

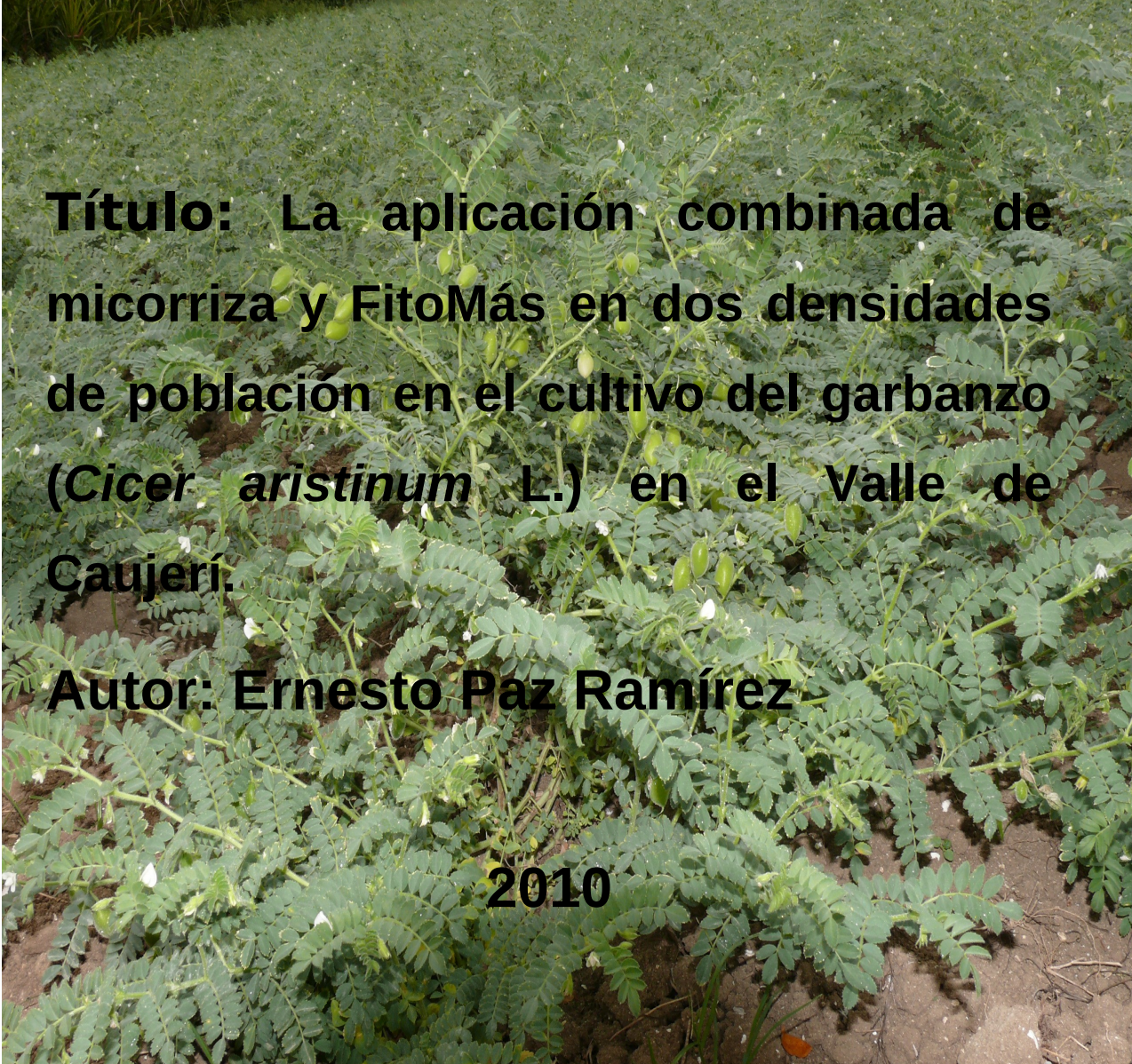


Ministerio de Educación Superior.
Universidad de Guantánamo.
Facultad Agroforestal de Montaña.



Trabajo De Diploma

En opción al Título de Ingeniero Agrónomo



Título: La aplicación combinada de micorriza y FitoMás en dos densidades de población en el cultivo del garbanzo (*Cicer aristinum* L.) en el Valle de Caujerí.

Autor: Ernesto Paz Ramírez

2010

Pensamiento

..."La tierra produce sin cesar... Si los que en ella viven quieren librarse de miseria, cultívenla que en toda época produzca más de lo necesario para vivir. Así se basta a lo imprescindible, se previene a lo fortuito, y cuando lo fortuito viene, recomienza el ahorro productivo que desarrolla la verdadera riqueza"...

Fidel Castro Ruz.

Agradecimientos

De todo corazón deseo agradecerles a mi mamá Tomasa Ramírez Labañino, digna ejemplo de valentía, honradez y amor, a mi Esposa Maira Frómeta Mendoza, a mis Hijos Katia Paz Frómeta y Ernesto Paz Frómeta que siempre estuvieron cuando necesité sus ayuda.

A todos aquellos maestros que a lo largo de mi carrera estudiantil depositaron su granito de arena, confianza y dedicación para mi formación.

A mi Tutor: Dr. C. Manuel Riera Nelson por haberme guiado durante todo el trabajo de investigación .

A mis compañeros de aula por su apoyo incondicional (Angel, Yazira, Odalis, Yurisam, Yuniordis, Yorlis, Carlos, Medina e Idalmis).

Al colectivo de trabajadores de mi centro de trabajo por su apoyo y dedicación (Ober, Ener, Icha y Malbis).

Dedicatoria

A la Revolución Cubana por haberme posibilitado llegar hasta aquí, y ser el profesional que soy hoy en día.

A mis padres por haberme sabido guiar a través de la vida y por encontrar siempre en ellos el apoyo necesario para seguir adelante y por convertirse en el paradigma de mi vida y en la guía orientadora de mis acciones, lo que me ha permitido alcanzar un adecuado desarrollo científico y profesional.

A mi familia en general por formar parte de mi vida y estar presentes en mí en todo momento.

Al compañero Fidel Castro Ruz por su dignidad, altruismo y dedicación para que “un mundo mejor sea posible”; al Presidente actual de Cuba, Raúl Castro Ruz por su seguimiento en esta justa Revolución con una conducta intachable y orientadora.

A todos los que de una forma u otra creyeron en mí, apoyaron desinteresadamente y dieron lo mejor de sí para lograr que mi sueño se hiciera realidad.

De todo Corazón “Ernesto Paz

Ramírez”

Resumen

Con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo del garbanzo (*Cicer arastinum* L.) a la aplicación combinada de micorriza y FitoMás E, se condujo un experimento de campo sobre un suelo Pardo mullido, a una altura sobre nivel del mar de 140 m en área de la finca de semilla de la agricultura urbana del Valle de Caujerí, municipio San Antonio del Sur de la provincia Guantánamo. Para la imposición de los tratamientos se estudiaron las combinaciones de micorriza y FitoMás en dos densidades de población y se evaluaron las siguientes variables: Altura de las plantas, número de ramas, número de hojas, cantidad de flores y el rendimiento y sus componentes. El experimento permitió definir que la aplicación combinada de estas alternativas influyeron positivamente en las variables evaluadas, pero resultó más viable la aplicación combinación de micorriza en la siembra y FitoMás en cuatro momentos (siembra, crecimiento (15 y 30 días) y en la floración) cuando se empleó un marco de plantación 0,90 x 0,30 m y donde se alcanzaron rendimientos promedios de 2 t . ha⁻¹. Además, se demostró que el rendimiento tuvo determinado en mayor medida por el número de flores y el número de vainas por plantas. El análisis económico demostró que esas alternativas son viables en las condiciones ecológicas en el valle Caujerí, alcanzando ganancias superiores a los \$ 46 000.ha⁻¹.

Summary

With the objective of evaluating the answer of the cultivation of the chickpea (*Cicer aristinum* L.) to the combined application of micorriza and FitoMás -E, it behaved a field experiment on a fluffed Brown soil, to a height it level of the sea of 140 m in area of the property of seed of the urban agriculture of the Valley of Caujerí, municipality San Antonio of the South of the county Guantánamo. For the imposition of the treatments the micorriza combinations and FitoMás were studied in two population densities and the following variables were evaluated: Height of the plants, number of branches, number of leaves, quantity of flowers and the yield and their components. The experiment allowed to define that the combined application of these alternatives influenced positively in the evaluated variables, but it was viable the application micorriza combination in the siembra and FitoMás in four moments (siembra, growth and in the floración) when a plantation mark 0,90 x 0,30 m was used, where yields averages of 2 t were reached. ha⁻¹. Also, it was demonstrated that the yield had determined in more measure by the number of flowers and the number of sheaths for plants. The economic analysis demonstrated that those alternatives are viable under the ecological conditions in the valley Caujerí, reaching superior earnings at the \$ 46 000. ha⁻¹.

Índice

I	Introducción.	1
II	Revisión bibliográfica.	5
2.1	Generalidades de los microorganismos.	5
2.2	Efectos de las micorrizas del desarrollo vegetal.	5
2.2.1	Beneficios de los hongos micorrízicos arbusculares (<i>HMA</i>).	7
2.2.2	Los microorganismos y las propiedades físicas de los suelos.	7
2.2.3	Papel de las micorrizas en ecosistemas naturales y agrícolas.	8
2.2.4	Los cultivos y el manejo de las micorrizas.	8
2.3	Generalidades del los bioestimulantes.	13
2.3.1	FitoMás.	14
2.3.2	Composición.	14
2.3.3	Modo de acción.	15
2.3.4	Diferentes tipos de FitoMás.	15
2.3.5	Usos del producto.	16
2.3.6	Beneficios y efectos fisiológicos sobre el crecimiento vegetal.	17
2.4	Aspectos generales del cultivo del garbanzo.	18
2.4.1	Producción mundial.	19
2.4.2	Características botánicas.	19
2.4.3	Condiciones climáticas y edáficas que requiere el cultivo.	20
2.4.3	Precipitaciones.	20
.1		
2.4.3	Suelos.	21
.2		
2.4.3	Siembra.	21
.3		
2.5	Plagas.	22
III	Materiales y métodos.	23
3.1	Condiciones experimentales.	23
3.1.1	Condiciones climáticas de la localidad.	23

3.2	Diseño experimental.	24
3.3	Tratamientos empleados.	24
3.4	Variables evaluadas.	25
3.5	Atenciones culturales.	25
3.6	Aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes.	25
3.7	Cosecha.	26
3.8	Análisis económico.	26
3.9	Análisis estadístico.	27
IV	Resultados y discusión.	28
V	Vinculación de los resultados con la defensa de la patria.	39
VI	Conclusiones.	40
VII	Recomendaciones.	41
VIII	Referencias.	42

I- Introducción

La población mundial, que es una media de nuestra capacidad tecnológica de preservar la vida y alimentarnos, ha crecido establemente. En los últimos 200 años el crecimiento ha sido exponencial, lo que significa que la población mundial se duplica cada 40 años (Castro, 2000).

Una de las mayores preocupaciones de la humanidad constituye el abastecimiento alimentario, sobre todo en los países más pobres, debido a que la población crece a un ritmo acelerado, mientras que los suelos cultivables disminuyen al ritmo vertiginoso de 6,8% en cada década (FAO, 1994). La agricultura tendrá que hacer frente a este reto, fundamentalmente, mediante el aumento de la producción de granos entre otros cultivos.

Entre el 9500 y el 9000 a.n.e. aparece la primera manifestación de agricultura del planeta, estando el garbanzo dentro del grupo de vegetales que los primeros labradores empezaron a cultivar, (Del Moral, 1994).

Durante un tiempo, el interés por el garbanzo decreció por varias razones, pero a inicios de los años noventa, se aprecia de nuevo una tendencia al aumento del consumo. Esto coincide con el descubrimiento de la importancia del garbanzo para la salud humana, considerando que los betas glutanos del garbanzo dificultan la absorción del colesterol, ayudan a los diabéticos a regular sus niveles de glucosa e impiden la formación de divertículos, entre otros. (Delgado *et. al* . 2000).

La producción mundial de garbanzo (*Cicer aristinum* L.) en el año 2003 superó los 7 millones de toneladas con un nivel promedio de rendimiento de 724,4kg.ha⁻¹. Más del 90% de la producción mundial se concentra en Asia, especialmente en la India que produce más del 60%, existiendo 45 países que producen esta legumbre (FAO, 2003).

En Cuba se ha cultivado esta leguminosa con muy buenos resultados, quedando comprobada la factibilidad de su cultivo en el país. Con la introducción de este cultivo en el territorio se contribuye a la biodiversidad de las áreas dedicadas a la producción de alimentos para el consumo humano, mejorar la fertilidad de los suelos con la inclusión de leguminosas en la rotación y reducir la importación de semillas con interés culinario y de residuos vegetales con interés ganadero (Delgado *et. al* . 2000).

El cultivo de garbanzo en nuestro país fue introducido por los españoles y mantiene gran demanda de consumo en la población y es preferencia en el plato de los cubanos por su gran contenido de nutrientes. Se consume como grano seco, pero su harina se encuentra en franco crecimiento, fundamentalmente por la difusión de la faena y del consumo de platos étnicos.

Las principales zonas renombradas del país están en el centro y en Guantánamo (Valle de Caujerí) que no pasan su rendimiento de 1,5 t.ha⁻¹, los que no satisfacen el consumo interno. En las últimas décadas ha sido necesario realizar importaciones, por las reducidas áreas que se dedican a

este cultivo, quizás por su exigencia al clima, tipo de suelo, temperatura y déficit de semilla de calidad (Rivera,1991).

Por tales motivos, se han introducido en la práctica el uso de biofertilizantes y bioestimulantes vegetales, para contribuir a una mejor disposición de la calidad funcional de los tejidos y las plantas (Camejo *et al.*, 1998).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), presentes en cerca del 80 % de los cultivos agrícolas constituyen uno de los biofertilizantes que deben ser considerados en el diseño de los diferentes sistemas agrícolas, pues además de ser componentes inseparables de los agro-ecosistemas, con diferentes funciones en las plantas, pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes minerales (Johnson y col., 1992).

Los beneficios que producen las asociaciones micorrízicas arbusculares sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas resulta de gran importancia, particularmente en los suelos tropicales deficientes de fósforo asimilable y donde el potencial de explotación de estos es mucho mayor que en regiones de clima templado (Sieverding, 1991). Los beneficios reportados de los hongos MA sobre el crecimiento y la nutrición de la mayoría de los cultivos agrícolas ha provocado que, en la última década, se haya incrementado su estudio en los principales cultivos económicos.

En Cuba se está difundiendo actualmente el bioestimulante FitoMás, obteniéndose buenos resultados con su empleo en

hortalizas; el mismo es capaz de activar sustancias como Auxinas, Giberelinas, Citoquininas que favorecen el desarrollo del cultivo, es un bioestimulante derivado de los procesos agroindustriales de la caña de azúcar, este ya ha sido llevado a investigaciones en cultivos tales como: Pepino, González y Gómez, (2003). Rabanito, Trujillo, (2002) .Tomate, Caminero, (2003). Lechuga, Barral, (2004)

El empleo como alternativa del bioestimulante FitoMás es una necesidad en la producción agrícola en estos momentos y también en la agricultura científica del futuro, ecológicamente balanceada y económicamente factible. Sin embargo el efecto de la aplicación del FitoMás se ha realizado en otros cultivos siendo necesario su estudio en el cultivo del *Cicer aristinum* L (Garbanzo) para las condiciones de secano de la localidad del valle de caujerí.

Problema:

¿Cuál es el efecto de la aplicación combinada de micorriza y FitoMás en el crecimiento y desarrollo del garbazo(*Cicer aristinum* L.) cultivado en dos densidades de población, en el Valle de Caujerí?

Hipótesis: Con la aplicación combinada de micorriza y FitoMás E en adecuada densidad de población del cultivo, se logra aumentar los rendimientos, la calidad de la cosecha y la

disminución de insumos químicos en la producción de Garbanzo en el Valle de Caujerí.

Objeto. El cultivo del Garbanzo.

Objetivo general:

Evaluar los efectos de la aplicación combinada de micorriza y FitoMás E en dos densidades de población en el crecimiento y desarrollo del cultivo de Garbanzo (*Cicer aristinum* L.) en el valle de Caujerí.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la aplicación combinada de micorriza y FitoMás E en crecimiento y desarrollo del cultivo del Garbanzo en las condiciones del Valle de Caujerí.
2. Determinar la adecuada densidad de población para mejorar la respuesta del cultivo a la aplicación combinada de micorriza y FitoMás E.
3. Indagar el efecto económico de la aplicación combinada de micorriza y FitoMás en la producción de Garbanzo.

II- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Generalidades de los microorganismos

EL desarrollo de la ciencia en la rama agropecuaria ha permitido el descubrimiento de microorganismos con potencialidades para mejorar una o varias propiedades del suelo, dentro de estos microorganismos se encuentran los que constituyen la base de los biofertilizantes, los cuales se utilizan para fijar nitrógeno, solubilizar fósforo o, como las micorrizas, que sumado a la solubilización de fósforo, aumentan el volumen radical y con ella la exploración de las raíces, ayuda a la absorción de nutrientes y agua, además de sintetizar y segregar al medio sustancias capaces de estimular el crecimiento vegetal y el rendimiento de los cultivos.

La elucidación de las estructuras jerárquicas de preferencia mutuas que se establecen entre las raíces, hongos micorrízicos y rizobacterias puede facilitar el manejo de la biota edáfica y aumentar la estabilidad del sistema suelo – planta (Andrade y Col., 2001).

A las asociaciones micorrízicas se le han atribuido múltiples funciones, entre las que se destacan el mejoramiento de la superficie absorbente del sistema radicular a través de un aumento significativo de la misma, aumento de la tolerancia a las toxinas, solubilización de ciertos elementos nutritivos, principalmente fosfato, el que puede ser seis veces superior comparado con plantas no micorrizadas, resistencia a

condiciones adversas (sequía, salinidad, entre otras) y cierta protección contra los patógenos radicales, 2001).

2.2 Efectos de las micorrizas en el desarrollo vegetal.

Los hongos micorrízicos arbusculares, presentes en cerca del 80 % de los cultivos agrícolas constituyen uno de los biofertilizantes que deben ser considerados en el diseño de los diferentes sistemas agrícolas, pues además de ser componentes inseparables de los agro-ecosistemas, con diferentes funciones en las plantas, pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes minerales (Johnson y col., 1992).

Baath y Spokes, 1989) planteó que los biofertilizantes incluyen todos los recursos biológicos que estimulan el desarrollo de los cultivos agrícolas mediante transformaciones de elementos o compuestos que se encuentran en formas no aprovechables, de manera que se conviertan en formas que puedan ser utilizadas mediante la acción de los microorganismos o de asociaciones microorganismos – plantas.

La mayor parte de la biota del suelo se encuentra en la rizósfera. La investigación actual sobre la biota microbiana y fuentes de materia orgánica en agroecosistemas, va dirigida a descubrir cómo la producción y las transformaciones pueden ser mejor entendidas y manejadas a fin de sincronizar la liberación de nutrientes con la absorción de dichos elementos. Diversos ecólogos y agrónomos aseguran que las prácticas agrícolas que toman ventaja de la actividad microbiana del suelo son más eficientes que las prácticas convencionales desde el punto de vista de la utilización de la energía y de los nutrientes (Novo, 2002).

Mayea (1995) señala que los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, de fitohormonas y como antagonistas de hongos fitopatógenos. En concordancia, Martínez y Hernández (1995) se refirieron a las ventajas que producen estos microorganismos, algunas de las cuales se relacionan a continuación:

- Incrementan los procesos microbianos y las plantas se benefician en breve tiempo.
- Consumen escasa energía no renovable.
- Son productos "limpios" que no contaminan el medio ambiente.
- Pueden mejorar la eficiencia de los fertilizantes minerales.
- Producen sustancias activas estimuladoras del crecimiento vegetal.
- Actúan sobre diversos microorganismos fitopatógenos, controlándolos.

De acuerdo con Fernández (1997), el objetivo de la aplicación de los biofertilizantes es contribuir a mejorar la calidad y productividad de los cultivos, mediante la sustitución total o parcial de los fertilizantes minerales e introducir los mismos, unidos a los abonos orgánicos, como tecnologías para producir una agricultura orgánica, ecológica y sustentable.

2.2.1 Beneficios de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA).

La utilización de los hongos micorrízicos como alternativa biológica no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se haga más eficiente y puedan disminuirse las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de absorción de los nutrientes.

La inoculación de las plantas con hongos micorrízicos provoca, de forma general, un marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrientes tales como: P, N, K, Ca,

Mg, Zn, Cu, B y Mo (Marschner y Dell, 1994; Koide, 2000; Hernández, G. y col., 2002). Se han planteado razones adicionales, una de las cuales se refiere al hecho de que, en las proximidades de la raíz, las hifas y los pelos radicales (la parte más importante de la raíz en la absorción) siguen modelos diferentes de crecimiento; las hifas crecen paralelas a la raíz y los pelos radicales lo hacen perpendicularmente, lo que implica que la absorción de fósforo por unidad de superficie sea mayor en el caso de las hifas (Marschner, 1998).

Los hongos micorrízicos poseen la capacidad de emplear tanto NH_4^+ como NO_3^- . Sus efectos son mayores en la absorción de amonio, ya que, en comparación con las raíces, son capaces de absorberlo a concentraciones más bajas, lo asimilan rápidamente y lo translocan a las plantas, aumentando la eficiencia en la extracción y los contenidos de nitrógeno en las mismas (Baath y Spokes, 1989).

2.2.2 Los microorganismos y las propiedades físicas de los suelos.

Muchas prácticas agrícolas ayudan a la protección del suelo y a elevar la calidad del agua, mientras mantienen o incrementan su productividad. Estas prácticas tienen un potencial significativo para disminuir los daños en áreas frágiles y en el hábitat natural; así, indirectamente, se mejora la biodiversidad, mitigando muchos de los efectos que provocan los productos agroquímicos y la excesiva erosión en la agricultura moderna (Jitendra y col., 1996). La respuesta del suelo a la actividad

microbiológica puede estar relacionada en mayor o menor medida con las respuestas de las plantas. La aplicación de hongos MA, solos o combinados con otros microorganismos, puede resultar un beneficio neto en cuanto al balance de la producción agrícola y la conservación de los suelos en diferentes agroecosistemas. Por tanto, la inclusión de la respuesta del suelo en la evaluación de la eficiencia de los HMA es una necesidad. (Miller y Jastrow, 1992).

2.2.3 Papel de las micorrizas en ecosistemas naturales y agrícolas.

Según diferentes autores:

1. Incrementan el abastecimiento de nutrientes para las plantas por la exploración de un volumen mayor de suelo (Thompson, 1994).
2. Incrementan el abastecimiento de nutrientes por la absorción de formas de elementos que normalmente no podrían ser asimilables por las plantas.(Morin y col., 1999).
3. Algunas especies tienen la capacidad de descomponer compuestos fenólicos en suelos, los cuales pueden interferir la absorción de nutrientes (Bending y Read, 1997).
4. Su colonización proporciona protección a las plantas contra hongos parásitos y nemátodos (Newsham y col., 1995; Little y Maun, 1996; Cordier y col., 1998).
5. Se han reportados beneficios no nutricionales a las plantas debido a cambios positivos en las relaciones

hídricas, niveles de fitohormonas, asimilación de carbono, etc., pero estos son difíciles de interpretar (Miller y col., 1994; McGonigle y Miller, 1996; Miller y col., 1997).

6. Pueden ocurrir transferencias de nutrientes a través de los micelios conectados entre plantas de diferentes especies, lo que reduce la competencia entre ellas y contribuye a la estabilidad y diversidad del ecosistema (Simard y col., 1997).
7. Los nutrientes pueden ser transferidos desde las plantas muertas hacia las plantas en crecimiento (Eason y col., 1991; Shreiner y col., 1997).
8. Las hifas del hongo juegan un importante papel en el ciclado de nutrientes en el suelo, ya que evitan pérdidas en el sistema, especialmente cuando las raíces pierden su actividad, y por la adquisición de nutrientes desde los hongos saprofitos (Lindahl y col., 1999).
9. Las hifas constituyen conductos por donde se transportan compuestos carbonados desde las raíces de las plantas hacia otros organismos del suelo que están involucrados en los procesos del ciclado de nutrientes, cooperando con otros organismos en la descomposición.
10. Los componentes estructurales de estos hongos constituyen una fuente de alimento para invertebrados y otros organismos del suelo (Lawrence y Milner, 1996; Janos y col., 1995; Mcilwee y Johnson, 1998).

11. Influyen sobre los niveles de las poblaciones microbianas y la producción de exudados en la micorrizosfera e hifósfera (Olsson y col., 1996; Andrade y col., 1998).
12. Las hifas contribuyen al mejoramiento de la estructura del suelo, por su acción mecánica sobre la agregación (Degens y col., 1994) o por sus secreciones, tales como la glomalina (Wright y Upadhyaya, 1998).
13. Contribuyen al almacenaje del carbono en el suelo al alterar positivamente la calidad y cantidad de la materia orgánica (Rillig y col., 2001).
14. La diversidad de especies de hongos MA constituye un bio-indicador de la calidad ambiental.

2.2.4. Los cultivos y el manejo de las micorrizas.

La supervivencia de las cepas de hongos MA inoculadas al suelo y su durabilidad en el tiempo dentro de un sistema de rotación de cultivos ha sido poco investigada a escala mundial, situación que ha ocurrido también para el caso de las prácticas de manejo de los cultivos con vistas al estudio de la conservación de las micorrizas nativas o inoculadas. Primavesi (1990) señala que la diversidad de la microflora del suelo se consigue con la rotación de cultivos.

Johnson y col. (1991) mantienen la hipótesis de que las comunidades de hongos en el suelo cambian durante las sucesiones de cultivo y que esos cambios están relacionados con la especie de planta que reemplaza y los niveles de nutrientes. Además, plantean que hay una estrecha relación

sucesional entre las propiedades del suelo, la productividad de las plantas y la densidad micorrizada medida por la colonización y el conteo total de esporas.

Diversas investigaciones han demostrado que también existe una estrecha relación entre los patrones de plantas y la biomasa microbiana propia a la naturaleza recíproca de los ciclos de carbono y nitrógeno (Zak y col., 1990). Estos resultados sugieren que existe una relación concomitante entre las propiedades del suelo, la productividad de las plantas y la densidad de colonización.

Comúnmente, los suelos poseen más de una especie de hongos MA. El desarrollo de estas especies varía con el tipo y profundidad del suelo, la estacionalidad y la vegetación presente en la cobertura. La dinámica de la colonización de las raíces por especies individuales dentro de una población no ha sido adecuadamente estudiada. La menor o mayor perturbación en las plantaciones agrícolas y/o ecosistemas naturales pueden conducir a marcados cambios en la formación de micorrizas.

Las plantaciones micorrizadas parecen ser capaces de ajustarse a los cambios graduales del medio ambiente sin variaciones abruptas en la extensión de la colonización; en contraste, los cambios más extremos o rápidos asociados a la concentración de minerales o la erosión del suelo pueden disminuir marcadamente la formación de micorrizas. La restauración de las poblaciones micorrízicas dependerá de la disponibilidad de fuentes accesibles de propágulos y de la

adecuada preparación del suelo para el desarrollo de las plantas y el hongo (Zak y col., 1990.)

Sivila y Hervé (1994) estudiaron el efecto de la rotación y descanso del suelo sobre las micorrizas y otros microorganismos en el altiplano boliviano, evaluando el suelo a la profundidad de 5 a 20 cm y, al establecerse especies de plantas nativas dominantes, se incrementaron de forma natural las micorrizas en el suelo.

Chu y Diekmann (1994) enunciaron que las poblaciones nativas de hongos MA pueden estar afectadas por las alteraciones físicas, químicas y biológicas que se producen en el suelo. Dichos autores observaron que las poblaciones de micorrizas eran mayores a la profundidad de 0 a 10 cm y que el uso de leguminosas como cobertura incrementó de dos a tres veces las poblaciones de dichos hongos.

__Vivekanandan y Fixen (1991) encontraron niveles de micorrización en maíz generalmente superiores cuando el cultivo antecesor fue cebada. Thompson y col. (1991) demostraron que el peso seco y el rendimiento en semilla varía en dependencia del cultivo antecesor y está relacionado con la densidad de esporas antes de la siembra. Cuando se usaron leguminosas o girasol como cultivo antecesor, generaron las más altas densidades de esporas residuales y resultó superior el peso seco de semillas de lino.

Algunos estudios han demostrado que la colonización por una especie de hongo micorrízico puede ser diferente en dos especies de planta y estas diferencias pueden ser el resultado

de la variación en la estructura de los tejidos de la raíz, produciendo distintas restricciones sobre el hongo (Brundrett y Kendrick, 1990).

La variación estacional en la composición botánica puede conducir a variaciones comparables o proporcionales en la formación de micorrizas, lo cual es resultado del carácter específico de la intensidad de la infección. En Brasil, Espindola (1994) comprobaron que los abonos verdes son una alternativa interesante para el manejo de las poblaciones nativas de hongos MA en el cultivo del boniato al mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

De las diversas investigaciones realizadas por Johnson y col. (1992), estos generalizaron que:

- ❖ Los barbechos y los cultivos sin micorrizas reducen la cantidad de propágulos de hongos MA, lo que resulta en una reducción en la asimilación de nutrientes y en el rendimiento de los cultivos subsecuentes dependientes de la micorrización. Los cultivos que están altamente colonizados por hongos MA generan mayores densidades de propágulos del hongo y un desorden en el desarrollo de un barbecho largo resulta más efectivamente atenuado en los cultivos subsecuentes que en el caso de los cultivos que están menos colonizados

- ❖ Ciertos cultivos forman micorrizas, preferencialmente, con ciertas especies de hongos MA; por tanto, las secuencias de cultivo pueden influir en la composición de especies de las comunidades de dichos hongos, fundamento para la hipótesis de que los monocultivos continuos seleccionan como cepas para asociarse a aquellas que son mutualistas inferiores.
- ❖ No se debe hacer una generalización simplista acerca de los efectos de los fertilizantes sobre las micorrizas; la fertilidad inicial del suelo, el contenido de MO, el balance de nutrientes dentro del fertilizante, la identidad del cultivo y las cepas de micorrizas dentro del sistema pueden mediar en tales efectos.
- ❖ La ruptura de la red de hifas micorrízicas en el suelo por el laboreo puede perjudicar la absorción de nutrientes y reducir los rendimientos de los cultivos.

Por otra parte, algunos trabajos experimentales sugieren que la toma de potasio en suelos con deficiencias de este elemento se realiza a través de las hifas de los hongos MA, incrementándose la absorción y los contenidos en las plantas micorrizadas (Sieverding y Toro, 1988).

Las bases tales como el magnesio y el calcio tienen un papel importante en la colonización y esporulación por los hongos MA. Anderson y Liberta (1992) encontraron que las plantas tratadas con esas bases tuvieron una alta colonización pero menos esporulación que aquellas sin esas enmiendas. Esos resultados coinciden con trabajos realizados anteriormente que

demonstraron que el Ca es un buen producto estimulador de la esporulación. El efecto inmediato de la pérdida de la selectividad del ión y el derrame de sustratos puede conllevar a pérdida de fuentes de carbono para los hongos, así como la exposición de los arbusculos de los mismos a compuestos potencialmente dañinos tales como las peroxidasas.

Dado que el calcio es necesario para el crecimiento de las células y no es movilizado, su concentración en los tejidos de las raíces cae por debajo del nivel crítico y, por tanto, puede disminuir o detener la colonización radical en la capa donde se desarrollan las raíces con ese sustrato. Simpson y Daft (1990) demostraron que no se produjeron nuevas esporas en el cultivo de maíz cuando este alcanzó la madurez fisiológica y la colonización se detuvo. El efecto de una deficiencia de calcio sobre la formación de las nuevas células corticales puede afectar la reproducción del hongo.

Jarstfer y Farner (1998) demostraron que, tanto en boniato como en ajo, la deficiencia de Ca provocó una senescencia temprana de la raíz y la concentración de iones hidrógeno en solución pudo ser un factor significativo en la intervención descrita en ese trabajo, especialmente si los iones tóxicos están presentes y su actividad es grandemente dependiente del pH (Habte y Soedarejo, 1995).

Glynder y col. 1992, citados por Jarstfer y Farner (1998), encontraron que las más altas tasas de colonización y producción de biomasa en maíz fueron logradas con la adición de Mg a un suelo ligeramente ácido. Las pérdidas de

compartimentación de los tejidos y su senescencia pudieron alterar de inmediato la función de las micorrizas.

2.3 Generalidades del los bioestimulantes.

Los biestimulantes se definen como el producto que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas previamente seleccionadas, que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que al interactuar con la planta promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cultivos económicos, (Kannalyan, 1997; Lahda, 1997).

2.3.1 FitoMás

Según Montano, (1998), el FitoMás fue obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y se presenta en tres variantes como concentrado acuoso, obtenido mediante procedimientos biológicos y físicos adecuadamente preservado para impedir su deterioro y asegurar una duradera eficiencia. Se caracteriza por estimular y activar de los procesos fisiológicos de las plantas y la microflora del suelo a bajas concentraciones, por ser de origen natural no es tóxico ni a las plantas, ni a los animales, su acción facilita la interacción suelo-planta, actúa en perfecta armonía con los microorganismos del suelo, por lo que propicia el desarrollo de la rizosfera, la cual elabora hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles para el vegetal.

Se recomienda como vigorizantes y estimuladores de los más diversos cultivos en especial cuando se han soportado condiciones adversas como sequías, heladas, trasplantes, transportación, plagas, enfermedades y efectos fototóxicos como consecuencia de la aplicación indebida de productos fitosanitarios o por contaminación de los suelos o la atmósfera (Montano, 1998).

Es un formulado de sustancias orgánicas, complejas de alta energía, fue obtenido en el instituto de investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA) Rodríguez, (1997),. Se presenta en tres variantes como concentrado acuoso, obtenido mediante procedimientos biológicos y físicos adecuadamente preservado para impedir su deterioro y asegurar una duradera eficiencia.

2.3.2 Composición

El FitoMás, es un producto obtenido por procedimientos. El producto es un extracto acuoso con un 20% de materia orgánica, principalmente péptido soluble y aminoácidos, 50% de los cuales son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos, seleccionados por ser los más activos del conjunto mejor representado en la mayor parte de las especies económicas. Contiene también hasta 2,5% de sacáridos y 1,5% de lípidos, además de una

fracción mineral con hasta 6% de K_2O y hasta 2.4% de P_2O_5 , este ultimo unido a la fracción orgánica Montano, (1998).

El producto no contiene sustancias químicas de síntesis ni productos tenso – activos o inerte de ninguna especie. Se obtiene por procedimientos exclusivamente biológicos y físicos con una tecnología sencilla y un costo muy inferior a los costos del mercado internacional (López, 2005).

2.2.3 MODO DE ACCIÓN.

Cuando se aplica al follaje es rápidamente absorbido y traslocado, sin consumo adicional de energía. Una parte es exudada por las raíces junto con los productos del metabolismo vegetal elaborados bajo condiciones de estimulación, lo cual acrecienta a su vez la reproducción microbiológica en las raíces (Rizosfera). En esta zona, los microorganismos trabajan simbióticamente con el vegetal intercambiando nutrientes y factores de crecimiento. Al aumentar el intercambio, aumenta la fotosíntesis en la planta lo que estimula a su vez el funcionamiento de la raíz y planta en su conjunto Montano, (1998).

2.3.4 DIFERENTES TIPOS DE FITOMÁS

FITOMÁS E.

Es un sustituto parcial de la fertilidad convencional, porque proporciona el desarrollo de la rizosfera, microorganismos simbióticos que viven en las raíces, los que fijan el nitrógeno

atmosférico y movilizan otros nutrientes. Además, tiene hasta 3% de nureico, y 5% de P_2O_5 (Montano, 1998).

FITOMÁS M.

Madurador por excelencia, facilita el cuajado y engorde de los frutos. Además tiene hasta 10 % de K_2O (López y Lovaina, 2005). **FITOMÁS H.**

Potenciador de la acción herbicida. Cuando se mezcla con herbicida permite una sensible reducción de sus dosis, incrementa el área radicular, mejora la floración. Además tiene hasta 6% de nureico, amonio y hasta un 4% P_2O_5 , Montano, (1998).

FITOMÁS C.

Especialmente enriquecido en sacáridos naturales. Este producto es un acelerador de compostaje, así como de la degradación en el campo de los residuos postcosecha (López , 2003).

2.3.5 USOS DEL PRODUCTO.

López *et al.*, (2005) aseguró que este producto es especialmente valioso en las plantaciones orgánicas, en asocio o poli – cultivos ya que resulta beneficioso al conjunto plantado. Puede aplicarse en mezclas con soluciones de compost y fermentados en

general, así como con el súper magro, potenciándole efecto. También se puede emplear en la agricultura convencional, para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes, disminuir las dosis de fertilizantes o eventualmente sustituirlos, se puede emplear junto a los plaguicidas convencionales, con el fin de disminuir las dosis de estos a cerca del 50%, todo lo cual requiere pruebas in situ.

Este producto se puede emplear en frutales, algodón, cultivos hortícolas, plantas forrajeras, leguminosas, oleaginosas, maíz, arroz, remolacha, caña de azúcar y en general, en todo tipo de cultivos, especialmente cuando se quiera favorecer la floración, fructificación y posterior desarrollo de los frutos. Cuando se trata de obtener frutos, se recomienda aplicar antes de la floración repitiéndose el tratamiento una o dos veces con intervalo de 3 ó 4 semanas. En el caso de plantas de aprovechamientos foliar y forrajeras, se puede aplicar durante todo el cultivo y después de cada corte. Las dosis pueden estar entre 100 y 200 ml. ha⁻¹, en frutales y cereales aunque hay que precisarlo experimentalmente (López y Lobaina, 2005).

Además de este producto, el cual puede considerarse básico. FitoMás E tiene otras tres formulaciones para potenciar, aun, más, sus usos específicos. Cualquiera de estas formulaciones pueden usarse indistintamente sobre los cultivos para superar situaciones de estrés de cualquier tipo o sobre el suelo porque

ninguno resulta fototóxico, ni dañino al ambiente (López y Lovaina, 2005).

2.3.6 Beneficios y efectos fisiológicos sobre el crecimiento vegetal.

Los biestimulantes pueden liberar diferentes sustancias entre las que se encuentran:

- Reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas).
- Aminoácidos.
- Péptidos de bajo peso molecular
- Vitaminas.

Estas sustancias, al interactuar en su conjunto con el metabolismo vegetal, provocan diferentes efectos beneficiosos desde el punto de vista agrobiológico, sirve citar:

- Incremento en el número de plántulas que emergen.
- Acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días.
- Aumento en los procesos de floración y fructificación.
- Incremento entre 5 y 20% del rendimiento.
- Obtención de frutos con mayor calidad comercial.

Los efectos promotores de los Bioestimulantes sobre la elongación del tejido vegetativo han sido observados en muchas especies, pero solamente en pocas se han estudiado

en detalles. Terán, (1998), plantea que el tratamiento con hormonas vegetales reconocidas afecta la elongación inducida por la brasinólida; las giberalinas tienen un efecto aditivo y la zeatina un efecto inhibitorio; con las auxinas hay un sinergismo, donde la brasinólida permite inducir elongación cuando solas son inefectivas.

El papel de los Bioestimulantes en el cultivo de células vegetales ha sido demostrado por varios autores. Por ejemplo Sukurai y Fujioka (1994) plantearon que estos compuestos en combinación con las auxinas promueven el crecimiento en varias plantas, en el cultivo de células de zanahoria, estos indujeron el alargamiento celular pero no la división.

En Cuba se ha utilizado con mucha efectividad en los últimos años el FitoMás que es un formulado de sustancias orgánicas, complejas de alta energía, fue obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) (Rodríguez, 1997), se caracteriza por ser estimulantes y activador de los procesos fisiológicos de las plantas y de la microflora del suelo, a bajas concentraciones, por ser de origen natural no es tóxico ni a las plantas, ni a los animales, su acción facilita la interacción suelo-planta, por lo que propicia el desarrollo de la rizosfera, la cual elabora hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles para el vegetal. Se presenta en tres variantes como concentrado acuoso, obtenido mediante procedimientos biológicos y físicos

adecuadamente preservado para impedir su deterioro y asegurar una duradera eficiencia.

2. 4. Aspectos generales del cultivo del Garbanzo.

Con el nombre vulgar de garbanzo, se designa a la especie (*Cicer arietinum L*), correspondiente a la familia botánica de las leguminosas, subfamilia de las papilionoideas. Se trata de la primera leguminosa cultivada por el hombre, entre el año 6,000 y 7,000 antes de Cristo, y en la actualidad se halla en tercer lugar de importancia mundial, luego del poroto y la arveja.

El Cultivo del garbanzo (*Cicer aritinum L .*) es originario del Suroeste de Turquía. Desde allí se extendió muy pronto hacia la India, Europa, (especialmente por la región mediterránea) y más tarde a África, fundamentalmente Etiopía, América especialmente México, Argentina, Chile y Australia. Se ha comprobado la existencia de 40 especies de garbanzos extendiéndose desde Oriente Medio, Turquía, Israel y Asia Central.

De los pocos más de 10 millones de hectáreas que se siembran de garbanzos en el mundo, aproximadamente 7 millones se cultivan en la India, seguido de Pakistán y Turquía. En Latinoamérica la mayoría del cultivo se produce en México. En Europa los principales productores son España, Italia y Portugal(FAO,2003).

EL Garbanzo se cultiva para la alimentación humana pues posee un alto valor nutritivo. Contiene entre un 17 y un 24 % de proteína bruta(dentro de las leguminosas son las de mayor

calidad por su composición en aminoácidos), aunque vale señalar que este cultivo en algunos países se utiliza como harina para alimento del ganado.

2.4.1 Producción mundial.

La superficie plantada anualmente en el mundo ronda los 10 millones de hectáreas, registrándose una gran variabilidad en la superficie cosechada y los rendimientos por hectáreas, debido a la presentación de sequías durante el cultivo. La producción mundial ronda los 8 millones de toneladas, pero con grandes altibajos en el tiempo. Puede citarse como ejemplo el hecho de que alcanzó volúmenes de 9,5 millones de toneladas en 1999 y de 6,7 millones de toneladas en 1990. (CFI, 2000).

El principal productor es India con el 65% del total, y le sigue en importancia Pakistán: entre ambos países producen el 90% del total mundial. Muy distante ocupa el tercer puesto Turquía, que cosecha el 5-6% del volumen mundial. Otros productores relevantes son Canadá y México, y en los últimos años comenzó a adquirir importancia Estados Unidos.

2.4.2 Características Botánicas.

El garbanzo (*Cicer arietinum*) pertenece a la familia *Fabaceae* siendo una planta anual diploide, con un número cromosómico de $2n=16$. El sistema de reproducción es fundamentalmente la autogamia, situándose el nivel de alogamia en torno al 1%. La planta puede alcanzar una altura de 60 cm.

- Raíces: tiene raíces profundas y tallos ramificados y pelosos, con numerosas glándulas excretoras.
- Tallo: el tallo principal es redondeado y las ramas son cuadrangulares y nerviadas.
- Hojas: las hojas pueden ser paripinnadas o imparipinada. Los folíolos tienen el borde dentado.
- Flores: son axilares y solitarias normalmente.
- Frutos: los frutos son en vaina bivalva con una o dos semillas en su interior que suelen ser algo arrugadas. La planta tiene dos cotiledones grandes.

A nivel morfológico, los caracteres más importantes de los garbanzos son:

- Presencia de hojas pseudoimparipinnadas.
- Folíolos aserrados y glandulosos.
- Legumbres infladas y vellosas.
- Semillas esféricas o redondeadas con un mucrón característico.

2.4.3 Condiciones climáticas y edáficas que requiere el cultivo.

Es una planta resistente a la sequía. Aunque la semilla del garbanzo crece con la humedad acumulada en el suelo de la lluvia caía previamente, el grano responde positivamente a un riego suplementario. El riego en general mejora la nodulación e incrementa el rendimiento y el número de vainas.

2.4.3.1 Precipitaciones.

Es una planta que crece con bajo contenido de humedad de suelo (300 mm) durante el ciclo, pero para obtener buenos rendimientos debe evitarse déficit hídrico durante los periodos de germinación, floración y llenado de vaina. Prefiere suelos francos, suavemente inclinados bien drenados, no tolera excesos de humedad.

2.4.3.2 Suelos.

Con respecto a los suelos, prefiere las tierras silíceo-arcillosas o limo-arcillosas que no contengan yeso. Cuando hay un exceso de arcilla suele producir una basteza en la piel de la semilla. Cuando el terreno es yesoso el garbanzo obtenido es de mala calidad en general y muy malo para cocer. Si la tierra tiene materia orgánica sin descomponer también le perjudicará. Los años buenos para el garbanzo suelen coincidir cuando ha sido un año poco lluvioso.

Prefieren los suelos labrados en profundidad, pues su sistema radicular está muy bien desarrollado y es muy resistente a la sequía. Conviene no repetir su cultivo sobre el terreno por lo menos hasta que pasen cuatro años. Se prefieren terrenos orientados al mediodía o poniente y se deben evitar los lugares donde se acumula la humedad. (CIF 2000)

2.4.3.3 Siembra.

La siembra puede realizarse con diferentes marcos, en dependencia de los insumos disponibles y de la región. Se recomienda la distancia de 0,70 entre hileras x 0,20-0,30 entre planta. En condiciones de alta fertilidad, utilizar camellón de 1,4 x 0,40 x 0,40m . La siembra a 0.8 - 0.9 m entre hilera permite el cultivo con bueyes hasta una fase avanzada del cultivo. En condiciones de secano son aconsejables las densidades superiores. La profundidad de siembra no debe de ser mayor de 6-8 cm, en suelos arcillosos se recomienda la siembra en el camellón. En condiciones de secano son aconsejables las densidades superiores. El consumo de semillas es variable en dependencia del tamaño del grano, y de la densidad utilizada con una germinación no menor del 90 %. (Chaveco y García. 2001).

El periodo de siembra va desde el 15 de noviembre hasta el 30 de diciembre, óptimo del 15-30 de noviembre. En el caso de variedades de ciclo más corto(100 días) en algunas localidades puede prolongarse hasta el 15 de enero, siempre y cuando la cosecha ocurra antes de las lluvias. La excesiva humedad, los ambientes nublados y la alta humedad relativa reducen la floración, el cuajado de las vainas y el rendimiento. Una secuencia de noches frías y días cálidos son óptimas para que el garbanzo se desarrolle y rinda, es cuantitativamente una planta de día largo, pero florece en todos los foto períodos (Chaveco y García. 2001).

2.5. PLAGAS.

El período crítico para la incidencia de plagas en el cultivo del garbanzo son las fases de floración y maduración. Los primeros insectos que acuden son los *Agrotis sp.*, trozan los tallos en las zonas cercanas a la raíz y *Liriomyza sp.*, un minador de las hojas. Alrededor de los 20-25 días posteriores a la siembra comienzan a observarse las primeras larvas de *Heliothis virescens* alimentándose de las hojas, presentando la mayor densidad poblacional durante las fases de floración y formación de vainas. Diferentes especies de **Prodenia** están presentes durante todo el desarrollo del cultivo. (Chaveco y García. 2001)

Durante la cosecha es posible observar en las raíces de las plantas numerosas colonias de cochinillas harinosas (**Pseudococcidae**) fijadas a la raíz y cubiertas de una capa blanca. Estos insectos pueden provocar un daño directo por su actividad chupadora o como transmisores de enfermedades virales y pueden producir un daño indirecto por las excreciones azucaradas propiciando la aparición de hongos fitopatógenos del suelo. En el almacenamiento aparece **Sitophilus orizae** y **Callosobruchus maculatus**. La importancia de las plagas en este cultivo es crítica durante las fases de llenado de vainas a maduración al reducir significativamente los rendimientos. Los daños producidos por nemátodos en el cultivo del garbanzo son altos y en particular los de la especie *Meloidogyne spp* a la cual es susceptible. (Chaveco y García. 2001).

III- Materiales y métodos.

3.1. Condiciones experimentales.

El experimento se desarrolló en un suelo Pardo mullido carbonatado, mediamente profundo. Según la nueva versión de clasificación de suelo de Hernández et al, (1999), a una altura sobre nivel del mar de 140 m en un área de la finca de semilla de la agricultura urbana del Valle de Caujerí, municipio San Antonio del Sur de la provincia Guantánamo.

El tamaño de cada unidad experimental es de 54 m² las cuales fueron sometidas a las labores de preparación de suelos según la norma descrita por Durán (2002). Se utilizaron semillas de garbanzo variedad Nac.29.

Se le realizó un análisis químico al suelo al comienzo del experimento en la Estación de Investigación de Suelos y Fertilizantes de la provincia de Camagüey, para ello se tomaron 20 muestras de suelos a una profundidad de 0-20cm. El análisis comprendió el pH por el método potencio-métrico con una relación suelo/ solución de 1:2.5, la materia orgánica (%) fue determinada por el método de Walkley and Black y el P₂O₅ y K₂O por el método de Onianí con una relación suelo: solución 1:25. Los resultados aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1: Principales características químicas del suelo.

pH(kcl)	P ₂ O ₅ mg.100g de S ⁻¹	K ₂ O mg.100g de S ⁻¹	MO (%)
7,5	1,10	44,54	1,45

3.1.1 Condiciones climáticas de la localidad.

Los datos climáticos de la localidad donde se realizó el experimento aparece en la tabla 2, lo mismo muestran los valores medio de las variables desde el mes de noviembre de 2009 hasta el mes de marzo del 2010.

Tabla. 2 Comportamiento climático de la zona de estudio.

Variables	Meses en el periodo experimental					
	Nov	Dic	Ener o	Feb.	Marz o	Promedi o
Temp. Media (°c)	24, 4	24,1	22,4	23,0	24,4	23,7
Temp.Máximas (°c)	30, 9	30,0	28,4	29,0	29,6	29,6
Temp.Mínimas (°c)	19, 2	18,6	16,6	17,6	18,7	18,1

Precipitaciones. (mm)	13, 0	5,0	00	8	12,3	7,7
Hum. relativa (%)	70	91,0	71	91	88	83,6

3.2. Diseño experimental.

La distribución de los tratamientos se realizó sobre un diseño de Bloques al azar con 6 tratamientos y 4 replicas para un total de 24 parcelas. La siembra se realizó en dos marcos de plantación (0.90 x 0.30m y 0.90 x 0.40m). Las semillas se sembraron 15 de noviembre 2009.

3. 3. Tratamientos empleados.

Los tratamientos quedaron conformados según se muestra a continuación:

T1- (Testigo). (90 x 40 m). sin productos.

T2- 0,5 l. ha⁻¹ de FitoMás (siembra y floración) y EcoMic (90 x 30 m).

T3- 0,5 l. ha⁻¹ de FitoMás (siembra y floración) y EcoMic (90 x 40 m).

T4- 0,5 l .ha⁻¹ de FitoMás (siembra, 2 en crecimiento y floración) y EcoMic (90 x 30 m).

T5- 0,5 l. ha⁻¹ de FitoMás (siembra, 2 crecimiento y floración) y EcoMic (90 x 40 m).

T6- 0,5 l. ha⁻¹ de FitoMás en siembra y EcoMic (90 x 40 m).

3.4. Variables evaluadas.

- Altura de las plantas a los 15 y 30 días de germinado el cultivo.
- Número de hojas por plantas a los 15 y 30 días de germinado el cultivo.
- Número de ramas por plantas a los 15 y 30 días de germinado el cultivo.
- Número de flores por plantas en tres momentos (Cada 7 días).
- Número promedio de granos por vainas.
- Número de vainas por plantas.
- Peso de 100 granos.
- Rendimientos (t. ha⁻¹).

3.5. Atenciones culturales.

Para prevenir el ataque de plagas y enfermedades se sembraron en las cabezas de los surcos plantas aromáticas albahaca y orégano en los alrededores del área experimental.

Cultivos.

Se aplicaron dos actividades utilizando la tracción animal

Limpia manual.

Al cultivo se les realizaron dos limpiezas manuales con azadas después de cada labor de cultivo.

El riego.

Se aplicaron 4 riegos por aspersión con una norma de $300 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

3.6. Aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes.

Se utilizó agua mezclada con FitoMás y micorriza a razón del 10% del peso de las semillas, realizando una pasta y removiendo las semillas hasta recubrirla completamente, luego se colocaron a la sombra por 30 minutos para garantizar su secado (Peletización).

3.7. Cosecha.

La cosecha se realizó a los 125 días, cuando el follaje de las plantas presentó una coloración amarillo-dorado. Se cortaron las plantas y se colocaron en hileras para que se secaran

totalmente, volteándose periódicamente durante 3 o 4 días. La trilla se realizó de forma manual.

3.8. Análisis económico.

La valoración económica de los resultados de cada uno de los experimentos, se realizó según la metodología propuesta por la FAO (1980), citado por Riera, (2003). Se tuvieron en cuenta varios parámetros que a continuación relacionamos.

Valor de la producción (\$·ha⁻¹): Rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de producto.

Costos totales (\$·L⁻¹): Gastos incurridos en todas las actividades realizadas al cultivo.

Ganancia (\$·ha⁻¹): Ganancia neta obtenida por diferencia entre el valor de la producción y los costos.

Para el cálculo de estos indicadores, se utilizó como información básica las siguientes:

1. Precio de venta del biofertilizantes (\$. Kg. ⁻¹) según listado de precios del INCA. (Cuba INCA, 2000).

Ecomic(HMA).....
.....2,50

2. Precio de venta de bioestimulante (\$. L⁻¹)

FitoMás;

.....
2,50

3. Precio del producto (\$. kg) acopiado según listado oficial de precios CAP y MINAG Enero 2010.

Garbanzo.....
.... 20, 652

4. Precio de la semilla adquiridas (\$. kg); según listado Oficial de precio de Semilla del MINAG (Cuba MINAG,2010).

Garbanzo.....
.....28.50

5. Tarifa de preparación de suelo (\$.ha¹), según listado Oficial de Precios de servicios Agropecuarios y resolución #.244-99 del MINAG (Cuba MINAG,2002).

- Siembra

-----\$
827,95

- Riego

-----\$
17.75

- Limpia manual
-----\$ 234,70
- Cosecha
-----\$
66,89
- Otros gasto
-----\$
144,89

3.9. Análisis estadístico.

Los datos de los componentes del rendimiento y parámetros morfológicos se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble y cuando se encontraron diferencia significativas entre las medias se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan con un 5% de probabilidad de error. Para el análisis estadístico fue utilizado el paquete estadístico STATGRAPHICS Versión 5.1 en ambiente Windows.

Resultados y discusión.

En la tabla 2 se evaluaron los parámetros relacionados con el crecimiento, se puede observar que a los 15 días en todas las variables los tratamientos 4 y 5 alcanzaron los mayores valores, mientras, a los 30 días, en la altura y el número de hojas, solo el tratamiento 4 se diferenció del resto de los tratamientos. El número de rama fue similar para los tratamientos 4 y 5. Estos resultados pudieran tener sus causas en el impacto de la mejora de la nutrición de las plantas por la aplicación de Hongos micorrízicos arbusculares (HMA) combinados con los efectos positivos que genera la aplicación de FitoMás sobre las variables de crecimiento en los 4 momentos de aplicación (siembra, a los 15 y 30 días e inicio de la floración) .

Resultados similares fueron encontrado por Riera, (2003) al señalar que la inoculación con hongos formadores de micorrizas arbusculares y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en diferentes frecuencias, propicia un aumento de la producción de materia seca, en especies tan diversas como sorgo, maíz, girasol y boniato.

Tabla 3 Comportamiento de las variables de crecimiento en las etapas de

evaluación.

Tratam	Altura		No. de hojas		No. de ramas	
	15 días	30 días	15 días	30 días	15 días	30 días
T1	14,31 b	29,2 d	16,2 b	109,7 c	2,7ab	7,8 c
T2	14,7 b	29,9 cd	16,1 b	136,6 b	2,4 ab	9,2 abc
T3	14,6 b	30,0 cd	15,3 b	169,3 a	2,2 b	8,1 c
T4	17,4 a	39,2 a	19,9 a	160,3 a	2,9 a	10,9 a
T5	16,7 ab	35,6 b	21,2 a	137,8 b	2,9 a	10,7 ab
T6	14,3 b	32,4 c	17,0 b	109,7 c	2,5 ab	9,1 bc
Es	0,76 *	0,89 *	0,94	6,54 *	0,17	0,53 *

Cuando se analizó el número de flores alcanzado por el cultivo (Figura 1), se comprobó que los tratamientos 4 y 5 fueron los de mejor comportamiento. Además se debe destacar que solo estos tratamientos promediaron en esta última evaluación más de 100 flores por plantas, los resultados alcanzados se relacionan con el desarrollo morfológico que lograron estos tratamientos en la fase de crecimiento. Todo parece indicar que las aplicaciones en estos momentos establecen un buen balance en la fase de crecimiento y la fase de desarrollo.

Poulton y col. (2002) señalan que la buena nutrición de los cultivos y la acertada precisión de aplicaciones foliares en las etapas de crecimiento aseguran la correspondencia entre el crecimiento y la emisión de flores.

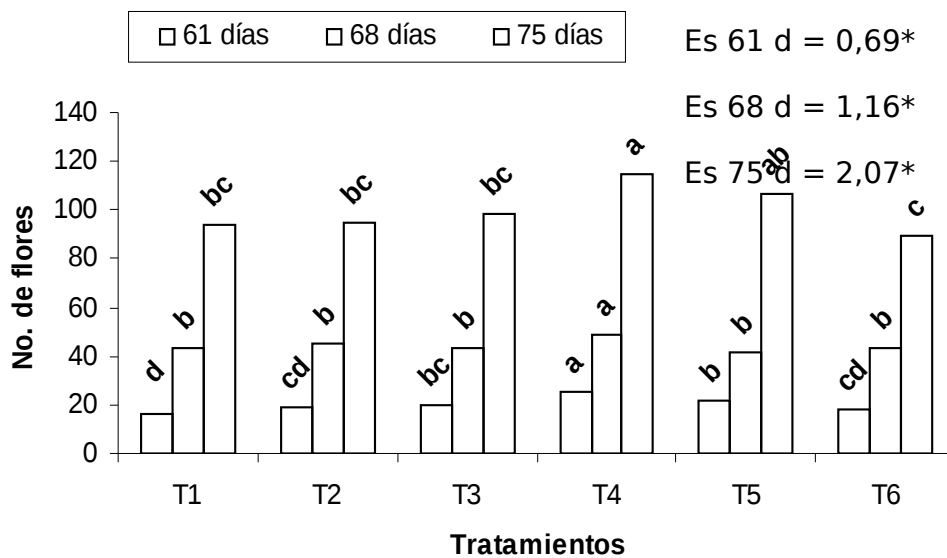


Figura 1. Comportamiento de la floración en las diferentes fechas de evaluación

La figura 2 representa el comportamiento del número de vainas por plantas, donde se observa que solo el tratamiento T4 se distingue y el tratamiento 5 tiene diferencias significativas solamente con el tratamiento 6, tal parece que el número de vainas por plantas su máximo potencial, cuando se combinan varios factores (HMA, alta frecuencia de aplicación de FitoMás y una óptima densidad de población).

Azcón et al, (2001), encontraron alta contribución de los hongos micorrízicos a la absorción de Nitrógeno cuando se aplicaban dosis baja de fertilizante. Mientras que Hawkins y

George (1999) demostraron que la hifas de los HMA contribuyen a la adquisición de nitrógeno mineral y aumentan la actividad de la nitrogenasa en plantas leguminosas micorrizadas.

El número de vainas es uno de los componentes del rendimiento más importante en cualquier leguminosa, y se ha demostrado que es el carácter principal en la determinación de los incrementos del rendimiento en el cultivo del garbanzo.

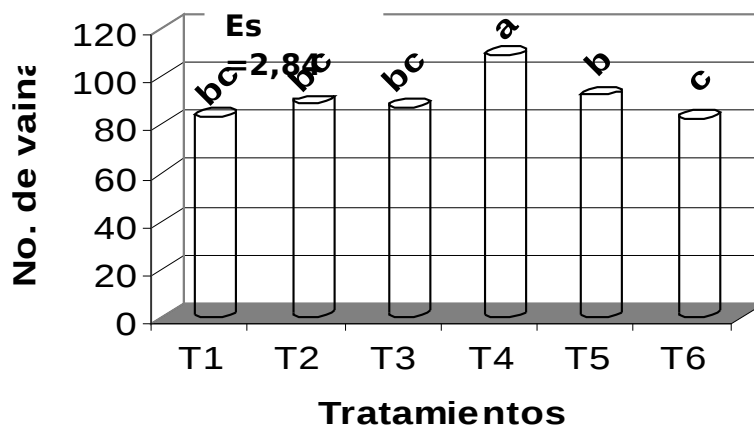


Figura 2. Comportamiento del número de vainas por plantas en los diferentes tratamientos.

En la figura 3, la mayor cantidad de granos por vainas fueron alcanzados por los tratamientos T2, T3, T6, mientras el tratamiento 4 registró el valor más bajo, esto se debe al gran número de vainas por plantas que alcanzó este tratamiento, además, se debe destacar que este tratamiento fue sembrado con una densidad mayor de siembra, todo lo anterior provocó la disminución intensa del promedio de granos por vainas. La planta de garbanzo como sistema biológico debe compensar algunos componentes del rendimiento para poder mantener un número grande de frutos sin afectaciones en el llenado de los mismos.

Santanilla (2005), demostró que plantas coinoculados con HMA incrementan la absorción por el sistema radical del cultivo permitiendo un mejor uso de los nutrientes.

Diversos estudios han comprobado la efectividad de los biofertilizantes, cuya aplicación en forma de biopreparados, mejoran significativamente la producción de cultivos tales papa, trigo, ajo, maíz, fríjol y cebolla, entre otros. Las pruebas de campos han determinados incrementos en el rendimientos permite el ahorro de fertilizantes nitrogenados y fosforados, disminuyendo también la contaminación del medio ambiente. (Gomero y Velásquez. 2001).

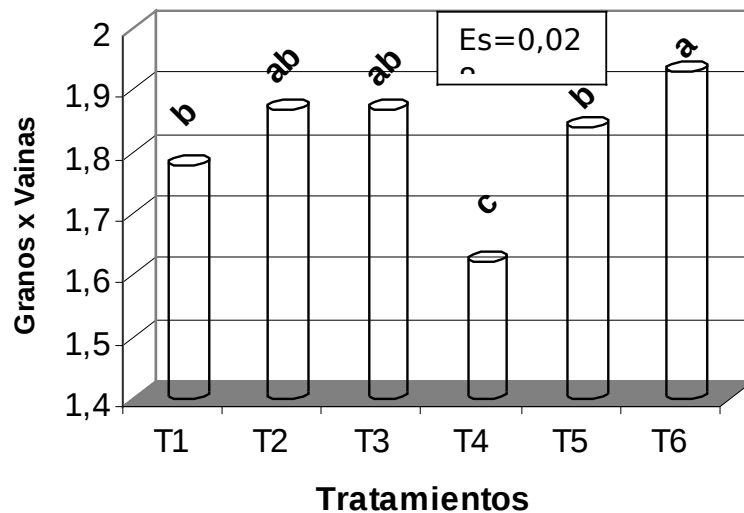


Figura 3. Cantidad de granos por vainas que alcanzaron los tratamientos

La figura 4 muestra que los tratamientos T3 y T4 alcanzaron los mayores en el peso 100 granos, mientras el tratamiento T1 alcanzó el valor más bajo en esa variable. Los tratamientos T2 y T6 tuvieron comportamientos intermedios y deben estar condicionados a la aplicación de FitoMás solo en dos y una frecuencia respectivamente.

Lo anterior explicado evidencia la influencia positiva de uso frecuente de bioestimulantes combinados con HMA en el ciclo de desarrollo de las plantas, lo que garantiza una mejor nutrición como base para su óptimo crecimiento, floración y llenado de los granos. Esto resultados coinciden con los resultado obtenidos por Martínez (2008) cuando aplicó FitoMás E en diferente dosis combinado con el *Bacillus megaterium* en el cultivo del Garbanzo.

El beneficio que aporta la simbiosis micorrízica a las plantas está determinado por la actividad del micelio externo del hongo,

ya que éste posee mayor capacidad de absorción de los nutrientes del suelo mediante la extensa red de hifas que el hongo pueda generar. De este modo, la actividad del micelio coadyuva en la función de la raíz sobre todo cuando ésta ha agotado los nutrientes de la zona del suelo adyacente.

En las plantas micorrizadas se produce un aumento del contenido de agua, debido a un aumento de la conductividad hídrica de la planta o a una disminución de la resistencia al flujo de agua a través de ella. También puede ser debido a una mayor absorción a través de la extensa red de hifas externas del hongo MA, extendidas más allá de la zona a la cual tiene acceso directo el sistema radical. La planta hace un mejor uso del agua y es capaz de recuperarse más rápidamente en caso de estrés hídrico

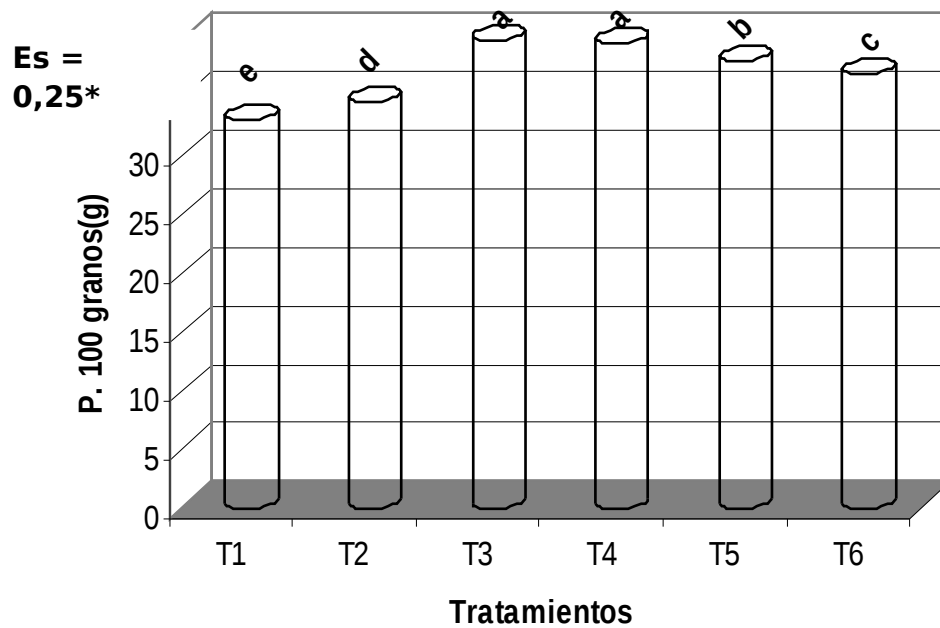


Figura 4. Peso de 100 granos de garbanzo al finalizar la cosecha en los tratamientos impuestos

El rendimiento en este cultivo(Figura 5) superó las 2 t. ha⁻¹ solo cuando se aplicó la micorriza, el FitoMás E en los cuatro momentos y además donde se estableció un marco de plantación más reducido, factores determinantes en los resultados que aquí se expresan. Estos resultados demuestran la correspondencia entre los efectos de los tratamientos impuestos y la respuesta del cultivo en marcos de plantación reducidos. Además se observa la relación entre el número de vainas y el rendimiento logrados por el T4. Estos resultados

corroboran los encontrados por Ruiz y Carvajal (2004) cuando aplicaron micorriza y FitoMás en el cultivo del frijol.

En las condiciones del valle se pueden lograr rendimientos superiores al promedio actual (1, 2 – 1,4 t . ha⁻¹) siempre que se apliquen estas alternativas sostenibles y viables, capaces de propiciar promedios de vainas por plantas cercanos a las 100 unidades.

La asociación simbiótica de los hongos micorrízicos en las raíces de las plantas producen diversos cambios y/o modificaciones a nivel fisiológico, entre los que destacan los incrementos en la actividad fotosintética, por efecto de la mayor capacidad de fijación de CO₂ y, por consiguiente, el incremento de las tasas de crecimiento y biomasa producida, que las plantas micorrizadas presentan en comparación con las plantas control.

Entre ambos componentes de la simbiosis se establecen diversos procesos fisiológicos y bioquímicos, de modo que la planta hospedante puede presentar cambios en la morfología de la raíz. Este aspecto al parecer está relacionado con la capacidad que tienen los hongos micorrízicos para producir hormonas como ácido abscísico, giberelinas, auxinas y citoquininas.

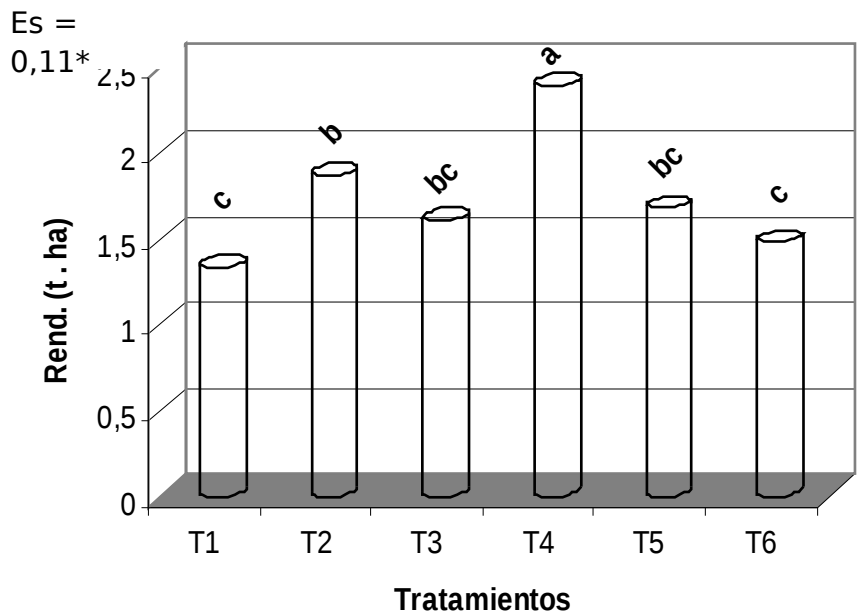


Figura 5 Rendimiento alcanzado en el cultivo del garbanzo micorrizado y con aplicación de FitoMás

En la figura 6, se relaciona el número de flores con el rendimiento y el número de vainas promedio que alcanzaron las plantas. Se observó que el número de flores evaluado a los 75 días, es un buen indicador para predecir el número de vainas por plantas y el rendimiento que puede alcanzar el cultivo. En ambos casos se garantiza que las variaciones de este parámetro en la fecha indicada, influye en más del 70 % de las variaciones que se obtienen en la cantidad de vainas por

plantas y el rendimiento que este cultivo alcanza en las condiciones del Valle de Caujerí.

Por otra parte se queda claro que el número de flores que dan lugar a vainas es alto, lo que asegura las magnificas condiciones ambientales del valle y la garantía de los tratamientos impuestos en las relaciones nutricionales que aseguraron rendimientos adecuados en este cultivo.

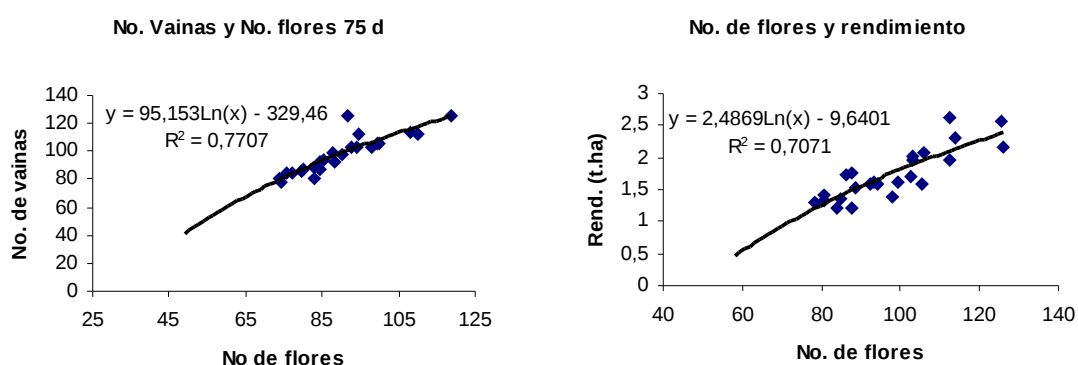


Figura 6. Relación del rendimiento y el número de vainas con el número de flores evaluada a los 75 días después de la siembra

Las relaciones establecidas entre los componentes del rendimiento (Fig. 7) muestran que la variable de mayor peso en la determinación del rendimiento es el número de vainas, donde el 67 % del rendimiento depende de las variaciones de esta variable. Además, el análisis muestra que para obtener rendimientos cercanos a una tonelada por hectárea, las plantas

deben promediar menos de 80 vainas, mientras la obtención de rendimientos superiores a $1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, estas deben alcanzar más de 100 vainas, siempre que el promedio de frutos por vaina se mantengan dentro de los rangos encontrados en este trabajo.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Wery *et al.* (1988) citados por Simorte *et al.* (2002), los que observaron que el número de vainas por plantas es el carácter principal que determina los incrementos del rendimiento en el cultivo del garbanzo. Además, el número de vainas por planta es el elemento que más varía, según lo encontrado en otras leguminosas (Pupiro *et al.* 2004).

Cuando se analizó el resto de las variables, solo el peso de 100 granos tiene influencia positiva pero muy débil. A medidas que aumentó el número de granos por vaina el rendimiento se modifica solo en un 20 % de forma negativa, demostrando la poca influencia de esta variable en los rendimientos. Esto se evidencia en el aumento del número de vaina y la disminución de la cantidad de granos por vaina en la misma figura.

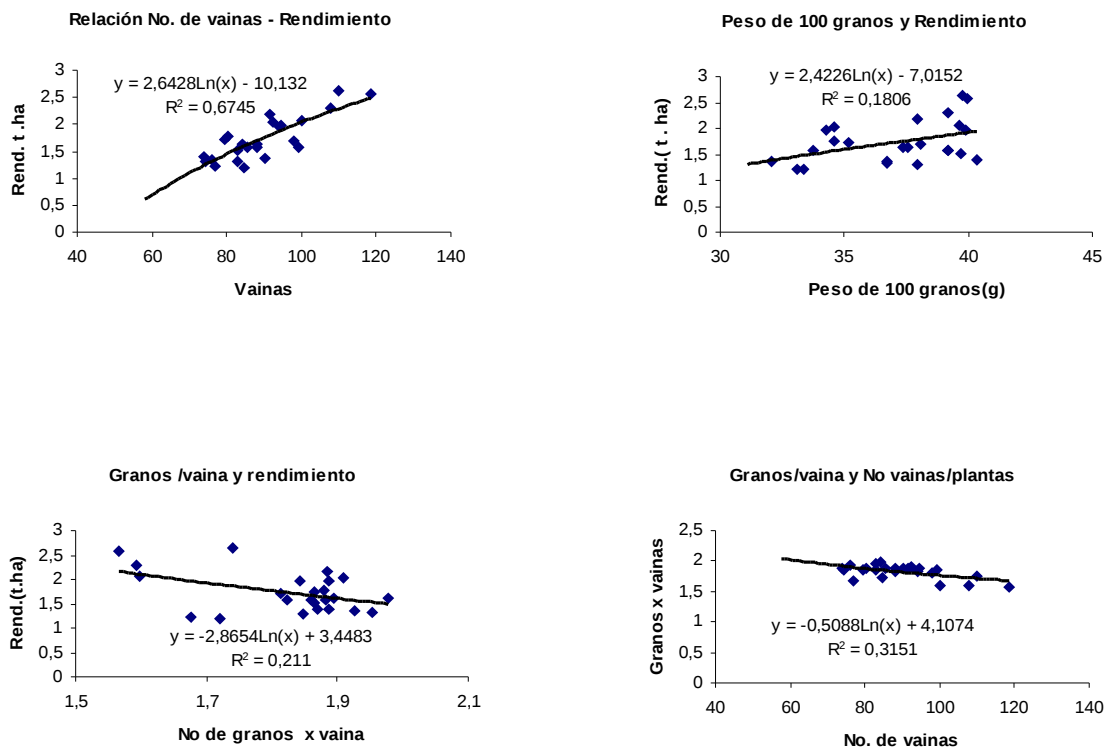


Figura 7. Relación de los principales componentes del rendimiento en el cultivo del Garbanzo

En la tabla 4 se aprecia que los costos incurridos en los diferentes tratamientos no son significativos, ya que solo varió en los precios de los biofertilizantes empleados y ellos tienen un bajo costo y se emplean en cantidades relativamente bajas.

Sin embargo, el valor de la producción difiere intensamente a favor de los tratamientos 4 y 2 basados en los más altos rendimientos alcanzados por estos tratamientos.

En todo lo anterior se sentaron las bases para la obtención por estos mismos tratamientos de las más altas ganancias con porcentajes superiores al 44 y 28 % respecto al tratamiento testigo.

Valorando en sentido general los resultados obtenidos y teniendo en cuenta además, las grandes ventajas que brinda desde el punto de vista ecológico y social el uso de bioestimulantes ecológicos para el cultivo, se hace evidente que la mejor variante resultó ser la aplicación combinada en la siembra de micorriza y FitoMás-E, en tres o cuatro momentos y con un marco de plantación de 0,90 x 0,30.

Es por ello que los resultados obtenidos en esta investigación se catalogan de satisfactorios, pues en la zona del valle de Caujeri los rendimientos que se están obteniendo oscilan alrededor de las 1,3 t.ha⁻¹, y con la utilización de un marco de plantación que garantizan una menor densidad de plantas por hectáreas.

Lo anteriormente expresado, reafirma que la aplicación de bioestimulantes es una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza dentro de la llamada "Agricultura sostenible, debido no solo a su bajo costo de producción, sino porque constituye una tecnología "Limpia", no contaminante del medio ambiente y que permite incrementar sustancialmente los rendimientos agrícolas con bajos gastos.

Tabla 4. Evaluación económica de los diferentes tratamientos en el cultivo del Garbanzo.

Tratamientos	Rendimientos (t. ha ⁻¹)	Costos (\$ t)	Valor de la producción (\$ t)	Ganancia (\$ t)
T1	1,3	1356,44	26848,90	25 492,46
T2	1,8	1367,69	37175,40	35 807,71
T3	1,6	1367,69	33044,80	31 677,11
T4	2,3	1368,94	47501,90	46 132,96
T5	1,6	1368,94	33044,80	31 675,86
T6	1,4	1365,19	28914,20	27 549,01

V- Vinculación de los resultados con la defensa de la patria

Estos resultados tienen gran vinculación con la defensa del país, debido al gran contenido proteico, la sustitución de importaciones y los bajos insumos necesarios para su

producción, donde se destaca la baja necesidad hídrica y mínimos daños causados por ataques de plagas.

Todo lo anterior convierte al garbanzo en uno de los granos estratégicos para mantener en adecuados niveles de alimentación a los combatientes y comunidades en las diferentes situaciones de la guerra.

VI- Conclusiones

1. El cultivo del Garbanzo (*Cicer arietinum*, L) mostró los mayores rendimientos cuando se combinó la aplicación de micorriza con el FitoMás-E en siembra, crecimiento y floración.

2. La variable de mayor peso en la determinación del rendimiento fue el número de vainas, donde el 67% del rendimiento depende de las variaciones de esta variable.
3. La adecuada densidad de plantas que mostró la mayor respuesta a la combinación de HMA y alta frecuencia de aplicación de FitoMás se logró con un marco de plantación de 0,90 x 0,30.
4. La aplicación combinada de micorriza y FitoMás demostró ser una práctica viable en la producción de garbanzo en el valle de Caujerí, con ganancias superiores a 46132,96, lo que representa un margen superior a 44% con relación al testigo.

VII- Recomendaciones

1. Utilizar la aplicación combinada de micorriza y FitoMás con marco de plantación de 0,90 x 0,30 en las producciones de garbanzo en las condiciones del Valle de Caujerí.
2. Evaluar estas combinaciones en otras condiciones de suelo y clima de la provincia de Guantánamo.

3. Determinar el porcentaje de colonización micorrízica que alcanza este cultivo con alta frecuencia de aplicación de FitoMás.
4. Que los resultados de esta tesis sean utilizados en los programas de superación de pre-gradados, postgrados y talleres a productores relacionados con la producción agropecuaria.

VIII- Referencias

1. Andrade, G., Linderman, R.G. and Bethlenfalvay, G.J. 1998. Bacterial associations with the mycorrhizosphere and hyphosphere of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. **Plant and Soil**, 202: 79-87.

2. Azcon, R., Ruiz-Lozano, J. and Rodriguez, R. 2001. Differential contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to plant nitrate uptake (^{15}N) under increasing N supply to the soil. **Can. J. Bot.**, 79 (10): 1175-1180.
3. Azcon, R., Ruiz-Lozano, J. and Rodriguez, R. 2001. Differential contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to plant nitrate uptake (^{15}N) under increasing N supply to the soil. **Can. J. Bot.**, 79 (10): 1175-1180.
4. Baath, E. and Spokes, J. 1989. The effect of added nitrogen and phosphorus on mycorrhizal grown response and infection in *Allium*. **Can J. Bot.**, 67: 3221-3232.
5. Barral, Y. 2004. Dosis de FitoMás en condiciones controladas en el municipio Yateras. Tesis opción de título de ingeniero agrónomo de montaña. p.27-62.
6. Bending, G.D and Read, D.J. 1997. Lignin and soluble phenolic degradation by ectomycorrhizal and ericoid mycorrhizal fungi. **Mycol. Research**, 101: 1348-1354.
7. Brundrett, M.C and Kendrick, W.B. 1990. The roots and mycorrhizae of herbaceous woodland plants. II. Structural aspects of morphology. **New Phytol.**, 114: 469-479.
8. Camejo, O; J. Bernal; D. Estrada. 1998. Efecto del ENERPLANT en el cultivo del tomate en condiciones de campo. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) Universidad de Granma (UDG) Unidad /Docente Contramaestre, Santiago de Cuba. 37 p.
9. Caminero, R. (2003). Dosis de FitoMás en el cultivo del

tomate (*Lycopersicum*) en condiciones semi-controladas en Santiago de Cuba .Trabajo de diploma en opción al título de ingeniero agrónomo. CUG. Facultad Agroforestal de Montaña.

10. Castro, F. 2000. Apuntes para una agenda del sur: Nuevo milenio en desarrollo. **Ciencia, Innovación y Desarrollo** (Cuba), 5 (2): 23-45.
11. Chaveco P. O. y García S. E.(2001). El Cultivo del Garbanzo. (*Cicer arietinum* L.) **Folleto**. Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín.
12. Chu, E.Y.y Diekmann, U. 1994. Efeito das actividades agrícolas em populacao de fungo endomicorrízico nativo do solo da Amazonia Oriental. Res. V REBRAM, Univ. Federal Sta. Catarina, Florianópolis.
13. CIF 2000. Producción de legumbres: Caracterización del sector garbanzo. Argentina.
14. Cordier, C., Pozo, M.J., Barea, J.M., Gianinazzi, S. and Gianinazzi-Pearson, V. 1998. Cell defence responses associated with localized and systematic resistance to *Phytophthora parasitica* induced by an arbuscular mycorrhizal fungus. **Mol. Plant-Microbe Interact.**, 11: 1017-1028.
15. Degens, B.P., Sparling, G.P. and Abbott, L.K. 1994. The contribution from hyphae, roots and organic carbon constituents to the aggregation of a sandy loam under long-term clover-based and grass pastures. **Eur. J. Soil**

Sci., 45: 459-46

16. Del Moral, (1994), El cultivo del garbanzo, Hoja Divulgadora, No 12, España.
17. Delgado N. Pino A. Izquierdo V. (2000) Evaluación del comportamiento del garbanzo (*c. Arietinum*) variedad Nacional I-29 en condiciones de suelo arenoso . CIGET Pinar del Río Vol. 2, No 2 Abril-junio. **ISSN 1562-3297**.
18. Duran J. 2002 . Normas de trabajo para las labores de rotura, gradeo y cultivo con tracción animal e condiciones edafoclimática del Valle de Guantánamo. Tesis de maestría en Opción al título de master en ciencias. En agroecología y agricultura sostenible.
19. Eason, W.R., Newman, E.I. and Chuba, P.N. 1991. Specificity of interplant cycling of phosphorus: the role of mycorrhizas. **Plant and Soil**, 137: 267-274.
20. Espindola, J.A. 1994. Influencia da adubacao da batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam). Res. V REBRAM, p. 46. Univ. Federal Sta Catarina, Florianópolis.
21. FAO. 2003 Manual sobre las necesidades nutricionales del hombre. Estudio sobre nutrición.
22. FAO. 1980. Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para extensionistas. Roma.
23. FAO. 1994. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Dilema del desarrollo y las políticas forestales, Roma.
24. Fernández, F. 1997. Uso, manejo y comercialización de

- los hongos micorrízicos VA. Conferencias en Curso de Maestría de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. INCA, La Habana.
25. Fernández, F., Gómez, R., Martínez, M.A. y de la Noval, B.M. 2001 Producto inoculante micorrizógeno. Patente No. 22 641. Cuba.
 26. Gomero, L. y Velásquez, H., 2001. Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos. Disponible en:<http://www.adas.co>. Rev:5/10/ 02.
 27. González L., A; y Gómez F, A. 2003. Diferentes dosis de FitoMás en el cultivo del Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Will). Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Centro Universitario de Guantánamo. Facultad Agronomía Montaña. Guantánamo. Cuba 63.p.
 28. Habte, C.M. and Soedarejo, M. 1995. Limitation of arbuscular mycorrhizal activity in *Leucaena leucocephala* by Ca insufficiency in an acid Mn-rich soil. **Mycorrhiza**, 5: 387-394.
 29. Hawkins, H.J. and George, E. 1999. Effect of plant nitrogen status on the contribution of arbuscular mycorrhizal hyphae to plant nitrogen uptake. **Physiol. Plant.**, 105: 694-700.
 30. Hernández, A., Pérez, J., Bosch., D. y Rivero, L.D. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, AGRINFOR, La Habana. 64 p.

31. Hernández, G., Cuenca, G. y García, A. 2002. Influencia de micorrizas arbusculares sobre el crecimiento y la utilización de nutrientes en *Vigna luteola*. Prog. Res. XIII Cong. Científ. INCA,. p. 67, La Habana.
32. Janos, D.P., Sahley, C.T. and Emmons, L.H. 1995. Rodent dispersal of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Amazonian Peru. **Ecol.**, 76: 1852-1858.
33. Jarstfer, A. and Farner, G. 1998. Arbuscular mycorrhizal development and fungi reproductive behaviour. **Mycorrhiza**, 8 (5): 237-242.
34. Jitendra, P., Srivastava, N., Nigel, J.H., Douglas, A. and Forno, T. 1996. Biodiversity and agricultural intensification. The World Bank. Washington DC.
35. Johnson, N C., Copeland, P.J. and Pflieger, F.L. 1992. A possible explanation for yield decline associated with continuous cropping of corn and soybean. **Mycorrhiza**, 2 (4): 387-390.
36. Johnson, N.C., Fleger, F.L., Crookston, R.K., Simmons, S.R. and Copeland, P.J. 1991. Vesicular- arbuscular mycorrhizas respond to corn and soybean cropping history. **New Phytol.**, 117: 657-663.
37. Kannaiyar, S. (1997): The Indian experience for using biofertilizers. En Biological Nitrogen Fixation: The Global Challenge and Future Needs: A Symposium, Roma, pp 69-70.
38. Koide, R.T. 2000. Mycorrhizal symbiosis and plant

- reproduction. En: Kapulnick, Y. and Douds, D.D. (eds.). Arbuscular mycorrhizas: physiology and function. Kluwer Academic Press, Dordrecht.
39. Lawrence, J.F. and Milner, R. 1996. Associations between arthropods and fungi. En: Orchard, A.E. (ed.). Fungi of Australia. Vol. 1B. Introduction. Fungi in the environment. ABRS/CSIRO, Canberra.
40. Lindahl, B., Stenlid, J., Olsson, S. and Finlay, R. 1999. Translocation of ^{32}P between interacting mycelia of a wood-decomposing fungus and ectomycorrhizal fungi in microcosm systems. **New Phytol**, 144: 183-193.
41. Little, L.R. and Maun, M.A. 1996. The 'ammophila problem' revisited: a role for mycorrhizal fungi. **J. Ecol.**, 84: 1-7.
42. López, R, Lobaina. J. 2005. Comportamiento de plantas hortícola con diferentes dosis de FitoMás E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Centro universitario Guantánamo.
43. López, R. 2005. Comportamiento de la habichuela con diferentes dosis de FitoMás E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo.
44. López, R.. 2003. Monografía FitoMás. S/p. Guantánamo. Cuba.
45. Marschner, H. 1998. Soil-root interface: biological and biochemical processes. En: Soil chemistry and ecosystem health. SSSA Spec. Pub., Madison.

46. Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant and Soil.**, 159: 89-102.
47. Martínez, R. 1994. El uso de biofertilizantes. Curso de Agricultura Orgánica. ICA. La Habana.
48. Mayea, S. 1995. Los biofertilizantes y su acción fitopatógena. Mem.III Enc. Nac. Bioplaguicidas y EXPOCREE, p. 41. INISAV, La Habana.
49. McGonigle, T.P. and Miller, M.H. 1996. Development of fungi below ground in association with plants growing in disturbed and undisturbed soils. **Soil Biol. Biochem.**, 28: 263-269.
50. Mcilwee, A.P and Johnson, C.N. 1998. The contribution of fungi to the diets of three mycophagous marsupials in *Eucalyptus* forests revealed by stable isotope analysis. **Funct. Ecol.**, 12: 223-231
51. Miller, M., McGonigle, T. and Addy, H. 1994. An economic approach to evaluate the role of mycorrhizas in managed ecosystems. **Plant and Soil.**, 159 (1):27-35.
52. Miller, R.M and Jastrow, J.D. 1992. The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. En: Mycorrhizae in sustainable agriculture. ASA. Spec. Pub. 54, Madison.
53. Miller, R.M., Hetrick, B.A. and Wilson, G.W. 1997. Mycorrhizal fungi affect root stele tissue in grasses. **Can. J. Bot.**, 75: 1778-1784.
54. Montano, R. 1998. Fitoestimuladores orgánicos para la agricultura. Resultado de Investigación, Informe

Técnico. Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA), MINAZ. Ciudad de la Habana, Cuba.

55. Morin, C., Samson, J. and Dessureault, M. 1999. Protection of black spruce seedlings against *Cylindrocladium* root rot with ectomycorrhizal fungi. **Can. J. Bot.**,
56. Newsham, K.K., Fitter, A.H. and Watkinson, A.R. 1995. Arbuscular mycorrhizal protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. **J. Ecol.**, 83: 991-1000.
57. Novo, R. 2002. Los biofertilizantes y la biofertilización. Conferencias Curso Internacional de Microbiología del Suelo, Quito.
58. Olsson, P.A., Bååth, E., Jacobson, L. and Söderstrom, B. 1996. Soil bacteria respond to presence of roots but not to mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Biol. Biochem.**, 28: 463-470.
59. Poulton y Col 2002. Mycorrhizal infection and high soil phosphorus improve vegetative growth and the female and male functions in tomato. *New Phytol.*, 154 (1): 255-267.
60. Primavesi, A. 1990. Manejo ecológico do solo. Agricultura em regioes tropicais, Sao Paulo.
61. Pupiro L. A, Vilches E, Núñez E, Gómez J, Báez M.y León P. 2004 Efecto del humus de lombriz en el rendimiento y las principales plagas insectiles en el cultivo del frijol

- (*Phaseolus vulgaris L.*) Cultivos Tropicales, vol. 25, no. 1, p. 89-95.
62. Riera, N. Manejo de la biofertilización con hongo micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo Ferralítico rojo. *Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.* –La Habana/INCA. 2003.
63. Rillig, M.C., Wright, S.F., Nichols, K.A., Schmidt, W.F. and Torn, M.S. 2001. Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. **Plant and Soil**, 233: 167-177.
64. Rivera, R. y Fernández, K. 2003. Bases científico-técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente. En: Rivera, R. y Fernández, K. (eds.). El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. Ed. INCA, La Habana.
65. Rodríguez, R. 1997 Compost como alternativa de nutrición de la lechuga. En: III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programas y Resúmenes. Universidad Central de Las Villas. p. 4.
66. Ruiz M. y Carvajal S. 2004 Tecnología para la biofertilización en el frijol.
67. Santanilla N, (2005). Capacidad del HMA de promover el crecimiento en planta de tomate. *Ecología Aplicada*. Vol.4 1 y 2pp. 47-51.

68. Shreiner, R.P., Mighara, K.L., McDaniel, H. and Bethlenfalvay, G.J. 1997. Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. **Plant and Soil**, 188: 199–209.
69. Sieverding, E and Toro, S. 1988. Influence of soil water regimes on VA mycorrhiza. V. Performance of different VAM fungal species with cassava. **J. Agron. Crop Sci.**, 161: 322-332.
70. Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizal in tropical agrosystems. GTZ, Munich.
71. Simard, S.W., Perry, D.A., Jones, M.D., Myrold, D.D., Durall, D.M. and Molina, R. 1997. Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. **Nature**, 388: 579-582.
72. Simorte T. Alarcon R. y Lacasta C. 2002. Perspectivas de nuevas variedades de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en la agricultura ecológica de secano. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural
73. Simpson, D. and Daft, M..J. 1990. Spore production and mycorrhizal development in various tropical crop hosts infected with *Glomus clarum*. **Plant and Soil**, 121:171-178.
74. Sivila, R. y Hervé, D. 1994. El estado microbiológico del suelo, indicador de la restauración de la fertilidad. En: Hervé, D., Genin, D. y Riviere, G. (eds.). Dinámica del descanso de la tierra en Los Andes. IBTA-ORSTOM, La

Paz.

75. SUKURAI, A. S, FUJIOKA. 1994. Production of brassinoesteroides in plan – cell cultures ACS Symposium series 474. **American Chemical Society**. Washington.
76. Teran, Z. 1998. Estudios preliminares de cinco estimulantes del crecimiento aplicado en cebolla cultivada en un sustrato de zeolita y abono orgánico. En: Programas y Resúmenes. XI Seminario Científico. INCA. La Habana. Nov 17 – 20. 135p.
77. Thompson, J.P. 1994. Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi from cropped soil overcomes long-fallow disorder of linseed (*Linum usitatissimum* L.) by improving P and Zn uptake. **Soil Biol. Biochem.**, 26: 1133-1143.
78. Trujillo. Y., López R. (2002). Estudio de Abono fermentado y bioestimulante FITOMÁS-E en la producción de rabanito. Trabajo de Diploma en defensa al título de ingeniería agrónoma, p. 9-11.
79. Vivekanandan, M. and Fixen, P.E. 1991. Cropping systems effects on mycorrhizal colonization, early growth, phosphorus uptake of maize . **Soil. Sci. Soc. Am. J.**, 55: 136-140.
80. Walker, T.L., Safir, G.R. and Stephenson, S. 1990. Evidence for succession of mycorrhizal fungi in Michigan asparagus fields. **Act. Hort.**, 271: 273-279.

81. Wright, S.F. and Upadhyaya, A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphen of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, 198: 97-107.
82. Zak, D.R., Gerigal, D.F., Gleeson, S. and Tilman, D. 1990. Carbon and nitrogen cycling during old field succession. Constraint on plant and microbial biomass. **Biogeochem.**, 11: 111-129.