 c
T2 ME	2,93 b
T3 <i>Glomus cubense</i>	3,40 b
T4 <i>Clarodeiglomus claroideum</i>	3,43 b
T5 <i>Glomus cubense</i> + ME	3,46 b
T6 <i>C. claroideum</i> + ME	4,46 a
<b>EEx</b>	<b>0,07</b>

**Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias según d**  
**ócima de Tukey 5%**

Sin embargo en todos los tratamientos inoculados los valores obtenidos están por encima del valor del testigo que solo se obtiene el 63 % de la media nacional vale destacar que Imías es una zona típica de desierto en donde existe una baja pluviometría y temperaturas altas, parámetros que pueden limitar este proceso.

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

Por otra parte hay que destacar el papel de las micorrizas estas en el medio en que se desarrollan pueden favorecer a la planta en muchos aspectos específicamente en la exploración de nuevos volúmenes de suelo y absorción de agua de las capas donde la raíz por sí sola no podría.

Los ME por su parte también tuvieron su influencia ya que siempre que se combinaron fueron superiores los resultados a la aplicación simple y es meritorio destacar que estos cuando son aplicados al suelo actúan como digestores efectivos, solubilizadores de nutrientes, sintetizando además aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas útiles para las plantas según lo reconoce, Hurtado (2001).

Para el caso de la tabla 3 donde se analiza el peso de los frutos se observa como en resultados anteriores tendencia similar favorecida a la variante T6 con diferencia estadística significativa con respecto al resto de los tratamientos, las variantes T5 y T4 no poseen entre sí diferencias pero superan a T3 y T2 variantes que también fueron inoculadas.

Cabe mencionar que para el caso de los tubérculos, el almidón es uno de los polisacáridos de reservas que determina el peso de los frutos, en el caso Las raíces del boniato contienen alta cantidad de almidón, abundantes vitaminas, fibras (celulosa y pectinas) y minerales con valores próximos a los de otras hortalizas más comúnmente consumidas elementos que influyen en la variable en estudio.

**Tabla 3 Análisis de la variable Peso de los frutos al momento de la cosecha.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de los frutos /g</b>	<b>Datos transformados (logn)</b>
T1 Testigo de producción	359,962	2,55094 e
T2 ME	440,628	2,64188 d
T3 <i>Glomus cubense</i>	519,375	2,71344 c
T4 <i>Clarodeiglomus claroideum</i>	742,666	2,86156 b
T5 <i>Glomus cubense</i> + ME	750,409	2,87156 b
T6 <i>C. claroideum</i> + ME	1004,14	2,87156 a
<b>EEx</b>	<b>-----</b>	<b>0,01</b>

**Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias según d  
ócima de Tukey 5%**

.En este caso en el peso también influyen no solo las sustancias de reservas sino también factores como el clon usado, la agrotécnia aplicada, sobre todo antes de los 60 días y las condiciones ambientales así lo reconocen, Vázquez (2007).

Por otro lado vale la pena destacar la acción potenciadora que tienen las micorrizas crecimiento y desarrollo sino también a los indicadores productivos, esto se corresponde con los resultados obtenidos por Rojas y Ortuño (2007) al utilizar *Glomus fasciculatum* y diferentes portadores de materia orgánica (gallinaza y humus) en las especies, *Solanum tuberosum* (papa) y *Alium cepa* (cebolla) respectivamente siendo los mejores resultados para las variantes en que se aplicó las micorrizas

Otro resultado que vale la pena destacar es el obtenido por Fundora *et al.* (2009), quienes obtuvieron resultados favorables con la utilización de EcoMic® y el fitoestimulante FitoMas-E en comparación con el testigo alcanzando resultados superiores incrementando el desarrollo y los rendimientos de este cultivo en condiciones de producción.

Por otro lado cabe destacar que este cultivo es un alto productor de materia seca parámetro determinante en el peso, la misma se produce en las hojas, pasan por los tallos y se acumulan en los tubérculos provocando un aumento en el peso de los mismos, vale destacar que este proceso aumenta a partir de los 100 días de establecido el cultivo, así lo aseguran, Vázquez (2007).

También hay que mencionar los resultados obtenidos por López (2014) al emplear estas combinaciones en el cultivo de la habichuela bajo estas mismas condiciones logrando un resultado favorable para la combinación de *C. claroideum*+ ME por encima del testigo.

Por otro lado para el caso de la variable rendimiento (tabla 4) se aprecia un resultado satisfactorio para el tratamiento T6 con resultados que siguen la misma

tendencia del las variables anteriores nótese que ostenta valores por encima de la media nacional (45 t/ha) y la media provincial (10 t/ha) vale destacar que a pesar que el resto de los tratamientos inoculados no llega al valor potencial si sobrepasan los de la media nacional.

Por otro lado estos resultados constituyen un logro para este municipio partiendo que el mismo está enclavado en la zona costera sur, caracterizado por su clima hostil, donde predominan altas temperaturas, suelos degradados por alguna incidencia de sales y además una de las zonas de más baja pluviometría a nivel nacional.

Por lo que cabe mencionar que el uso de biofertilizantes en la producción de alimentos pudiera mejorar la situación alimentaria y económica de este municipio partiendo que uno de sus principales ingresos lo constituyen la agricultura y por otro lado la forestal.

### III. Análisis de los resultados económicos.

**Tabla 4 Análisis de la variable rendimiento.**

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTOS (t/ha)
T1 Testigo de producción	9,0
T2 ME	14,5
T3 <i>Glomus cubense</i>	19,7
T4 <i>Clarodeiglomus claroideum</i>	27,9
T5 <i>Glomus cubense</i> + ME	28,2
T6 <i>C. claroideum</i> + ME	49,7

Estos resultados pudieron estar asociados a la influencia de los microorganismos en los diferentes tratamientos provocando un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas y en correspondencia una mayor productividad, parámetro reflejado es esta tabla.

Por otro lado cabe mencionar que las micorrizas tienen la capacidad de aumentar la capacidad de absorción de fósforo elemento de gran importancia en la formación del ATP compuesto transportador de energía y NADP compuesto importante en los procesos de oxidación reducción y en procesos como la fotosíntesis, glucolisis, respiración y síntesis de ácidos grasos, influyendo también en los rendimientos así lo reconoce Devlin (1975).

Resultados similares obtuvieron Martín, Arias y Rivera (2010) empleando cepas de las especies *Glomus mosseae*, *Glomus claroideum* y *Glomus hoi-like* (cubense) en *Canavalia ensiformis* logrando una marcada diferencia en la absorción de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) en las plantas inoculadas con estas cepas respecto al testigo sin tratar concluyendo que la respuesta positiva a la inoculación con HMA depende de dos factores: la especie inoculada y la riqueza en nutrientes del sustrato

Otro resultado que se debe mencionar es el obtenido por Lopez (2014) bajo estas mismas condiciones en el cultivo de la habichuela con el uso de estos productos alcanzando resultados favorables para las combinaciones por encima del testigo y las inoculaciones simples.

Por otro lado Planas (2013) al utilizar FitoMás-E y micorrizas, simples y combinados obtuvo resultados positivos para la variable en cuestión pero en condiciones edafoclimaticas diferentes



Tabla 5 Análisis de los resultados económicos.

TRATAMIENTOS	Rend. (t/ha)	Costos (\$)	VP (\$)	U(\$)	C/P (\$)
T1- Testigo de producción. (1 kg/m <sup>2</sup> Materia orgánica).	9,0	210,33	23 400	23189.67	0,008
T2- Microorganismos eficientes (ME)	14,5	210,58	37 700	27489.42	0,005
T3- <i>Glomus cubense</i>	19,7	210,74	51 220	51009.26	0,004
T4- <i>Claroideiglomus claroideum</i>	27,9	210,74	72 540	72329.26	0,002
T5- <i>Glomus cubense</i> + ME	28,2	210,99	73 320	73109.01	0,002
T6 <i>C. claroideum</i> + ME	49,7	210,99	129 220	129009.01	0,001

La tabla 5 por su parte refleja los resultados correspondientes al análisis económico de los resultados, donde se aprecia un resultado superior para todos los tratamientos inoculados comparado con el testigo, valores que resultan alentadores desde el punto de vista de la sustitución de insumos y reconociendo las características que posee este municipio.

Vale destacar que el resultado más favorable desde el punto de vista volumétrico resultó ser el T6 con valores de 49,7 t/ha valor que sobrepasa la media nacional para este clon, este fenómeno se asocia a la influencia que pudieron tener los diferentes microorganismos en esta variable, se debe destacar que el resto de los resultados son aceptables desde el punto de vista de los resultados que tiene la provincia resultados bajos en comparación con los rendimientos potenciales.

Estos resultados son comparables con los obtenidos por López (2014) quien obtuvo resultados satisfactorios cuando aplicó los microorganismos en forma simple y combinada logrando los mejores resultados cuando combinó los biofertilizantes en el cultivo de la habichuela.

Por otro lado Peralta *et al.* (2014) al emplear rizobacterias en este cultivo obtuvo que en las aplicaciones resultados favorables reconociendo la capacidad de las mismas para disolver los compuestos inorgánicos de fósforo poniéndolos disponibles para las

Además, el uso de microorganismos presenta ventajas frente al uso de fertilizantes químicos pues colaboran con la preservación del medio ambiente, ya que no implican sustancias tóxicas que afecten el sistema, generando de esta manera una agricultura sostenible.

Fundora *et al.* (2009) Al analizar el efecto económico de la aplicación FitoMas-E, la EcoMic® y fertilización mineral se obtuvieron una ganancia de 24 pesos/ha y se incrementó el rendimiento en un 50 % en relación con el tratamiento donde se aplicó el 100 % de la fertilización mineral, resultado muy alentador desde el punto de vista de la agricultura de bajos insumos.

#### IV. CONCLUSIONES

- Con las combinaciones de cepas de micorrizas se obtienen resultados satisfactorios en este cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas del área de estudio.
- La cepa de micorriza combinada con microorganismos eficientes más eficaz desde el punto de vista de los resultados, resultó ser la combinación de *Claroideiglomus. claroideum*+ Microorganismos eficientes.
- Desde el punto de vista económico el T3 (*Claroideiglomus. claroideum*+ Microorganismos eficientes) resultó ser el de mejores resultados con una utilidad de \$129 009, 01.

## V. RECOMENDACIONES

- Implementar el uso de otros biofertilizantes en estas áreas y en otros cultivos teniendo en cuenta el tipo de suelo y el clima hostil de la zona.
- Realizar otras investigaciones en otros cultivos y con otros biofertilizantes, bajo estas mismas condiciones edafoclimaticas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Alcolea, A. & Zorrilla, A. 1997. Proyecto y producción del abono fermentado. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Centro Universitario Montaña, Guantánamo, Cuba.
2. Barroso, L. Crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la Albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) en función del abastecimiento hídrico. [Tesis de Grado]. INCA, 2004, 112 p
3. Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica: fundamentos para la región andina. Editorial Neckar- Verlag, Alemania.
4. Devlin R. M. 1975. Fisiología vegetal. University of Massachusetts. Ediciones Omega S:A Casanova 220. Segunda edición. ISBN 84-282-0212-5. p 411.
5. Fernández, M. (2003). Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas del Humus de Lombriz, Facultad de Agronomía y Forestal, Universidad Católica de Chile, 52p.
6. Guerrero, E. 1996..Micorrizas: Recursos Biológicos del Suelo. Guerrero. E. ed. Bogotá: Fondo F en Colombia, 208 p.
7. Higa T. y Parr J. F. 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center Atami, Japan. p. 25.
8. Higa, T. 1991. Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. p. 8-14. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
9. Hornick, S. B. 1992. Factors affect-ing the nutritional quality of crops. Amer. J. Alternative Agric. 7:63-68.
10. Hurtado. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? (en línea). Consultado: 18 de septiembre de 2013. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mubr>
11. INIVIT 2007. Instructivo técnico sobre el cultivo del boniato
12. Martín M. G. Arias L. y Rivera R. 2010. Selección de las cepas de hongos

micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo ferralítico rojo **Rev** Cultivos Tropicales, vol. 31, no. 1, p. 27-31.

13. Martínez-Viera R. y Dibut, A. B 2012 Biofertilizantes bacterianos. Editorial científica técnica. ISBN 978-959-05-0659-8. La Habana, Cuba. pp 279.

14. Martínez *et al* 2006 Manejo Integrado de Plagas, manual práctico.

15. Moreno S. N. 2012. Panorama de los bioinsumos agrícolas en Colombia. SEMINARIO INTERNACIONAL DE FERTILIZACIÓN INTEGRAL Querétaro, México.~

16. MINAG. 2007. Instructivo Técnico de Hortaliza. Agricultura. 179 pp.

17. Planas R. R. 2013. Comportamiento de la habichuela (*Vigna unguiculata*, L.) Bondadosa ante la aplicación combinada de dos cepas de Micorrizas y FitoMas®-E. Trabajo de diploma en opción al título de ingeniero agropecuario. Facultad agroforestal de montaña p. 38.

18. Rivera R.; Fernández, F; Hernández, A.; Martín, J. R. 2003. El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). 117p.

19. Rodríguez, N. A. Companioni C. N., Fresneda B. J. Estrada O. J., Cañet P. F. Rey G. R., Fernández G. E. Vazquez M. L.L., Peña T. E., Avilés P. R., Arozarena D. N., Dibut A. B., Gonzales B. R., Pozo M. J. L., Cun G. R., Martínez R. F., Moya L. C., Gómez C. O. Alvarez G. M., Shagarodsky S. T., Gonzales La Fe P. L., Henández S. J. C., Ramírez V. M. M., Herrería M. M. E. y Morell D. M. 2011. Manual Técnico para Organopónico, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. Séptima edición. ISBN 978-959-72-10-48-1. Instituto de investigaciones fundamentales en agricultura tropical, INIFAT. La Habana, Cuba. 208p.

20. Rojas R. K. y Ortuño N. 2007. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia **Rev. ACTA NOVA**; **Vol.** 3, N° 4, junio. p. 23.

21. Ruíz, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos rojos de la

región central de Cuba. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. INCA, La Habana.

22. Vázquez Del Llano B. 2007. Control de calidad de inoculantes micorrizogénicos (Micorrizas Arbusculares). INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (INCA) La Habana. p. 29.