



Ministerio de Educación Superior
Universidad de Guantánamo
Facultad Agroforestal de Montaña
Sede Universitaria de Costa Rica



Trabajo De Diploma

En opción al título de Ingeniero Agropecuario.

TITULO: Comportamiento del área foliar de plantas de guayaba (*Psidium guajava*, L) var. Enana Roja Cubana beneficiadas con biofertilizantes y FitoMas-E.

AUTORA: Aida Neovis Salazar Benítez.

TUTOR: Ing. Leudiyanes Ramos Hernández.

Marzo, 2011

"Año 53 de la Revolución".

PENSAMIENTO

La constancia, virtud que recomienda más al que la posee que el genio”

José Martí

AGRADECIMIENTO

- A nuestra Revolución Socialista que me ha permitido gratuitamente el estudio de esta carrera; a nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz por darnos la gran oportunidad.
- A mis tutores abusando de su maravilloso tiempo y regalándome su paciencia y sus conocimientos.
- A todos aquellos que me han apoyado en tan difícil tarea de formarme como ingeniera.
- Al claustro de profesores que me ayudó y abogó por mi, en especial a Leudiyanes Ramos Hernández por su incansable ayuda.
- A todos muchas gracias.

Dedicatoria este trabajo:

- Este trabajo de diploma lo dedico especialmente a mis dos hijos que me han dado amor, comprensión y paciencia para poder hacer realidad este sueño.

- A todos aquellos que han puesto su granito de arena y especialmente a Padilla, Hodelin y a mi hermano Alberto y muy especialmente a mi mamá y con privilegio a mi querida abuela Nieve Benítez Girón.

También quisiera con mucho respeto a dos compañeras muy especiales: a Odalis Castillo y Greity Thaireaux que en los momentos más difíciles de mi vida me dieron su gran apoyo desinteresadamente y hoy les estoy muy agradecida.

. Gracias por tan noble gesto a Nora Guilarte por su cooperación entre mis hijos y yo, que ha sido como mi pie de amigo y su magnífico tiempo.

Entre tantas razones por este acontecimiento maravilloso que me he propuesto salir adelante, doy mis sinceros consentimientos de gratitud a mi gran y único amigo que en horario inoportuno nunca me rechazo y me tomo como su único amigo y nunca dijo no.

Gracias amigo mío por tu comprensión. y gentileza al padre de mis dos hijos.

.Con mucho amor a mis hermano Pancho Zenaida y Mito mi buenas vecinas Lurdes y Olivia también por que no Edilberto que económicamente me han ayudado, gracias les estoy muy agradecida infinitamente, Gracias

Resumen

El experimento se realizó en la UBPC "Hermanos Sánchez", municipio "El Salvador", desde octubre de 2009 a abril de 2010, con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación combinada de biofertilizantes y FitoMas-E sobre el área foliar de la guayaba, var. Enana Roja Cubana de tres edades diferentes. Entre las variables objeto de estudio se encontraron: cantidad de hojas, área foliar, índice de eficiencia del área foliar y el rendimiento. Para la conformación de los tratamientos se tuvo en cuenta la incorporación de humus de lombriz, micorriza, AZOMEG, FitoMas-E y el 75% de la fertilización mineral en cada una de las edades estudiadas 6, 12 y 36 meses, respectivamente. Se trabajó sobre un diseño de parcelas divididas y los datos se procesaron mediante el paquete estadístico STATISTIC, versión 6.1. Los resultados arrojaron que la aplicación de FitoMas-E, Biofertilizantes y el 75% del fertilizante mineral tuvo un efecto positivo sobre el área foliar de las distintas edades de las plantas estudiadas, pero el efecto mas notable se logró en las plantas de 6 meses de edad ya que su índice de eficiencia de área foliar en las primeros 60 días fue superior estadísticamente, con un aumento progresivo en el tiempo. Aunque con el fin de consolidar los resultados se recomienda repetir el experimento con otros métodos de cálculo de área foliar y con un testigo de referencia para cada una de las edades.

Abstract

The experiment was carried out in the UBPC "Hermanos Sánchez ", municipality "El Salvador ", from October of 2009 to April of 2010, with the objective of determining the effect of the application combined of biofertilizer and FitoMas-E on the foliate area of the guava, var. Midget Red Cuban of three different ages. Among the variables study object they were: quantity of leaves, foliate area, index of efficiency of the foliate area and the yield. For the conformation of the treatments one kept in mind the incorporation worm humus, micorriza, AZOMEG, FitoMas-E and 75% of the mineral fertilization in each one of the studied ages 6, 12 and 36 months, respectively. It worked on a design of divided parcels and the data were processed by means of the statistical package STATISTIC, version 6.1. The results hurtled that the application of FitoMas-E, Biofertilizer and 75% of the mineral fertilizer had a positive effect on the foliate area of the different ages of the studied plants, but the more notable effect was achieved since in the plants of 6 months of age, because its index of efficiency foliate area in the first 60 days it was superior statistically, with a progressive increase in the time. Although with the purpose of consolidating the results is recommended to repeat the experiment with other calculation methods of the foliate area and with a reference witness for each one of the ages.

| ÍNDICE. | Pág. |
|---|-------|
| I. | 1-3 |
| INTRODUCCIÓN----- | |
| --- | |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA----- | 4-22 |
| 2.1- Clasificación taxonómica----- | 4 |
| 2.2- Cultivares explotados en Cuba----- | 4-5 |
| 2.3- Los hongos micorrizógenos arbusculares----- | 5-15 |
| 2.4- <i>Azotobacter</i> ----- | 16 |
| 2.5- <i>Bacillus megatherium</i> ----- | 16-17 |
| 2.6- Fitomas-E----- | 17-22 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS----- | 23-26 |
| 3.1- Ubicación del experimento----- | 23 |
| 3.2- Montaje experimental----- | 23-24 |
| 3.3- Variables de respuesta vegetal----- | 24 |
| 3.4 - Diseño experimental y análisis estadísticos----- | 25 |
| 3.5- Valoración económica----- | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN----- | 26-32 |
| 4.1- Análisis del número de hojas y el área foliar de plantas de guayaba Enana Roja Cubana----- | 26-28 |
| 4.2- ÍNDICE DE EFICIENCIA DE ÁREA FOLIAR----- | 29-30 |
| 4.3- VELOCIDAD DE CRECIMIENTO----- | 30-31 |
| 4.4- Comportamiento del rendimiento plantas de guayaba enana roja cubana con tres edades diferentes----- | 31-32 |
| V. CONCLUSIONES----- | 33 |
| VI. RECOMENDACIÓN----- | 33 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA----- | 34-42 |

I. INTRODUCCIÓN.

La guayaba (*Psidium guajava*, L.), es oriunda de América tropical continental, pertenece a la familia de las *mirtaceae* y al género *Psidium*, es la especie más valiosa de este género. Es una fruta de gran aceptación popular y que puede utilizarse como suplemento alimentario, en la medicina, etc. Esta fruta es fuente natural de vitaminas y sales minerales. En tal sentido se destaca por su alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C), que en ocasiones sobrepasa los 400 mg/100 gr de pulpa, además es rica en carbohidratos, sales minerales, fósforo y calcio (MINAG, 2005).

Se considera que en Cuba la guayaba se encontró en la época del descubrimiento y su dispersión por la isla se realizó paulatinamente y en la actualidad su importancia es tal, que algunos países la incluyen en el estudio de su flora (Peña *et al.*, 1998).

El incremento de la producción de guayaba hasta los niveles necesarios para cubrir las aspiraciones crecientes de una población en expansión, debe ser la meta de una agricultura sostenible. El compromiso social actual de los profesionales de la agricultura, es buscar las estrategias de producción que proclamen la reparación de daños causados al ambiente por el propio hombre y dirigir la atención hacia nuevos y exitosos métodos de trabajo, buscando alternativas que mejoren de forma decisiva la producción de alimentos para la presente generación y no comprometan la seguridad alimentaria de las generaciones futuras (Trujillo y López, 2002).

En el marco del desarrollo agrícola sostenible para la producción de guayaba, cabe decir entonces, que sería de gran utilidad el empleo de productos beneficiosos sobre el medio ambiente y el hombre, tal es el caso del FitoMas-E, las micorrizas, el *Azotobacter chroococcum* y el *Bacillus megatherium var. phosphaticum*.

El FitoMas es un estimulante derivado de la caña de azúcar con el cual se han obtenido buenos resultados productivos en diferentes hortalizas. Por ejemplo en quimbombó (Echevarría, 2004), pepino (López y Vera, 2003) habichuela y rabanito (López, Montano y Bombalé, 2004) tomate (Arozarena 2005), lechuga (Ramos y Martínez, 2006), etc.

Montano (1998) por su parte utilizando el FitoMas E en el cultivo de la caña de azúcar incrementó en un 27% el rendimiento agrícola y logró realizar sustitución en la dosis de fertilización convencional.

Mientras los hongos micorrizícos arbusculares (micorrizas) permiten favorecer la absorción de nitrógeno a través de efectos indirectos y de su relación con otros microorganismos del suelo. También pueden asimilar fósforo a través de las hifas y las raicillas infectadas de la planta por el hongo, son capaces de tomar el fósforo del suelo en varias formas y transferirlo a las plantas (Siquiera y Franco, 1988).

De manera general la inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca, un marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrientes tales como: P, N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo y B, (Koide, 1991 y Marschner y Dell , 1994).

Las plantas inoculadas con micorrizas pueden soportar mejor el stress hídrico gracias al papel que juegan estas en el crecimiento y desarrollo de las plantas, las micorrizas también se pueden asociar a diferentes microorganismos del suelo tales como las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) como ***Azotobacter chroococum*** y el ***Bacillus megatherium var. phosphaticum***, estas bacterias permiten establecer relaciones mutualistas con los HMA (Fitter y Garbaye, 1994; Höflich ***et al.***, 1994 y Gryndler, 2000).

Azotobacter chroococum por ejemplo puede fijar el nitrógeno atmosférico (Rubenchik, 1963 Yate y Campbell, 1989) producir a través de su metabolismo,

sustancias beneficiosa para las plantas, capaz de ejercer estímulos en los diferentes órganos vegetales, entre ellas se encuentran auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos y vitaminas (González- López *et al.*, 1986).

Mientras *Bacillus megatherium var. phosphaticum* es una bacteria solubilizadora del fósforo que esta presente en el suelo, además es capaz de sustituir hasta un 70% del fertilizante fosfórico que se aplica a los cultivos, ya que pone a disposición de las plantas el fósforo insoluble que se encuentra almacenado y fijado en el suelo y lo transforma en forma asimilable para las plantas (Chirinos Leal y Montilla, 2006).

Por tal razón y en aras de aprovechar las bondades que brindan todos estos productos se hace necesario incursionar en investigaciones donde se pueda integrar el conocimiento generado hasta la fecha y obtener información científicamente valiosa para el trabajo futuro.

Problema: El desconocimiento sobre el comportamiento del crecimiento de plantas guayaba Enana Roja Cubana sometidas a una fertilización órgano-mineral nunca antes estudiada.

Hipótesis.

La aplicación combinada de FitoMas-E, biofertilizantes y el 75% de la fertilización mineral en el cultivo de la guayaba Enana Roja Cubana permite mantener un adecuado ritmo de crecimiento expresado en el área foliar del cultivo.

Objetivo general.

- ✓ Evaluar la influencia de la aplicación de la combinación de FitoMas-E, Biofertilizantes y el 75% del fertilizante mineral sobre el área foliar de la guayaba Enana Roja Cubana con diferentes edades.

Objetivo Específico:

- ✓ Evaluar el índice de eficiencia de área foliar del tratamiento con biofertilizantes, FitoMas-E y el 75% de la fertilización mineral.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA. Según, Roig (1965) y León (1987).

Reino: *Eukaryota*

División: *Spermatophyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Magnoliatae*

Familia: *Myrtaceae*

Género: *Psidium*

Especie: *Psidium guajava*, L.

2.2- CULTIVARES EXPLOTADOS EN CUBA.

E.E.A 18-40 (Enana Roja Cubana).

Seleccionada en el año 1962 en la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, La Habana; de una planta de semilla polinizada libremente del cultivar 'Indian Pink'. Árbol de porte pequeño (3.0m a los 10 años de plantado). Frutos de diferentes formas y tamaño, pero generalmente son aperados de pulpa roja-rosada. Cultivar muy prolifero de alto potencial productivo (100 t. ha⁻¹ al año). El follaje es de color verde oscuro (MINAGRI, 1985 y Peña *et al.*, 1998).

E.E.A 1-23.

Su origen es igual que la anterior. Árbol de porte pequeño, más ancho que alto. Frutos algo ovalados de tamaño mediano a grande; pulpa color rosado. Alto potencial productivo (50 t.ha⁻¹. año plantado a 5.0 x 2.0 m). Las hojas son grandes y color verde claro (Escobedo *et al.*, 1981).

Belic. L-97.

El árbol es grande, algo denso y con ramas extendidas; hojas grandes, lanceoladas, de color verde intenso, su copa puede alcanzar más de 5 m de diámetro a una altura próxima a los 4m, fruto grande algo ovalado y presenta pocas semillas, presenta un epicarpio de superficie lisa, fino y de color verdoso, el mesocarpio es de color rojo,

algo arenoso y muy dulce. Tiene uso industrial y se consume como fruta fresca, pudiendo producir más de 20 t.ha⁻¹ al año en cultivo extensivo (Mederos, 1988).

Suprema Roja.

Es considerada como una de las mejores variedades clonales que existen en Cuba, se caracteriza por ser un árbol de gran tamaño, con copas bien formadas, sus ramas son fuertes y robustas, con hojas de color verde intenso, su fruto es grande, redondeado, de alta calidad, buen sabor y pocas semillas (MINAGRI 2004).

2.3- LOS HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES.

Caracterización, descripción y funcionamiento de los HMA.

Según Siquiera y Franco (1988) la definición más moderna del término Micorrizas es: “Simbiosis endofítica, biotrófica y mutualista prevaeciente en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y la perfecta integración morfológica entre el hongo y la planta para la regulación de funciones y el intercambio de metabolitos, con beneficios mutuos”.

Las Micorrizas se agrupan sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en: Ectomicorrizas, Ectendomicorrizas y Endomicorrizas

Ectomicorrizas: Su característica es la penetración de las hifas del hongo entre las células de la corteza radicular formando un manto fúngico o “red de Harting”. Provoca cambios anatómicos que producen el crecimiento dicotómico de las raíces, fragmentando las mismas. Se pueden visualizar macroscópicamente.

Ectendomicorrizas: Presentan características intermedias entre las Ectomicorrizas y las Endomicorrizas, su distribución es restringida.

Endomicorrizas: Se caracterizan por penetrar en el interior de las células corticales, pero no atraviesan la membrana protoplasmática; no forman manto ni modificaciones morfológicas evidentes en las raíces y son difícilmente apreciables a simple vista. Este grupo incluye los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) que constituyen la simbiosis más extendida sobre el planeta.

En Cuba las investigaciones comenzaron en 1973 y se han realizado prospecciones y ubicaciones taxonómicas de varias cepas de HMA en diferentes zonas del país, con el objetivo de reproducirlas. Dentro de las principales cepas aisladas se encuentran IES-3. *Glomus spurgum*, IES-4. *Glomus aggregatum*, IES-5. *Glomus mosseae* e IES-7. *Glomus etunicatum*, todas prospectadas en Topes de Collantes; también la IES-6. *Glomus etunicatum* de Pinar del Río. Estas cepas han resultado ser eficientes en varios cultivos y están registradas en el cepario del Instituto de Ecología y Sistemática (Furrazola **et al.**, 1992).

Se han desarrollado diferentes productos comerciales en Cuba y en el extranjero, basados en los HMA (MicoFert®, EcoMic®, BIOCAS y MANIHOTINA), utilizándose con éxito en diferentes cultivos como: posturas de cafetos, cítricos y frutales, adaptación de vitroplantas, semilleros de hortalizas, leguminosas, raíces y tubérculos, entre otros (Siqueira y Franco, 1988; IES, 1995; INCA, 1998).

Sánchez **et al.** (2000a), han señalado que los HMA no se desarrollan en medio de cultivo artificial y que el mismo tiene que ser en presencia de una planta hospedera, debido a la ausencia de síntesis propia de ácido desoxirribo nucleico (ADN).

Para el funcionamiento de los HMA, las hifas que recorren el suelo, procedentes de esporas o de otros propágulos, se ponen en contacto con

las raicillas y forman la estructura conocida como “apresorio” sobre las células epidérmicas de la región posterior a la meristemática. A partir de este cuerpo las hifas penetran en la epidermis de la raíz, colonizando la región cortical y pasando a las capas más internas de la corteza sin llegar a atravesar la endodermis ni penetrar en el meristemo radical.

El hongo en el interior de la raíz avanza tanto en la dirección del crecimiento de la misma, como hacia las capas más internas de la corteza y cuando se encuentra cerca de la endodermis, comienza la formación de los “arbúsculos” en el interior de las células corticales más internas, pero sin penetrar en la membrana protoplasmática (Siqueira y Franco 1988).

Los arbúsculos tienen la función fundamental de realizar los intercambios entre la planta y el simbionte; por su parte el micelio externo o extramático del hongo forma una red bien distribuida en el suelo, en busca de nutrimentos y agua, debido a la explotación de sitios inasequibles para las raíces de plantas no micorrizadas; lo que representa la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor en las plantas micorrizadas.

Finalmente se considera que en el procedimiento seguido en el estudio e investigaciones de los HMA deben tenerse en cuenta cuatro aspectos fundamentales: 1) aislamiento y caracterización de especies, 2) ensayos de efectividad en los cultivos, 3) establecimiento de las técnicas para la reproducción masiva para su introducción en la práctica y 4) desarrollo de tecnologías de aplicación eficientes en los sistemas agrícolas.

Los HMA contribuyen a mejorar la productividad y calidad de los cultivos, por lo que se hace necesario tener en cuenta dos enfoques principales para su utilización: 1) introducción en la rizosfera de la planta, de especies altamente eficientes y 2) realizar prácticas de manejo para optimizar el

beneficio de las especies nativas, mediante adecuada fertilización, el empleo de pesticidas y otros biopreparados compatibles y el mejoramiento de los suelos (Ruiz Martínez, 1984; Saif y Sieverding, 1985; Ferrer y Herrera, 1991).

Principales ventajas o beneficios con el uso de los HMA.

Dentro de los principales beneficios que brindan los HMA se encuentran los siguientes (INCA, 1998; Ruiz, 2001; Ruiz *et al.*, 2006):

- Incrementan el crecimiento y rendimiento de las plantas.
- Aumentan el aprovechamiento de los fertilizantes y los nutrientes del suelo.
- Disminuyen el costo por concepto de aplicación de fertilizantes minerales.
- No degradan y mejoran la estructura de los suelos.
- 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.

Son varios los autores que han indicado el aporte realizado por los HMA en la nutrición de la planta, cuando se logra una eficiente simbiosis hongo-raíz. Safir (1980) y Primavesi (1990) han señalado que los HMA en condiciones favorables, aumentan la capacidad de la planta de movilizar y absorber fósforo (P), N, K, azufre (S), Ca, hierro (Fe), cobre (Cu) y Zn, además de defender el espacio radical con las excreciones de antibióticos.

Lo anterior permite plantear que una de las vías principales del efecto agrobiológico de la micorrización es el mejoramiento de la absorción de nutrientes y que los HMA disminuyen los índices críticos de los mismos, tanto en el suelo como en la planta (Siqueira y Franco, 1988).

Por su parte Ferrer y Herrera (1991) indicaron que la utilización de los HMA en los cultivos no implica que se deje de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y se puede disminuir la dosis entre el 50 y 80 %.

También se mencionan otros beneficios no menos importantes como el papel de los HMA sobre las poblaciones microbianas del suelo para mejorar el traslado del N entre las plantas micorrizadas, aspecto que fue demostrado mediante el N15 (Hamel *et al.*, 1991).

El efecto de los HMA como reguladores de la absorción de metales pesados por la planta tales como Zn, Cu, Mn, Ni y Cd, en dependencia de su concentración y movilidad, lo que implica el enorme potencial que representa la utilización de los hongos micorrizógenos para la inoculación de plantas en suelos degradados y suelos ácidos con altos tenores de metales pesados y otras áreas de estrés (Nogueira y Harris, 1994).

En otro ensayo (Ahiabor e Hirata, 1994) se comprobó que en un suelo con 72 ppm de P en la capa arable y menos 0,1 ppm de P en el subsuelo, el incremento de las raíces debido a la micorrización fue mayor en el subsuelo, además los HMA aumentaron la concentraciones de P, K y Ca en las raíces.

Lares *et al.*, (1992) determinaron el efecto de varios niveles de los HMA contenidos en la rizosfera con dos niveles de P (0 y 50 ppm) sobre la micorrización, el contenido de P, Zn, Cu y algunos componentes del rendimiento de la yuca. Porcentajes de colonización de raíces de 5 % o más al inicio es suficiente para que la planta alcance al final niveles por encima del 70 %. Con o sin P, la ausencia de los HMA afecta drásticamente el rendimiento.

Sobre las ventajas de los HMA han informado varios autores. En el INCA (1998) se ha señalado que los HMA incrementan el crecimiento de las plantas y los rendimientos agrícolas, los cuales oscilan por lo general entre 20 y 60 %; también aumentan el aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo, y por consiguiente, disminuyen los costos por concepto de aplicación de estos insumos, no degradan los suelos, contribuyendo a la regeneración de los mismos.

Se plantea que de las cantidades de fertilizantes minerales aplicados, sólo se aprovecha alrededor del 50 %, alguna cita sin embargo con la utilización de los HMA puede ser recuperado por la planta un porcentaje mayor. Mientras que un pelo radical puede poner a disposición de las raíces los nutrientes y el agua que se encuentra hasta 2 mm de la epidermis, las hifas del micelio extramátrico de los HMA pueden hacerlo hasta 80 mm, lo que representa para la misma raicilla la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor.

Sánchez *et al.*, (2000a), en viveros de cafetos, comprobó que cepas eficientes de HMA producen incrementos significativos en las extracciones de N y P por la planta, obteniendo índices de eficiencia (IE) de las extracciones entre 30 y 45 % en dependencia del tipo de suelo y su fertilidad.

Por su parte, Fernández (1999) encontró que los incrementos obtenidos en la absorción fueron similares en los tres macronutrientes (N, P y K), no indicando preferencia de los HMA por un elemento u otro.

Algunos factores que influyen en la eficiencia de los HMA.

Son múltiples los factores que influyen o condicionan la eficiencia de este microorganismo dentro del sistema suelo-planta, algunos han sido más estudiados que otros y en muchos casos las investigaciones se han realizado de forma aislada o no enfocadas directamente hacia ese

objetivo, no obstante, a continuación se hace referencia a algunos de ellos que están dentro de los más importantes y estudiados.

El suelo.

El efecto del suelo y su fertilidad sobre la eficiencia de los HMA ha sido un aspecto investigado, a nivel mundial, donde se han reportado numerosos criterios:

La mayoría de los autores indican que la eficiencia de los HMA está estrechamente vinculada a los suelos pobres de baja fertilidad y que la aplicación de altos niveles de nutrientes sobre todo de P, disminuyen o inhiben su efecto beneficioso (Stille, 1938; Katznelson *et al.*, 1948; CIAT, 1981; Potty, 1984; Burckhardt y Howeler, 1985; Siqueira y Franco, 1988; Sieverding, 1991; Orosco y Gianinazzi-Pearson, 1993); sin embargo, Fernández (1999), encontró respuesta a la inoculación con especies eficientes de HMA en suelos Pardos y Ferralíticos para condiciones de media a alta fertilidad de los mismos.

Aún cuando la información sobre el efecto de la materia orgánica (MO) en los HMA a nivel internacional es limitada, algunos prestigiosos investigadores (Martínez Viera, 1986; Herrera, 1991) han informado que la MO constituye un elemento importante a considerar en la efectividad de los HMA, además de contribuir con la fertilidad de los suelos.

Desde épocas remotas varios autores han señalado que la variación del pH en el suelo tiene un efecto importante sobre el aumento o disminución de la flora fúngica y bacteriana, (Timonin, 1940; Winter, 1951; Richards, 1965).

Según Russell y Russell (1959) el efecto de la reacción del suelo puede ser muy marcado bajo condiciones de extrema acidez, aunque el efecto de la concentración del ión hidrógeno (H⁺) puede ser de menor importancia que

los efectos asociados a la falta de Ca y P o la presencia de compuestos de Mn y Al solubles. Sin embargo, Gerdeman y Trappe (1974) informaron distribuciones de *Glomus mosseae* en suelos alcalinos y Mosse (1972) refirió que *Glomus fasciculatum* se encontró en suelos ácidos.

Primavesi (1990) indicó que la microbiota de los suelos tropicales está adaptada a pH entre 5,3 y 6,1 y puede decirse que en los suelos con pH 5,6 la mayoría de los microorganismos benéficos se desarrollan y sus enzimas se activan. También señaló que la influencia del pH es clara, observándose que los microorganismos activos en la movilización del P son aerobios y necesitan pH alrededor del neutro para su actividad en la rizosfera. La existencia de determinados microorganismos como los fijadores de N, agregadores del suelo y movilizadores de nutrientes, es también dependiente del pH, señalando que para los primeros un suelo con pH 4,5 permite su presencia y que el óptimo es de 5,6.

Ferrer y Herrera (1991) señalaron que el pH es un factor que puede afectar el desarrollo de la simbiosis de los cultivos con los HMA, que las diferentes especies del hongo tienen distintas preferencias por el pH; por su parte Potty (1984) informó que el pH óptimo para el desarrollo de los HMA es de 5,5-6,0.

De Miranda y De Miranda (1994) determinaron el efecto de la acidez del suelo sobre la eficiencia de los HMA nativos, estudiaron 25 especies y tres niveles de pH: 4,7; 5,3 y 5,8; la especie *Glomus manihotis* fue la más eficiente en el pH más bajo, *Glomus* spp. y *Entrophospora colombiana* lo fueron a los pH más altos.

Cañizares y Azcón-Aguilar (1993) probaron las especies de HMA combinadas procedentes de suelo alcalino con micro flora de pH alcalino y ácido en sustratos con pH alcalino y ácido. El mismo procedimiento se

utilizó pero empleando especies aisladas de suelos con pH ácido. Se comprobó la influencia de la micro flora del suelo en la adaptabilidad de los HMA a diferentes condiciones de pH hasta el punto que las interacciones de estos pueden amortiguar el efecto del cambio de pH; también se comprobó la existencia de comportamientos individuales de las especies.

Por su parte Maschio **et al.**, (1994a) comprobaron la relación entre los HMA y las características químicas de un suelo ácido degradado.

El resultado mostró que el número de esporas aumentó en los suelos más ácidos con valores de pH 4,2 y contenido de 5,2 ppm de P; la relación entre la cantidad de esporas, los valores de P y pH se debió a la mayor colonización de las raíces por HMA como consecuencia de la absorción de Ca y Mg como sustituto del H y Al en la solución del suelo y a la mayor producción de fosfatos ácidos que facilitan la solubilización del P.

Howeler (1985) encontró que algunas especies de HMA son específicas para ciertas condiciones, pero otras están adaptadas a diversas condiciones edafoclimáticas y toleran variaciones en la acidez, fertilidad, niveles de N y K del suelo. Según Hall **et al.**, (1977) y Ferrer y Herrera (1991) el contenido alto de P asimilable en el suelo puede provocar tenores altos en el interior de las raíces, lo que baja la permeabilidad de las membranas y disminuye los exudados afectándose la penetración del hongo en la raíz, por lo que es necesario establecer el nivel crítico de P por encima del cual no hay respuesta positiva a la inoculación.

Sobre la influencia de la profundidad del suelo en los HMA se han realizado algunos estudios. Maschio **et al.**, (1994b) determinaron el comportamiento del hongo a dos profundidades del suelo y se constató que entre 0 y 20 cm la producción de esporas tuvo relación directa con los tenores de Al e inversa con el Ca, mientras que el porcentaje de

colonización de las raíces se relacionó directamente con el Ca e inversa con el Al.

Para la profundidad de 20-40 cm las esporas y la colonización correlacionaron con los suelos de mayor contenido de arena, Ca y Mg y menor de K. Se obtuvo que el factor más importante no fué la profundidad, sino la variación del contenido de P con la profundidad.

Junior **et al.** (1994) informaron sobre la ocurrencia natural de las esporas de HMA

a 4 m de profundidad en el suelo para diferentes ecosistemas. Los géneros predominantes en los ecosistemas fueron *Glomus* y *Acaulospora*; las especies *Glomus microcarpum* y *Glomus etunicatum* fueron las únicas existentes a 4 m; *Acaulospora scrobiculata* y *Acaulospora morrowae* predominaron hasta 0,5 m de profundidad.

Se reportó la influencia de los HMA como aglutinadores de microagregados y mejoradores de la estabilidad estructural donde se sugiere que el mecanismo agregador está dado por las hifas del hongo y la producción de polisacáridos extracelulares (Tisdall, 1991).

Según Sieverding (1984a y 1988) en ensayos para determinar el efecto de la temperatura del suelo (20 y 30 °C) sobre la eficiencia de los HMA comprobó que todas las especies de HMA tenían mayor efectividad con la temperatura de 30 °C en el suelo.

Grey (1991) evaluó la influencia de la temperatura del suelo sobre la colonización de las raíces por HMA en dos tipos de suelos. El número de plantas micorrizadas y la proporción e intensidad de las raíces colonizadas aumentó a mayor temperatura del suelo, comprobando que el HMA *Glomus*

microcarpum en un suelo de EE UU, apareció a una temperatura de 110C; mientras que un suelo de Siria contenía *Glomus hoi* y toleró 26 °C.

Se ha demostrado por Herrel y Gerdeman (1980) que los hongos micorrizógenos proveen a la planta de resistencia al daño por sales. Levy **et al.** (1983) reportaron que existen especies de HMA que fueron más tolerantes a altas concentraciones de sales, mientras otras que se encontraron en suelos de baja salinidad fueron menos tolerantes.

La planta.

Los HMA son encontrados naturalmente en todos los ecosistemas terrestres, reportándose que aproximadamente el 95 % de todas las especies del reino vegetal son micotróficas (Sieverding, 1991). Al respecto, Trappe (1987) después de haber consultado más de 3000 publicaciones y reportes, consideró que en las especies vegetales tropicales sólo el 13,4 % no forman micorrizas, el 70,9 %, forman micorrizas con HMA y el 15,7 % la forman con otros grupos no arbusculares.

Por su parte Tester **et al.** (1987) y Primavesi (1990) han señalado que existen unas pocas familias de plantas que no forman usualmente micorrizas, debido a la existencia de posibles compuestos fungitóxicos en los tejidos de sus raíces, entre otras causas.

Mientras que Siqueira y Franco (1988) han informado que los factores relacionados con la planta, especie, variedad, cultivar, estado nutricional, edad y presencia de compuestos fungistáticos o alelopáticos; ejercen gran influencia sobre la micorrización. Los HMA en general son poco específicos, cuando se comparan con otros sistemas biotróficos, o sea que son considerados universales.

La especificidad de los HMA está definida como la capacidad para establecer asociaciones y no debe confundirse con la efectividad o eficiencia simbiótica, que es la capacidad del hongo de producir crecimiento u otro beneficio para la planta, bajo determinadas condiciones. Varias especies de hongos producen elevada infectividad, pero son poco efectivos para incrementar el crecimiento y la absorción de nutrientes por la planta, así como reducir los daños causados por microorganismos fitopatógenos.

Siqueira y Franco (1988) definieron la dependencia micorrízica como: “El grado en que la planta depende del hongo, para su crecimiento o producción máxima, a un nivel de fertilidad determinado”; teniendo en cuenta este concepto agruparon las plantas en:

Micorrízicas obligatorias: Son aquellas que tienen crecimiento extremadamente reducido en ausencia de HMA. Cuando se inoculan, presentan alto grado de colonización y beneficio mutuo con la simbiosis. Incluye plantas con raíces cortas, gruesas y de poco desarrollo de los pelos absorbentes; como por ejemplo la guayaba, los cítricos y las leguminosas tropicales entre otras.

Micorrízicas facultativas: Poseen un sistema radical más desarrollado y eficiente para la absorción de agua y nutrientes. Generalmente presentan más bajo grado de colonización que las del grupo anterior, las gramíneas son consideradas en este grupo.

No micorrízicas: Incluye las plantas que no forman micorrizas o poseen colonización pasiva; como ejemplo se pueden citar las crucíferas. Sieverding (1991) consideró como cultivos altamente micotróficos a la yuca, boniato, malanga, ñame, soya, maíz, sorgo, tabaco y pastos

tropicales entre otros. Mientras que el trigo, frijol y tomate pueden colonizarse a un nivel moderado.

2.4- AZOTOBACTER.

Son bacterias que poseen un complejo enzimático capaz de reducir el N atmosférico a amonio para ser asimilado por las plantas.

Según Martínez y Dibut (1993) dentro de este género existen microorganismos capaces de producir sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal y del desarrollo vegetal. Estas bacterias producen sustancias hormonales como: auxinas, citoquininas y giberelinas las cuales son de por excelencia estimuladoras del crecimiento y mediante la acción conjunta de estas sustancias facilitan otras funciones como la germinación en las semillas y la aceleración del desarrollo de las plántulas, siempre que sea adecuada la población de bacterias en la zona radical de las plantas.

La capacidad de fijación de estas bacterias varía considerablemente en dependencia de la composición del medio nutritivo, de su acidez, de la temperatura y de la aireación que existe en el suelo además de la presencia de fuentes nitrogenadas combinadas y de los microelementos existentes, (Martínez-Viera y Hernández, 1995).

Numerosas han sido las investigaciones que se han hecho acerca de este conjunto de microorganismos en el sentido del comportamiento de los rendimientos que se han obtenido con diversos cultivos como: trigo, col, cebolla y otros, según reporta la FAO (1983) citado por García (1996).

2.5- BACILLUS MEGATHERIUM.

Es reconocido que el fósforo como fosfato (PO_3) es un componente integral de importantes compuestos en células de las plantas, incluyendo los intermediarios de

la respiración y la fotosíntesis y los fosfolípidos de las membranas celulares de las plantas.

El fósforo es un componente de nucleótidos usado en el metabolismo energético (ATP) y en la formación de DNA y RNA, es indispensable para la transferencia de energía en la síntesis de sustancias orgánicas, sin fósforo no hay un buen crecimiento vegetal. La cantidad de fósforo soluble disponible para las plantas es reducida particularmente en suelos tropicales. Afortunadamente algunos microorganismos poseen el potencial de solubilizar fósforo; dentro de estos microorganismos se encuentran los de los géneros ***Azotobacter***, ***Bacillus*** especialmente ***B. megatherium*** y ***Pseudomonas***.

Se presume que la solubilización de fosfato por parte de estos microorganismos es llevada a cabo mediante la producción de ciertos aminoácidos que dilatan el fósforo mineral convirtiéndolo en disponible para las plantas (Rivera, 2003).

Bacillus megatherium son bacterias solubilizadoras del fósforo que están presentes en el suelo, además son capaces de sustituir hasta un 70% del fertilizante fosfórico que se aplica a los cultivos, ya que ponen a disposición de las plantas el fósforo insoluble que se encuentra almacenado y fijado en el suelo y lo transforma en forma asimilable para las plantas (Chirinos, Leal y Montilla, 2006).

2.6- FITOMAS-E.

Antecedentes.

Con los nutrientes del suelo, el aire y el agua y gracias al fenómeno de la fotosíntesis, los vegetales pueden convertir la energía luminosa en química mediante la producción de compuestos carbonados en forma de azúcares simples (fotosintatos), a partir de los cuales fabrican una inmensa cantidad de sustancias orgánicas complejas, una parte de las cuales alimentan y visten a los habitantes del planeta y son la base de la vida animal en la

Tierra, mientras que otra se dedica a resolver el problema cardinal de la planta: crecer o defenderse (Montano *et al.*, 2007).

La capacidad fotosintética, medida como la tasa de fijación neta de CO₂ una vez que ha terminado de formarse el dosel foliar, es el factor esencial que determina la cantidad de fotosintatos que la planta puede producir. Aunque se han hecho múltiples intentos para aumentarla, los resultados no han sido los esperados. Los vegetales fijan alrededor de un 20% de la energía solar que incide sobre ellos. La conversión del fotosintato a biomasa raramente excede el 2%, principalmente debido a la respiración interna (la oxidación del fotosintato para el mantenimiento celular) que consume gran parte del fotosintato y porque la fotorespiración limita el rendimiento fotosintético precisamente cuando su potencial es mayor (Gliessman, 2002). Finalmente sólo una pequeña parte de esta biomasa suele convertirse en sustancias útiles para nosotros.

Esta problemática se puede describir en términos económicos. Los fotosintatos representan un ingreso fijo para el vegetal, ingreso con el cual debe atender a sus múltiples “compromisos”. Las variedades de cultivo son vegetales que comprometen una parte sustancial de fotosintatos en la producción de sustancias útiles para el hombre, el llamado metabolismo primario, mientras que las especies silvestres, las “no domesticadas”, transforman en sustancias de defensa y adaptación (el metabolismo secundario), la parte fundamental de su “ingreso”.

La agricultura puede definirse entonces como un “contrato” en virtud del cual se garantizan las condiciones óptimas para la supervivencia y el desarrollo de las plantas de cultivo a cambio de un “desvío máximo” de fotosintatos por parte de éstas hacia el metabolismo primario. Cuando se produce un acontecimiento desfavorable, tanto por causas abióticas como bióticas, el agricultor debe eliminar el problema porque sino la planta

puede “romper” con el contrato y dedique sus fotosintatos a resolver la situación estresante. Cuando esto sucede las consecuencias son perjudiciales por la disminución del rendimiento de las cosechas (Montano *et al.*, 2006 y 2007).

Se puede tener una idea de lo oneroso que resulta para la planta de cultivo la producción de sustancias de defensa, si se sabe, por ejemplo, que la producción de un gramo de terpenoides, taninos, alcaloides o compuestos fenólicos, que son las sustancias químicas más relacionadas con la defensa contra los fitófagos, cuesta alrededor de seis gramos de CO₂ fotosintético (Harborne, 1993).

En un principio se pensó que la garantía fundamental para asegurar una expresión adecuada del metabolismo primario era la nutrición mineral y las bases para el aseguramiento de este factor se convirtieron en ciencia establecida. No se pensó entonces en los riesgos que para el ambiente y la salud del hombre podían representar los fertilizantes convencionales de síntesis química, tanto por sus residuos en los alimentos como por el efecto contaminante en los suelos y las cuencas acuíferas (Smil, 1997).

La creciente preocupación por este problema ha despertado un fuerte interés en la investigación y desarrollo de técnicas de manejo y productos naturales alternativos que puedan ser utilizados en la nutrición de las plantas. En este orden se inscriben tanto los métodos tradicionales de compostaje y aplicación de materia orgánica y/o sus extractos, como los productos estimulantes y/o señaladores en base a estructuras bioquímicas específicas (Liñán, 2005).

FitoMas – E.

Montano (2008) plantea que este producto es un bionutriente vegetal, derivado de la caña de azúcar, es el resultado de la mezcla de sales minerales y sustancias

bioquímicas de alta energía como es el caso de los aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos. En su composición presenta una parte de extracto acuoso con un 10% de materia orgánica, principalmente péptidos solubles y aminoácidos, 50% de los cuales son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos. 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 .

2.3.1 -Modo de Acción.

Este producto no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticos o asociados de ninguna clase, asegura Montano (2008) el mismo solo cuenta con sustancias propias del metabolismo vegetal las que van a permitir un mejor intercambio entre el suelo y las plantas. Al tratar un cultivo, este mejora la cantidad y calidad de los nutrientes que traslada al suelo mediante sus raíces, lo cual beneficia a los microorganismos propios de su rizósfera los que en esas condiciones incrementan a su vez, el intercambio de productos de su metabolismo, útiles al vegetal. Son estos microorganismos, estimulados a la acción por el propio vegetal, provisto de gran parte de su arsenal bioquímico, los que elaboran las hormonas, ácidos orgánicos solubilizadores de nutrientes y agentes quelantes que hacen crecer a la planta y mejoran su comportamiento. De esta forma las plantas recuperan su capacidad de autodefensa.

2.3.2 –Efectos.

Entre los efectos de este compuesto en la fisiología de la planta, se destaca según diferentes autores, que estimula el desarrollo de órganos reproductivos como la flor. En este sentido López y Vera (2003) pudieron demostrar en estudios realizados en el organopónico El Nim perteneciente a la provincia de Guantánamo, en plantaciones de pepino, donde se evaluaron diferentes dosis de FitoMas-E su influencia positiva con respecto al número de flores masculinas y femeninas.

Por otra parte Hernández y Domínguez (2005) demostraron que el FitoMas-E es capaz de estimular el aumento de las ramas florales y el tamaño de la flor en el cultivo de la rosa.

En ese mismo orden Faustino (2006) demostró, con tres dosis diferentes de FitoMas-E (0.5 L/ha, 0.75 L/ha, 1 L/ha), en plantaciones de pimiento se reporta el efecto favorable sobre el número de flores/plantas y número frutos/plantas con las aplicaciones del producto en cualquiera de las dosis.

A lo que Hernández (2007) le suma que en estudios realizados en la Empresa de Cultivos Varios de Batabanó, en diferentes cultivos (guayaba, ají cachucha y fruta bomba), el productor Franchialfaro, utilizando diferentes dosis de FitoMas-E logra un incremento en el número de tallos, hojas, flores y frutos. Lo que permite al mismo tiempo el aumento en los rendimientos. En plantaciones de tomate (variedad Amalia), se demostró que el FitoMas-E influye en el aumento del número de ramas a medidas que aumenta la dosis (López *et al.*, 2007).

La germinación es uno de los factores en los que también influye de manera positiva el FitoMas-E. Esto se manifiesta en un estudio realizado en la germinación de semillas de *Solanum torbum*, por González *et al.*, (2007) donde éste plantea, que con la aplicación 1mg/L de este producto aumentó la germinación significativamente, así como las otras variables morfológicas respecto al testigo.

Algunos autores plantean que este producto reduce el ciclo del cultivo. López, Montano y Caminero (2003) demuestran que en el cultivo del tomate variedad Aro 8484 de procedencia israelí, la utilización de diferentes dosis de FitoMas-E (0.3 L/ha, 0.5 L/ha, 0.7 L/ha), disminuye el ciclo de cultivo en 2.5%, 7%, 13% en correspondencia a las dosis utilizadas.

Se le atribuyen también propiedades anti-estrés y en esta vía Semanat y Sarría (2005) plantean que el FitoMas-E se ha utilizado en disoluciones en forma de sueros en árboles estresados y en plantaciones de huertos intensivos, observándose luego de

tratadas estas plantas un aumento en la producción de flores y frutos e incremento del follaje. En el caso del aguacate, se evitó la caída del fruto, los cuales cuajaron y maduraron correctamente y se realizó una cosecha precoz.

Otra de las propiedades que presenta este bionutriente es como inductor de resistencia, esto ha sido demostrado en plantaciones de arroz infestadas con ***Steneotarsonemus spinki***, donde los investigadores concluyeron con que el FitoMas-E y el BION disminuyeron las poblaciones de ***S. spinki***, al aumentar los niveles de acción de Peroxidasa (PO), Polifenol oxidasa (PPO), Fenilalanina amonio lasa (PAL) y quitinas, sustancias inherentes al sistema de defensas de esta gramínea (Peteira *et al.*, 2008).

2.3.3 –Aplicación.

La aplicación de este producto es variada, se puede utilizar en disimiles especies botánicas tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas. Resultan beneficiados por FitoMas-E los frutales, granos, cereales, tubérculos y raíces; plantas medicinales y cultivos industriales, (caña de azúcar, tabaco, remolacha); hortícolas de fruto, (tomate, pimiento, pepino, melón, sandía); hortícolas de hoja, (col, lechuga, brócoli, apio); frutales tropicales, (banano y plátano, papayo, piña); oleaginosas y leguminosas en general; forestales; pastos, (ornamentales, césped de campos de golf y áreas deportivas). Cuando el agricultor prepara su propio abono puede aplicarse sobre la materia orgánica para acelerar el proceso de compostaje. En la vía foliar según el tipo de cultivo se aplica en dosis desde 0,1 – 2.0 L/ha en una disolución de agua que alcance los 200 – 300 L/ha. El uso en la germinación puede ser desde 1% - 2% en agua de remojo, y en el riego las dosis son de 5 L/ha.

2.3.4 -Momento de aplicación.

Se aplica en cualquier etapa del cultivo, para las semillas tanto gámicas como agámicas, durante el periodo vegetativo, antes, durante y después de la floración, o sea al comienzo de la fructificación (Montano *et al.*, 2005). Si las plantas sufren enfermedades o ataques de plagas, en etapas de sequía, exceso de humedad, por

daños mecánicos por acción del hombre o de algún fenómeno natural, si las temperaturas son muy altas, daños por efectos de sustancias químicas, problemas de salinidad de los suelos, en cualquiera de los casos se puede aplicar este producto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1- Ubicación del experimento.

EL trabajo se realizó en la UBPC “Hermans Sánchez”, municipio “El Salvador,” provincia Guantánamo, durante los meses de octubre del 2009 hasta abril del 2010, en un suelo Pardo Sialítico Carbonatado (Hernández *et al.*, 1999).

Tabla 1. Características químicas del suelo previo al experimento según Estación Provincial de suelo de Guantánamo (2008).

| pH | MO (%) | PO ₂ O ₅ | KO ₂ | Ca | Mg | Na | K |
|------|--------|--------------------------------|-----------------|-------|------|------|------|
| 6.97 | 2.80 | 4.926 | 26.33 | 39.70 | 7.88 | 1.32 | 0.64 |

3.2- Montaje experimental.

El estudio se realizó en plantaciones de diferentes edades (6, 12 y 36 meses) tratadas con la combinación de humus de lombriz, micorriza, AZOMEG, FitoMas-E y fertilización mineral.

El humus de lombriz proveniente de la Estación Provincial de Suelo Salino en Guantánamo se aplicó a razón de 1 kg/planta, según MINAG (2004).

La micorriza (**especie: *Glomus intraradices***) proveniente del cepario certificado del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con una población efectiva de 20 esporas.g⁻¹ de suelo y se aplicó a razón de 10g/planta (Ruíz, 2001).

El AZOMEG producto comercial proveniente del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INITAT) y compuesto por ***Azotobacter chroococcum*** (2x10¹¹ufc x ml⁻¹) y ***Bacillus megatherium var. phosphaticum*** (3.2x10¹¹ UFC x ml⁻¹) se aplicó a una dosis de 2 L/ha (Lino, *et al.*, 2005).

FitoMas-E se empleo en dosis de 1 L/ha este es un formulado de sustancias orgánicas, complejas de alta energía, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) (Montano, 1998).

Además se tuvo en cuenta la incorporación del 100 y 75 % de la dosis de fertilización mineral según portadores y normativas técnicas del MINAG (2005). Ver tabla 1.

Tabla 1: Reducción de la fertilización mineral por elementos y portadores.

| Portador | Dosis de elemento (kg/ha) | | Dosis de portador (kg/ha) | |
|--|------------------------------|-----|------------------------------|-------|
| | 100 % | 75% | 100% | 75% |
| | Urea (N) | 180 | 135 | 262.8 |
| KCl (K ₂ O) | 120 | 90 | 158.4 | 118.8 |
| Superfosfato triple (P ₂ O ₅) | 60 | 45 | 87.6 | 65.25 |

Tratamientos

- **T1-** Plantas de 6 meses tratadas con 75 % de la fertilización mineral + humus de lombriz + Biofertilizantes + FitoMas-E.
- **T2-** Plantas de 12 meses tratadas con 75 % de la fertilización mineral + humus de lombriz + Biofertilizantes + FitoMas-E.
- **T3-** Plantas de 36 meses tratadas con 75 % de la fertilización mineral + humus de lombriz + Biofertilizantes + FitoMas-E.

3.3- Variables de respuesta vegetal.

- ✓ **Cantidad de hojas:** se realizó el conteo visual del número de hojas cada 30 días.
- ✓ **Área foliar (cm²):** se estimó el índice de área foliar mediante un planímetro y se multiplicó por el producto del largo y ancho de la hoja de una sección de la planta y este resultado a su vez se multiplicó por 4. En igual periodo de tiempo que la variable anterior.
- ✓ **Índice de eficiencia foliar (%):** está determinada por la expresión porcentual de la siguiente relación matemática. (área foliar de la última medición– área foliar de la medición anterior/ área foliar de la última medición) x 100.
- ✓ **Velocidad de crecimiento (cm²/día):** se determinó a partir del área foliar y es la relación divisoria entre el área foliar y los días que demoró para lograr esta

- ✓ **Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$):** al finalizar el experimento se tuvo en cuenta la producción de una planta en kg y se multiplicó por la cantidad de plantas de una hectárea y luego el resultado se llevó a toneladas.

3.4 - Diseño Experimental y Análisis estadísticos

Se empleó un diseño parcelas divididas con cuatro réplicas de 20 plantas cada una; para la toma de muestras y datos, se consideraron cuatro plantas de cada parcela experimental. Los datos se procesaron a través del paquete estadístico **STATISTICA 6.1** en ambiente Windows para el análisis de varianza de clasificación doble y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($p \leq 0.05$).

3.5- Valoración económica

- ✓ Costo de producción (**C_p**): Se determina la sumatoria de los gastos incurridos para la producción de una hectárea y se determina entre los rublos, los gastos de materiales financieros y otros que se consumen en el proceso productivo.
- ✓ Valor de la producción (**V_p**): ingresos que se alcanzan a través de la obtención de los productos valorados a los precios establecidos y tienen su origen por la venta de las producciones mediante la siguiente fórmula: (**Rend t/ha * precio**).
- ✓ Utilidades (**U**). Expresa los beneficios monetarios alcanzados en el proceso de producción y se determina mediante la resta del valor de la producción y el costo total de la producción, debe ser positivo: (**V_p-C_p**).
- ✓ Relación costo-beneficio: es la relación divisoria entre beneficio neto o utilidades y el costo de producción (**C_p/U**).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1- Análisis del número de hojas y el área foliar de plantas de guayaba Enana Roja Cubana.

Como se puede apreciar en el gráfico 1, existe una tendencia al aumento del número de hojas en correspondencia con la edad de la planta, de manera que las plantas más viejas tienen mejor comportamiento. Esta situación es totalmente normal ya que mientras más edad tienen las plantas, pues desarrollan mayor arquitectura y por tanto debe tener mayor número de hojas (León, 1987).

Pero todo el comportamiento de la variable en estudio, es diferente en cada una de las edades estudiadas, a saber: las plantas de 6 meses tienen un incremento notable y progresivo del número de hojas en los primeros 120 días y sin embargo a partir de los 150 días este incremento es notablemente menor. Este comportamiento se debe a que esta es una etapa de crecimiento acelerado, según reconoce Peña *et al.* (2005)

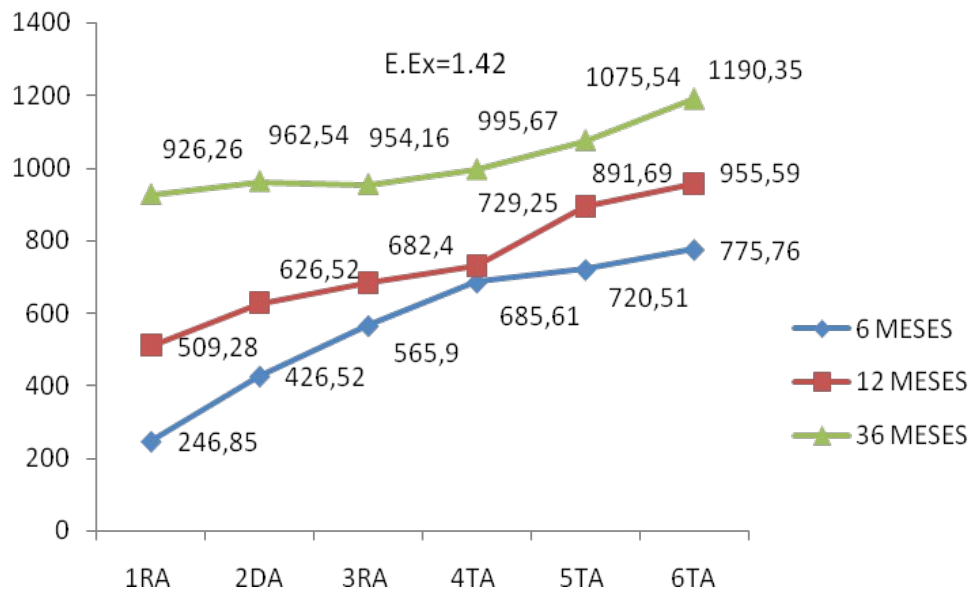


Gráfico 1: Cantidad de hojas por planta (U) de guayaba Enana Roja Cubana con tres edades diferentes, sometidas al 75 % de la fertilización mineral en combinación con Biofertilizantes y FitoMas E, evaluada cada 30 días.

Mientras en las plantas de 12 meses de edad se muestran un incremento notable en los primeros 60 días y luego existe una estabilización que dura 60 días más, vuelve a incrementarse con fuerza y al final es menor el incremento.

Por otro lado en las plantas de 36 meses existe de forma general un incremento muy pobre en cuanto al número de hojas en todo el periodo evaluado, aunque en la tercera medición hubo un descenso pequeño del número de hojas.

De manera que existen tres patrones diferentes de incremento del número de hojas, y todo parece indicar que la combinación de biofertilizante, FitoMas-E y el 75 % de la fertilización mineral, tiene mayor efecto en las edades tempranas de la plantas, si se quiere estimular esta variable, por la importancia que tiene la misma en la fenología de la planta.

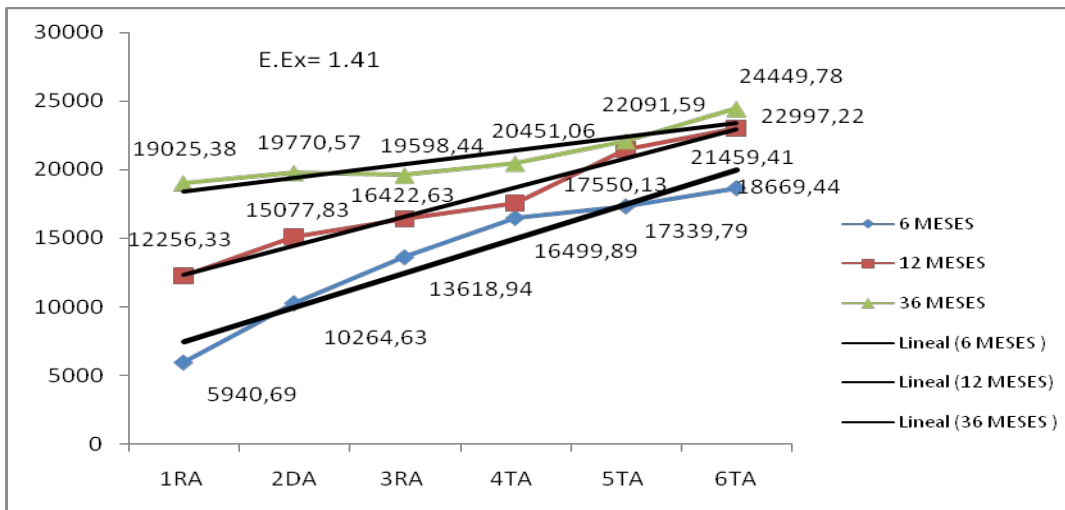


Gráfico 2: Área Foliar (cm²) de plantas de guayaba Enana Roja Cubana con tres edades diferentes, sometidas al 75 % de la fertilización mineral en combinación con Biofertilizantes y FitoMas E, evaluada cada 30 días

Este efecto se nota con mayor fuerza en el gráfico 2 correspondiente al área foliar, al cual se agregó una línea de tendencia, para visualizar mejor la respuesta de cada una de las plantas a la enmienda órgano-mineral impuesta según su edad.

Como se puede apreciar en dicho gráfico el área foliar de las plantas de guayaba es proporcional a la cantidad de hojas de las mismas y por tanto se muestran tres patrones diferentes de incremento de este parámetro y en correspondencia con la edad de las plantas y con la observación del gráfico 1.

Todo este comportamiento responde a las diferentes etapas de crecimiento de las plantas de forma general, la cual se caracteriza por tener un gran periodo de crecimiento o crecimiento exponencial, un periodo de crecimiento lento y un periodo estacionario. Claro que la importancia filológica que tiene la determinación del área foliar para cada etapa de crecimiento, es que representa la capacidad de las plantas para transformar la energía luminosa en energía química y aprovechable para el almacenamiento y transformación de elementos necesarios en la obtención del rendimiento agrícola (Coelho, Angelocci, Batista y Ferreira, 2009).

Desde este punto de vista la aplicación de la enmienda órgano-mineral puede hacerse más eficiente en función de aprovechar más las cualidades innatas de las plantas y de esta manera explotar todas las ventajas de los biofertilizantes aplicados, por solo poner algunos ejemplos, las micorrizas pueden, aumentar la tasa fotosintética la síntesis de proteínas e incremento de la clorofila y sustancias de crecimiento y metabolitos secundarios de las plantas, también son capaces de activar sistemas enzimáticos que favorecen la absorción, traslocación de nutrientes y agua (Bowen, 1987 y Bonfante y Perotto, 1992).

Por otro lado autores como Siqueira y Franco (1988), Fredeen *et al.* (1989); Sieverding (1991) y Fernández *et al.* (1999) han demostrado que el uso de las asociaciones micorrízicas arbusculares en el crecimiento y estimulación de las plantas es sorprendente, particularmente en zonas tropicales, deficientes en fósforo (P) asimilable.

Aunque Koide (1991) y Marschner y Dell (1994) plantean que la inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca de manera general un incremento en los

procesos de absorción y aprovechamiento de otros nutrientes como: N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo y B y además se podría aumentar la superficie de absorción radical y explotación de las propiedades físicas del suelo (Siqueira y Franco, 1988 y Bolan, 1991).

Mientras las bacterias *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* son capaces de reducir el N atmosférico a amonio para ser asimilado por las plantas y de solubilizar fósforo respectivamente según reportan Martínez y Dibut (1993). Por tanto de manera general las enmiendas aplicadas al ejercer efecto positivo en la absorción nutrientes claves para el crecimiento de la planta, entonces es lógico esperar respuestas positivas en este sentido.

4.2- Índice de eficiencia de área foliar

Pero si importante es apreciar el ritmo de crecimiento de las plantas en cuales quiera de sus edades, más importante es saber cual es la etapa de mayor incremento de área por cada una de las etapas de desarrollo que son objeto de estudio, esta información aparece reflejada en la tabla 1.

Tabla 2. Índice de eficiencia de área foliar de plantas de guayaba Enana Roja Cubana con tres edades diferentes, sometidas al 75 % de la fertilización mineral en combinación con Biofertilizantes y FitoMas E.

| Edad | índice de eficiencia de área foliar | | | | |
|----------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 6 meses | 72,78 | 32,97 | 21,15 | 5,09 | 7,66 |
| 12 meses | 23,02 | 8,91 | 6,86 | 22,27 | 7,16 |
| 36 meses | 3,91 | -0,87 | 4,35 | 8,02 | 10,67 |

Nótese como las plantas de 6 meses de edad tienen un ritmo de crecimiento muy acelerado en las primeras etapas evaluadas y decrece ostensiblemente según pasa el tiempo, esta información permite, trazar estrategias en función de aprovechar al máximo esta etapa para la incorporación de las enmiendas órgano-mineral y además coincide con la mayor etapa de absorción de nutrientes según reconoce Pedrera,

(2005), al señalar que esta etapa de crecimiento es un momento crítico en el cual hace falta la aplicación de nutrientes para lograr un mejor desarrollo vegetal.

Por otra parte es importante apreciar como para las plantas de 12 y 36 meses de edad el comportamiento no es igual, véase como las plantas de 12 meses de edad tienen dos picos de realce del crecimiento pero como característica general el incremento es muy poco, pero las plantas de 36 meses tienen un incremento pobre en todo el periodo, inclusive hay una etapa en que el crecimiento se afecta y se hace negativo este comportamiento pudiera parecer imposible, pero sin embargo, está condicionado a la caída de las hojas, que en estas edades son más frecuentes.

Toda esta información dice entonces que la aplicación de los biofertilizantes estudiados y el FitoMas E, es más eficiente si se aplica en la edad de 6 meses, en plantaciones muy viejas o en pleno periodo productivo no son tan eficientes como para lograr incrementos significativos en el crecimiento.

4.3- Velocidad de crecimiento

La tabla 3 muestra un resumen bastante claro del comportamiento del crecimiento para cada una de las edades estudiadas, a partir del área foliar. Este indicador muestra el crecimiento promedio diario de plantas de guayaba, nótese como las plantas de 6 meses son las de mejor comportamiento este sentido con un crecimiento de 42.43 cm²/día, esto indica que estas plantas diariamente son capaces de emitir un aérea equivalente aproximadamente al área una hoja grande y desarrollada diariamente.

Mientras las plantas de 12 y 36 meses emiten diariamente una hoja 15.63 y 57.39 % respectivamente menor que las de las plantas de 6 meses de edad. Esto indica que según avanzan la planta en edad su crecimiento es cada vez más pobre, en términos de crecimiento promedio diario de área foliar.

Tabla 2. Velocidad de crecimiento de plantas de guayaba Enana Roja Cubana con tres edades diferentes, sometidas al 75 % de la fertilización mineral en combinación con Biofertilizantes y FitoMas-E.

| Edad | Velocidad de crecimiento (cm²/día) |
|-------------|--|
| 6 meses | 42,43 |
| 12 meses | 35,8 |
| 36 meses | 18,08 |

Esta es una información a tener en cuenta en las estrategias de fertilización y a la hora de poner los suplementos bioorgánicos para mejorar la nutrición de las plantas. Por tanto los suplementos impuestos a estas plantas, todo parece indicar que ejercen más efecto en las plantas de 6 meses de edad.

4.4- Comportamiento del rendimiento plantas de guayaba Enana Roja Cubana con tres edades diferentes

El análisis del rendimiento expuesto en el gráfico 3 muestra diferencias estadísticas significativas a favor de las plantas de 36 meses, comportamiento muy normal y lógico. Ahora bien, si se establece una relación entre el área foliar y el rendimiento, los resultados muestran una realidad bien interesante para el análisis, en función de determinar cual planta es más eficiente para convertir y aprovechar la energía y las posibilidades del área foliar en rendimiento.

Una vez hecho el análisis arrojó que las plantas de 6 meses son capaces de por cada centímetro de área foliar obtener un rendimiento de 0.36 kg, las plantas de 12 y 36 meses presentan rendimientos de 0.45 y 0.55 kg por cada centímetro de área foliar, respectivamente. Aunque el orden no cambia y las plantas de 36 meses siguen siendo las mejores en la demanda de área foliar por tonelada de rendimiento así lo demuestra el gráfico 3 al mostrar que las plantas de 12 y 36 meses solo necesitan 629.5 y 623.52 cm² de área foliar para producir una tonelada, mientras las plantas de 6 meses necesitan 976.57 cm², pero es importante apreciar el alto aprovechamiento

de estas plantas, este comportamiento no es normal generalmente las plantas de esta edad no rinden de esta forma, según reconoce el MINAGRI (2005).

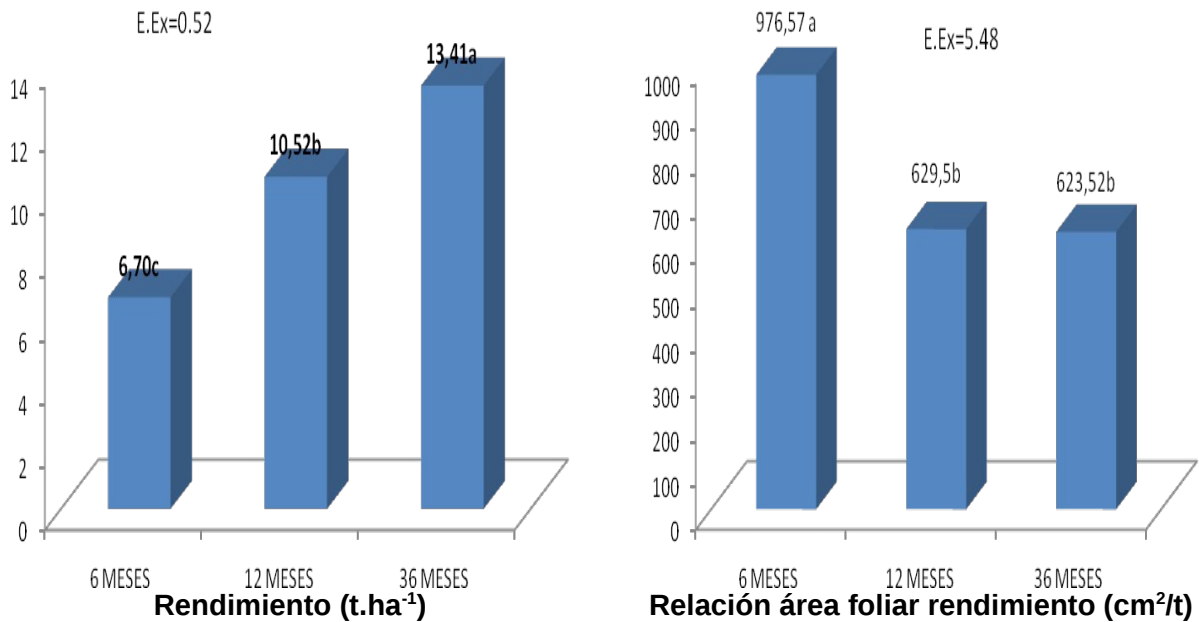


Gráfico 3: Rendimiento (t.ha⁻¹) y Relación area foliar rendimiento (cm²/t) en tres edades diferentes de guayaba Enana Roja Cubana, sometidas al 75 % de la fertilización mineral en combinación con biofertilizantes y FitoMas E.

De manera que la aplicación de las alternativas en estudio no solo son favorables para el incremento del crecimiento sino para lograr buenos rendimientos en edades tempranas y por otro lado las plantas de 12 y 36 meses, están por debajo del rendimiento esperado para estas edades, (Peña *et al.*, 2005).

Tabla 2: Valoración económica de los resultados del empleo de Micorrizas, Azotobacter y Fitomás en el desarrollo del sistema foliar en las plantas de guayaba (*Psidium Guajaba L.*).

| Edades | Atenciones Culturales | Micorrizas (\$kg) | Azotobacter (\$Kg) | FitoMas (L.ha ⁻¹) | Costos total (\$) | Ingresos (\$) | Ganancia (\$) | R/C/B (\$) |
|--------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| 6 meses | 2293.14 | 10.00 | 30.00 | 5.00 | 2338.14 | 7 705 | 5 366.86 | 0.44 |
| 12 meses | 2293.14 | 10.00 | 30.00 | 5.00 | 2338.14 | 12 098 | 9 759.86 | 0.24 |
| 36 meses | 2293.14 | 10.00 | 30.00 | 5.00 | 2338.14 | 15 421.5 | 13 083.36 | 0.18 |
| Total | 6878.42 | 30.00 | 90.00 | 15.00 | 7014.42 | 35224.50 | 28210.08 | 0.25 |

Los insumos que se muestran en la tabla anterior son considerados como necesarios para establecer una valoración económica factible del desarrollo del experimento.

La tabla muestra que las plantas de 36 meses de edad obtuvieron los mejores resultados económicos. Vale hacer notar una ganancia de \$13 083.36 y una relación costo/beneficio de \$ 0.18, indicador que indica que para obtener un peso de ganancia solo hace falta invertir esta cantidad.

Valorando en sentido general los resultados obtenidos son satisfactorios, por tanto, las ventajas que brindan desde el punto de vista ambiental y económico, el uso de las enmiendas ecológicas para el cultivo justifica el empleo de los mismos. Lo anteriormente expresado reafirma que la aplicación de este tipo de enmiendas es una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza dentro de la llamada "Agricultura de Bajos Insumos", 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 de producción (Altieri, 1996).

V.CONCLUSIONES

La influencia de la aplicación de FitoMas-E, Biofertilizantes y el 75% del fertilizante mineral sobre el área foliar de las distintas edades de las plantas de guayaba Enana Roja Cubana fue positivo.

El índice de eficiencia de área foliar mostró que las plantas más estimuladas en los primeros 60 días son las plantas de 6 meses de edad, con un aumento progresivo.

La aplicación de las enmiendas orgánicas estudiadas en edades avanzadas, no mostró aumentos progresivos en con respecto al área foliar.

VI. RECOMENDACIÓN

- ✓ Repetir el experimento con otros métodos de cálculo de área foliar y con un testigo de referencia para cada una de las edades.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- 1- Ahiabor, B. D. and H. Hirata. 1994. Characteristic responses of VAM fungi in Andosol soil with different fertilities. **Mycorrhiza** 5(1): 63-70.
- 2- Arozarena, N. 2005. Influencia del FitoMas en el Cultivo del Tomate bajo condiciones de Cultivo Protegido. --La Habana: INIFAT.
- 3- Altheri, M. 1996. Agroecológica y Agricultura Sostenible. Modulo 2. Diseño y Manejo de Sistemas Agrícolas Sostenibles. Centro de estudio de Agricultura sostenible. ISCAH.
- 4- Bolan, N. S. 1991. A critical review of a role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. **Plant Soil**. 134: 189 - 207.
- 5- Bonfante - Fassolo, P. y Perotto, S. 1992. Plants and endomycorrhizal fungi: The cellular and molecular basis of their interaction. En: Molecular signals in plant-microbe communications. Eds.: Verma, D. P. CRC press Boca Raton. Pp: 445 - 470.
- 6- Bowen, G. D. 1987. The Biology and Physiology of infection and its development. En: Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants. Eds.: Safir, G. R. CRC Press. Boca Raton. Pp: 27 - 57.
- 7- Burckhardt, E. A. and R. H. Howeler. 1985. Efectos de la inoculación de cepas de micorrizas sobre el crecimiento de la yuca en varios suelos naturales en el invernadero.-- Cali: CIAT, p. 140-153.
- 8- Cañizares, E. G. y R. Azcon-Aguilar. 1993. Efectos de diferentes condiciones de pH y microelementos sobre el comportamiento de hongos MA. Resúmenes de BIOFERTRO'93.-- Ciudad de la Habana: IES-EEZ (España), p. 227.
- 9- Chirinos, J.; Leal, A. y Montilla, J. 2006. Uso de Insumos Biológicos como Alternativa para la Agricultura Sostenible en la Zona Sur del Estado ANZOÁTEGUI. **Revista Digital CENIAP HOY** 11 (1).
- 10- Coelho, A., Angelocci, L., Baptista, M, y Ferreira, E. 2009. Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida 'tahiti' usando métodos não-destrutivos. *Comunicação Científica*, pág. 163.
- 11- CIAT, 1981

- 12- De Miranda, J. C. C. y De Miranda, L. N. 1994. Efeito da acidez do solo na eficiencia de fungos micorrízicos vesiculo-arbusculares nativos de solo de cerrado.- Florianópolis, SC, Brazil: Univ. Federal Sta Catarina. Resúmenes V REBRAM,.- p. 13.
- 13- Echevarría, O; 2004. FitoMas E en Quimbombó. UBPC Miguel Saavedra. San Miguel del Padrón. Ciudad Habana. Informe al proyecto 271, ICIDCA.
- 14- Escobedo, M. C. *et al/* 1981. Fitotecnia general. Editorial pueblo y educación primera reimpression. Ciudad de la Habana. p. 63-92.
- 15- Estación Provincial del Suelo, Guantánamo, 2008.
- 16- FAO. 1983. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. **Boletín FAO. Fertilizantes y Nutrición Vegetal** 2:2-7.
- 17- Faustino, E. 2006. Contribución del FitoMas-E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS "Nelson Fernández". Tesis de Diploma en opción al título de Ing. Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana.
- 18- Fernández, F. 1999. Manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares (MA) sobre la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos tipos de suelos. (Tesis de Doctorado).-- La Habana: INCA.
- 19- Ferrer, R. Y R. Herrera. 1991. Breve reseña sobre los biofertilizantes.—Ciudad de la Habana: de la Habana: IES-CITMA, 50 p.
- 20- Fitter, A. H. y J. Garbaye. 1994. Interactions between micorrhizal fungi and others soil organism. **Plant and Soil**. 159, 123 - 132.
- 21- Fredeen, A. L. *et al/*. 1989. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in *Glycine max*. **Plant Physiol**. 89: 225 - 230.
- 22- Furrázola, E.; R. Herrera Y R. L. Ferrer. 1992. Ubicación taxonómica de cinco cepas de hongos micorrizógenos vesículo- arbusculares cultivados en el cepario del IES-ACC. Resúmenes de BIOFERTRO'92.-- Ciudad de la Habana: IES, p. 37.
- 23- García, V. Efecto del *Azotobacter* sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanun tuberosum* L.) en condiciones de la producción de la E.C.V. Melena. *Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" Facultad de Agronomía, 65p., 1996.

- 24- Gerdemann, J. W. and J. M. Trappe. 1974. Endogonaceae in the Pacific Northwest. **Mycología Memoir**. 5:1-76.
- 25- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Costa Rica. Pág. 65.
- 26- González- López, J; V . Salmerón; J. Marrero y A. Ramos-Cormenzana. 1986. Amino acids and vitamins produced by *Azotobacter vinelandii* ATCC 12837 in chemically defined media and dialysed soil media. **Soil. Biol. Biochem.** 15: 711-713.
- 27- González, F.; Hernández, A.; Casanova, A; Méndez, M.; Bravo, E. 2007. Efecto de biorreguladores en injertos herbáceos.
- 28- Grey, W. E. 1991. Influence of temperature on colonization of spring barleys by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, rhizosphere organisms and plants. In: Microbiol mediation of plant-herbivore interactions.-- USA: Ed. by P. Barbosa, Vera A. Krischik and C. G. Jones,p. 169-197.
- 29- Gryndler, M. 2000. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with other soil organisms. En: Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Eds.: Kapulnik, Y. y D. D. Douds. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- 30- Hall, I. R.; R. S. Scott and P. D. Johnstone. 1977. Effect of grassland "Muia and Taimor" white clavers to phosphorus New Zealand. **J. Agric. Research** 20: 349-355.
- 31- Hamel, C; C. Nesser; U. Barrantes-Cartin and D. L. Smith. 1991. Endomicorrhizal fungal species mediate N transfer from soybean to maize in nonfumigated soil. *Plant and Soil* 138: 41-47.
- 32- Harborne, J.B. 1993. Introduction to Ecological Biochemistry. Forht Edition. Academic Press Inc. Ca.
- 33- Herrel y Gerdeman, 1980.
- 34- Herrera, 1991.
- 35- 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.
- 36- Hernández, J. 2007. Aspectos cualitativos evaluados por productores en la empresa de cultivos varios de Batabanó en algunos cultivos donde se aplicó FitoMas-E. MINAZ.

- 37- Hernández, L; Domínguez, M. 2005. Resultados preliminares de la utilización del Fitomas E en el cultivo de las Rosas. XVI Fórum de Ciencia y Técnica.CCS (F) Israel Reyes Zayas. Municipio Cotorro, ciudad de La Habana.
- 38- Hoflich, G. *let all.* 1994. Plant growth stimulation by inoculation with symbiotic and associative rhizosphere microorganism. **Experientia.** 50, 897 - 905.
- 39- Howeler, R. H. 1985. Aspectos prácticos de la investigación de micorrizas vesículo-arbusculares demostrados en el cultivo de la yuca.-- Cali: CIAT, -- p. 44-61.
- 40- IES (Instituto de Ecología y Sistemática). 1995. MicoFert®. Biofertilizante micorrizógeno.-- Ciudad de La Habana: IES, 8 p.
- 41- INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas). 1998. Dossier del producto EcoMic®. Resultados de las campañas de validación.-- La Habana: INCA, 45 p.
- 42- Junior, V. M. O.; D. C. Nepstad; E. Y. Chue e S. Trufem. 1994. Ocurrencia natural de esporas de F.M.VA até 4 m de profundidade em épocas diferentes de tres ecosistemas do municipio Deparagominas-PA.-- Florianópolis, SC, Brazil: Univ. federal Sta. Catarina. Resúmenes V REBRAM, p. 18.
- 43- Katznelson, H. A.; A. G. Lochhead and M. J. Timonin. 1948. Soil microorganisms in the rhizosphere. **Bot. Rev. Lancaster** 14:1179-1183.
- 44- Koide, R. T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. **New Phytol.** 117: 365 - 386.
- 45- Larez, C. R.; A. Sotillo e Isabel Mimbela. 1992. Respuesta de la yuca (*Manihot esculenta* C.) a la aplicación de micorrizas, P y K en condiciones de invernadero. Resúmenes de BIOFERTRO'92.-- Ciudad de la Habana: Univ. Oriente, Venezuela, p. 46.
- 46- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Servicio Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). San José, Costa Rica, p. 358.
- 47- Levy, Y.; J. Dodd and J. Krikun. 1983. Effect of irrigation water salinity and roots tock on the vertical distribution of vesicular arbuscular mycorrhiza in. Citrus. **New Phytol.** 95:397-403.
- 48- Liñán, C. Ecovad. 2005. Vademécum para la producción ecológica. 1era Edición Aerotécnica S sl.

- 49- Lino, B. A. *et al.*. 2005. Influencia del bioestimulante FitoMas sobre la concentración y efecto de microorganismos rizosféricos de interés agrícola. En: XVI Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias agrícolas. (16: 2008 nov 24-28; INCA, La Habana). *Memorias* CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ISBN 978-959-16-0953-3.
- 50- López, R; Montano, R; Bombalé, A. 2004. Determinación de la dosis más efectiva de FitoMas en el cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp. Sub- sp sesquipedalis) var. Lina asociado con rabanito (*Rapanus sativus*). Universidad de Guantánamo.
- 51- López, R; Montano, R; Caminero, R. 2003. .Aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentus*) variedad aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. Universidad de Guantánamo.
- 52- López, R; Montano, R; Lobaina, J; Montoya, A; Coll, O. 2007. Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de FitoMas-E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo.
- 53- López, R; Vera, G. 2003. Evaluación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del pepino (***Cucumis sativus***) variedad SS-5. Universidad de Guantánamo.
- 54- Marschner, H y B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. ***Plant and Soil***. 159: 89 -102.
- 55- Martínez Viera, R. 1986. Ciclo biológico del N en el suelo.-- Ciudad de la Habana: Ed. Científico Técnica, p. 22-70.
- 56- Martínez Viera, R. Y G. Hernández. 1995. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica.-- La Habana: ACAO, 17-19 de mayo de 1995. p. 43.
- 57- Martínez, V.R. y B. 1993. Dibut. Información general acerca de los biopreparados a base de *Azotobacter chroococcum*. Conferencia. Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT), La Habana, Cuba.

- 58- Martínez-Viera, R. y Hernández, G. 1995. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. En: II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, Conferencias y Mesas Redondas. La Habana. Cuba, p. 43-47.
- 59- Maschio, L. M. A.; D. G. Auer e S. Gaiad. 1994^a. Relacao entre fungos MA e características químicas de um solo degradado sob recuperacao florestal.-- Florianópolis, SC, Brazil: Univ. Federal Sta. Catarina. Resúmenes V REBRAM, p. 79 y p. 85.
- 60- Mederos, E. 1988. Revista de fruticultura. Editorial pueblo y educación.— Ciudad de la Habana p. 50-57.
- 61- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). 1985. Instructivo técnico del cultivo de la guayaba. Dirección De Cítricos y Otros Frutales. --Ciudad de la Habana.
- 62- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). 2004. Guía técnica. Tecnología para el cultivo de la guayaba Enana Roja Cubana. --Ciudad de la Habana.
- 63- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). 2005. Guía técnica del cultivo de la guayaba Enana Roja Cubana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ciudad de la Habana. Cuba. 13p.
- 64- 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
- 65- Montano, R. 2000. Tesis en opción por el título Académico de Master en “Agroecología y Agricultura Sostenible”. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez,
- 66- Montano, R. 2008. FitoMas-E, Bionutriente Derivado de la Industria Azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICDCA).
- 67- Montano, R.; Pilar Villa, R. López Y E. Morejón. 2006. FitoMas E. Estimulante de estimulantes.--Ciudad de la Habana: ICIDCA,– 4p.
- 68- Montano, R.; R. Zuarnabar, A. Garcia, Mabel Viñals Y J. Villar. 2007. FitoMas E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera.--Ciudad de la Habana: ICIDCA, -- 10p.
- 69- Montano, R.; Villar J.; García, A.; García, T.; García, R.; González, M.; Fernández, I.; Martínez, O.; Pérez, O.; Gallego, E. y Viñals, M. 2005. FitoMas E.

- Bionutriente Derivado de la Industria Azucarera. En *1^{er} taller de producciones agrícolas*, La Habana, Cuba.
- 70- Mosse, 1972.
- 71- Nogueira, A. V. e P. J. Harris. 1994. Micorrizas e metais pesados. Florianópolis, SC, Brazil: Unv. Federal Sta. Catarina. Resúmenes V REBRAM, p. 80.
- 72- Orozco, M. O. y V. Gianinazzi-Pearson. 1993. Estudio sobre la actividad fisiológica fosfatasa alcalina y succionato deshidrogenasa de las MA en términos de nutrición fosfatada en plantas de soya. Resúmenes de BIOFERTRO'93.-- Ciudad de la Habana: IES-INRA-SGAP, p. 226.
- 73- Pedrera, B. Fertilización mineral de la guayaba (*Psidium guajava*, L.). En: Memorias del I Curso Internacional en Fruticultura Tropical. —La Habana/IIFT. 2005.
- 74- Peña, A. *let all*/ 1998. Fruticultura tropical segunda parte, Bogotá. ICFES.
- 75- Peña, A *let at*/ 2005.
- 76- Peteira, B.; Fernández, A.; Rodríguez, H.; González, E. 2008. Efecto del BION y del FitoMas como inductores de resistencia en plantas de arroz infestadas con *Steneotarsonemus spinki*. *Protección vegetal*, 23(1): 32-37.
- 77- Potty, V. P. 1984. Plan microbe inter-relationship in tuber crops. *Indian Farming* 33(12): 41-42,
- 78- Primavesi, Ana. 1990. Manejo ecológico do solo. A. agricultura em regioes tropicais.-- Sao Paulo: Livraria Novel S.A., p. 164-197.
- 79- Ramos, L; Martínez, F. 2006. Efecto del FitoMas-E y el Bioplasma en el rendimiento del cultivo de la lechuga var. Anaida, bajo condiciones de cultivo semiprotegido. XV Congreso Científico INCA. San José de Las Lajas. La Habana. Cuba.
- 80- Richards, B. N. 1965. Mycorrhiza development of loblolly pine seedling in relation to soil reaction and the supply of nitrate. *Plant and Soil* 22:187-199.
- 81- Rivera, V. J. *let all*. 2003. Evaluación de organismos del suelo como posibles indicadores del impacto de prácticas agrícolas. Disponible en: <http://200.13.202.26:90/pronatta/proyectos/pdf/public/201731072info.pdf>, consultado en abril de 2008). informe de proyecto.

- 82- Roig, 1965.
- 83- Rubenchik , L.I. 1963. *Azotobacter* and its uses in Agriculture. Israel Prog. Scient. Transl. Jerusalem. 278 pp.
- 84- Ruiz Martinez, L. 1984. Efecto de la inoculación con micorrizas sobre la Respuesta de la yuca (*Manihot esculenta*) a la fertilización fosfórica. **Cienc Téc. Agric. V. Trop.** 7(2): 39-52.
- 85- 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 en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INCA, La Habana. 100 p.
- 86- Ruiz, L. /et al/ 2006.
- 87- Russell, E. J. Y E. W. Russell. 1959. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas.-- Madrid: Ed. Aguiar, p. 228-227.
- 88- Safir, G. R. 1980. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and crop productivity.— New York: Academic Press, p.51-57.
- 89- Saif, S. R. Y E. Sierverding. 1985. Tecnología de micorrizas mejorando los rendimientos de posturas en suelos ácidos. **CIAT Internacional** 4(1): 6-7.
- 90- Sánchez, C. /et al/ 2000. Manejo de las asociaciones micorrizicas arbusculares en la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos suelos del Escambray).-- La Habana: INCA,103 p
- 91- Semanat, M.; Sarría, M. 2005. Aplicación de FitoMas-E en plantas estresadas. Consultorio Tienda Agropecuario, Consejo Popular Debeche-Nalon. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICDCA).
- 92- Sieverding, E. 1984c. Mycorrhiza forschung an CIAT. **Entwicklung and Licher Raum** 18(6): 30-32,
- 93- Sieverding, E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza in Tropical Agrosystem. Deutsche Gesellschaft fur techniische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, federal Republic of Germany. 371 p.
- 94- Siqueira, J. O y Franco. A. 1988. Biotecnología do solo. Fundamentos e perspectivas.--Brasília: Ed. MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, p.125-177.
- 95- Smil, V. 1997. Abonos nitrogenados. Investigación y Ciencia, Prensa Científica, Barcelona.

- 96- Stille, B. Untersuchungen über die Bedeutung der Rhizosphäre. **Arch Mikrobiol** 9: 477-485, 1938.
- 97- Tester, M.; S.E. Smith and F. A. Smith. 1987. The phenomenon of nonmycorrhizal plants. **Ca. J. Bot.** 65: 419-431.
- 98- Timonin, M. J. 1940. The interaction of higher plants and soil microorganisms. I. Microbial population of rhizosphere of seedling of certain cultivated plants. **Canad J. Res.** 18:307-317.
- 99- Tisdall, J. M. 1991. Fungal hyphae and structural stability of soil. Aust. **J. Soil Res.** 29:729-743.
- 100- Trappe, J. M. 1987. Phylogenetic and ecologic aspect of mycotrophy in the Angiosperms from an evolutionary standpont.-- Boca Ratón: CRC Press, p. 5.
- 101- Trujillo y López, 2002.
- 102- Winter, A. G. 1951. Untersuchungen über die Ökologie and Massenwechsel bodenbewohnender mikroskopischer pilze. **Arch. Mikrobiol** 16:136-142.
- 103- Yate, M. G y Campbell, F. O. 1989. The effect of nutrient limitation on the competition between an H₂-update hydrogenase positive (Hup⁺) recombinant strain of *A. chroococcum* and the Hup-mutants parent in mixed population. **Journal of Gen. Microb.** 1989. 135:221-226.