



Ministerio de Educación Superior
Centro Universitario de Guantánamo
Facultad Agroforestal de Montaña
Sede: Honduras



Trabajo de Diploma

(En Opción al Título de Ingeniero Agropecuario)

Título: Evaluación de dos especies de leguminosas inoculadas con Micorriza y rhizobium asociada al cultivo de la *Manihot esculenta* Grantz en la Granja Agropecuaria de Honduras, Municipio Guantánamo.

Autora: Denis Ruiz Julio

Tutores: Ing. Israel Alcántara de la Cruz.

Dr. C. Manuel Conrado Riera Nelson.

“Año 50 del Triunfo de la Revolución ”

Agradecimientos.

Mis más sinceros agradecimientos a:

- A la Revolución Cubana que esta guiada por nuestro comandante en jefe Fidel Castro Ruz.
- A mis tutores: Drc: Manuel Riera Nelson.
ING: Israel Alcántara de la cruz.
- A claustro de profesores y en especial a: Celeste Freyre Ramos, Florinda Reyes Moreira, Amarilis Lambert Legra, Orlando Marquetti Lafargue, Iselda Nordet Megret, Idalberto Isalgue Durruthy.
- A mis compañeros de estudio durante seis años.
- A mis familiares y en especial a Marileibys Jardines e Idenis Vidal por su apoyo material y espiritual durante este arduo periodo.
- A todas las personas que de una forma u otra me han ayudado durante toda mi etapa de formación como ingeniera.

“A todos muchas”

Gracias.

Dedicatoria

A la revolución cubana por su obra en la educación del pueblo y darme la oportunidad de convertirme en una profesional.

A todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron al exitoso desarrollo de mi trabajo en especial a mis hijas por ser lo que mas quiero en la vida , a mi madre y mi padre por su cariño y comprensión , a mi esposo por su apoyo incondicional, mí suegra por levantarme el autoestima, mis hermanos y seres queridos los cuales me han motivado en mi formación como profesional.

A los compañeros y amigos que durante mi carrera supieron brindarme su apoyo en los momentos más difíciles de la misma.

Pensamiento

“La enseñanza de la agricultura es aún más urgente; pero no en escuelas técnicas, sino en estaciones de cultivos; donde no se describan las partes del arado sino delante de él y manejándolo, y no se explique en fórmulas sobre la pizarra la composición de los terrenos ,sino en las capas misma de tierra ,y no se entibie la atención de los alumnos con meras reglas técnicas de cultivos ,rígidas como las letras de plomo con que se han impreso sino que se les entretenga con las curiosidades ,deseos ,sorpresas y experiencias ,que son sabroso pago y animado premio de los que se dedican por si mismo a la agricultura.”

“ José Martí.”

Resumen

El trabajo se desarrolló en la Granja agropecuaria Honduras. Se utilizó como material para el estudio la yuca (*Manihot esculenta* Grantz L) y dos tipos de leguminosas Frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) variedad cueto -9 y Caupi (*Vigna unguiculata*) como cultivo asociado en lo cuales se utilizaron la cepa de HMA *Glomus intraradices* y *Glomus hoi-lake*, además se inoculo con bacteria del género rhizobium. Se empleo un diseño experimental de Bloques al azar con 4 replicas. Al terminar los experimentos montados en un suelo Pardo carbonatado, se obtuvieron rendimientos elevados para la asociación yuca – leguminosa - inoculada con respecto a la yuca inoculada y sin inocular. Se puede plantear que los mayores beneficios se encontraron en las asociaciones con leguminosas inoculadas con ambos biofertilizante independientemente del número de hileras empleadas en lo cultivo de asocio. La cepa de hongo más promisoría fue la *Glomus hoi like*, donde se alcanzaron beneficios hasta \$90000 por hectárea del cultivo. Todo lo anterior fue posible por el incremento de los rendimientos obtenido por las producciones adicionales obtenidas y por el efecto de los biofertilizantes utilizados.

SUMMARY

The work was developed in the agricultural Farm Honduras. It was used as material for the study the yucca (*Manihot esculenta* Grantz L) and two types of leguminous black Bean (*Phaseolus vulgaris*) variety cueto -9 and Caupi (*Vigna unquiculata*) like associate cultivation in that which its were used the stain of HMA *Glomus intraradices* and *Glomus hoi-lake*, you also inoculates with bacteria of the gender rhizobium. You uses an experimental design of Blocks at random with 4 you reply. When finishing the experiments mounted in a carbonated Brown soil, high yields were obtained for the association yucca–leguminous - inoculated with regard to the inoculated yucca and without inoculating. It can think about that the biggest benefits were in the associations with leguminous inoculated with both biofertilizante, independently of the number of arrays used in the cultivation of I associate. The most promissory fungi stain was the *Glomus hoi like*, where benefits were reached up to \$90000 by hectare of the cultivation.

All the above-mentioned was possible for the increment of the yields obtained by the additional productions obtained and the effect of the used biofertilizantes.

Índice

I	Introducción.	1
II	Revisión bibliográfica.	4
2.1	Origen y breve revisión histórica del cultivo de la yuca.	4
2.1.1	Distribución geográfica	4
2.1.2	Ubicación taxonómica INFOAGRO, (2005).	5
2.1.3	Condiciones Climáticas.	6
2.1.4	Condiciones climáticas que favorecen al cultivo.	6
2.1.5	Sistemas de cultivos.	9
2.2	La biofertilización.	9
2.2.1	Métodos de inoculación o aplicación de los biofertilizantes.	10
2.3	Aspectos generales del cultivo de la Yuca.	11
2.3.1	Condiciones climáticas y Edáficas que requiere el cultivo.	11
2.3.2	Temperatura y foto período.	11
2.3.3	Agua.	12
2.3.4	Vientos.	12
2.3.5	Incidencia de la luz.	12
2.4	Suelo.	12
2.4.1	Acidez del suelo.	13
2.5	Taxonomía de la Micorriza Arbuscular.	13
2,5,1	Características generales de la Micorriza.	14
2.5.2	Papel de las Micorrizas en ecosistemas naturales y agrícolas.	14
2.5.3	Los cultivos y el manejo de las micorrizas.	16
2.5.4	Efecto de las micorrizas arbusculares sobre el crecimiento de las plantas.	17
2.5.5	Los hongos micorrizicos arbusculares HMA.	17
2.6	La nutrición.	18
2.7	Fósforos (P).	18
2.7.1	El fósforo está presente en el suelo en tres formas.	19
2.8	Nitrógeno.	20
2.9	Micro nutriente.	20

2.9.1	Importancia de la transferencia de nutrientes en la productividad de la planta.	21
2.10	Asociación de cultivo.	21
2.11	Asociación Rhizobium-Leguminosas.	22
2.12	El Frijol común (Phaseolus Vulgaris L).	22
2.12.1	Origen del Frijol común.	23
2.12.2	Importancia del Frijol común.	24
2.12.3	Taxonomía del Frijol (Phaseolus Vulgaris L).	25
2.13	Características botánicas.	25
2.14	Frijol :Caupi (Vigna unquiculata)	27
2.15	Rhizobium.	28
III	Materiales y métodos.	29
IV	Resultado y discusión.	29
4.1	Efectividad de la inoculación con HMA y Rhizobium en la producción vegetal.	29
4.3	Efectos de los tratamientos inoculados y los testigos sobre las variables en la altura, diámetro y números de hojas.	30
4.4	Análisis de los rendimientos económicos en los diferentes tratamientos	31
V	Conclusiones.	32
VI	Recomendaciones.	39
VII	Bibliografías.	39

I- Introducción

La yuca (*Manihot esculenta Grantz*) es un cultivo de las zonas tropicales, puede plantarse entre los 30°LN y 30°LS hasta 200 metros sobre el nivel del mar. Constituye la cuarta fuente de energía en la alimentación humana producida en el trópico. Forma parte de la dieta básica de más de trescientos millones de habitantes del mundo. (Díaz y Estrada2001).

En nuestro país se ha cultivado a través de los años y se incluye dentro del surtido de raíces y tubérculos que el pueblo cubano denomina vianda y cuya tradición de consumo remonta a épocas antes de nuestra conquista. Su amplia distribución es debido a su notable adaptación de las diferentes condiciones edafoclimáticas, hacen que esta raíz ocupe un lugar destacado, fundamentalmente como fuente de carbohidratos tanto para la alimentación humana como animal. En la región oriental de Cuba, la yuca (*Manihot esculenta Grantz*) ha mantenido un record de producción estable alrededor de las 300 000 TN. En los últimos años productores e investigadores han tratado de fomentar su cultivo y mejorar su productividad incrementando un plan tecnológico en el cual la utilización del riego complementario ha sido recomendada para la obtención de materiales de propagación, bajo criterios de certificación, y para mejorar la producción y calidad de las raíces (Díaz y Estrada 2001).

De acuerdo con los estudios realizados el 14% de los suelos cubanos están afectados por la desertificación y la sequía (1580996 ha), distribuidas en 24 sub-zonas edafoclimáticas y ubicadas generalmente cerca de las costas la acción de degradación de los suelos como resultados históricos del mal uso y manejo de las tierras por el hombre es la causa fundamental de la desertificación en el país lo que combinado con los ambientes secos y sub-húmedos han originado que el área total de la tierra el 53% este afectado por la salinidad, el 23% por la erosión, en el 14% actúan ambos factores a la vez y el 77% por la degradación de la cobertura vegetal (Fernando 2004).

La producción de viandas y dentro de ellas el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta Grantz*), es uno de los grandes objetivos de la agricultura en Cuba, en Guantánamo se han trazado medidas con el objetivo de incrementar los alimentos

de origen agrícola el uso de nuevas alternativas ecológicas para contrarrestar la sequía, la siembra de cultivos que se adapten a condiciones de estrés hídrico en el suelo, (Anuario Estadístico) Guantánamo 2003. Por tal razón se debe evaluar y considerar en las actuales circunstancias del programa alimentario la posibilidad de obtener volúmenes de productos que satisfagan las necesidades de la población (Díaz y Estrada 2001).

Para lograr este empeño es necesario tener presente el efecto beneficioso de las micorrizas Arbusculares sobre el crecimiento de la mayoría de los cultivos agrícolas ha provocado que en la última década se haya incrementado su estudio en los principales cultivos económicos del país, sin embargo, el conocimiento sobre los efectos en el crecimiento, desarrollo y las condiciones hídricas de las plantas continúa siendo interesante (Barroso 2004). A las asociaciones micorrizas se le ha atribuido múltiples funciones entre las que se destacan, el mejoramiento de las especies absorbentes del sistema radicular a través de un aumento significativo del mismo. Aumentos de las tolerancias a las toxinas, solubilización de ciertos elementos nutritivos, resistencia a las condiciones adversas (sequías y salinidad), selectividad de la absorción y cierta protección contra patógenos radiculares (Fernández 1999)

Por lo cual las micorrizas juegan un papel importante en la adsorción de nutrientes, pudiendo ser resultado de varios posibles mecanismos planteado por Siqueira (1988) y Bolan (1991) tales como aumento de la superficie de absorción y exploración del suelo, aumento de la capacidad absorbente de la raíz (efecto fisiológico), modificaciones morfológicas y fisiológicas en las raíces micorrizadas en relación con las no micorrizadas absorción de nutrientes disponibles no accesibles a raíces no micorrizadas, directamente por las hifas o indirectamente a través del favorecimiento del desarrollo de las raíces. Utilización de formas no disponibles para las raíces no micorrizadas a través de la solubilización y mineralización en el caso de las ectomicorrizas y de modificaciones en la dinámica del equilibrio de nutrientes entre la fase sólida y líquida del suelo, en el caso de las MVA. Almacenamiento temporal de nutrientes en biomasa fúngica o en las raíces evitando su inmovilización química y biológica o su lixiviación, favorecimiento de microorganismos mineralizadores de nutrientes y diazotróficos en la micorrizosfera.

Por lo antes expuesto y teniendo en cuenta que el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta Grantz*) se ha priorizado en los programas del desarrollo de la agricultura cubana, se propuso la ejecución de esta tesi, bajo el siguiente diseño:

Problema:

Inadecuada diversificación de cultivos y bajo uso de biofertilizantes en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta Grantz*) en la Granja agropecuaria Honduras.

Objeto:

Asociación de cultivos en yuca (*Manihot esculenta Grantz*).

Objetivo general:

Evaluar el efecto de dos cepas de micorriza y rhizobium en dos especies de leguminosas asociadas al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta Grantz*).

Objetivos específicos:

1. Seleccionar las especies de leguminosas con mejores condiciones como alternativas en la producción de granos asociado al cultivo.
2. Evaluar los efectos de las combinaciones del uso de las leguminosas inoculadas con micorrizas y rhizobium sobre el desarrollo del cultivo de yuca.
3. Determinar la factibilidad económica de la utilización de grano como cultivo asociado en yuca.

Hipótesis:

Con el empleo de adecuadas asociaciones de leguminosas eficientemente inoculadas con micorrizas y rhizobium, se logran producciones diversificadas en plantaciones de yuca con mínimas afectaciones del sistema suelo.

2. Revisión bibliográfica.

2.1 Origen y breve revisión histórica del cultivo de la Yuca (*Manihot esculenta Grantz*).

La yuca (*Manihot esculenta Grantz*) es una de las plantas alimenticia más importante de la zonas tropicales húmedas. El origen de la yuca es americano; se poseen muchos datos apartados por numerosos investigadores de este cultivo que demuestran esta afirmación. La yuca, a la cual los indígenas daban diferentes nombres se cultiva en toda América, sobre todo en Brasil.

En el continente americano existen 42 especies del género *Manihot* todas nativas de América. En el siglo XVI los negreros portugueses difundieron el cultivo de la yuca en África sobre todo en las costas.

Existen diferentes criterios acerca del lugar específico de América donde tuvo su origen la yuca. Hay dos teorías, la primera plantea que este cultivo se origino en Colombia y Venezuela y la segunda afirma que es oriunda del Brasil.

En Cuba, a la llegada de los conquistadores colonizadores ya se cultivaba la yuca, la cual constituía parte de la alimentación de las comunidades indígenas.

2.1.1 Distribución Geográfica.

Esta planta está muy difundida por todas las regiones tropicales y sub-tropicales del mundo y se cultiva en la zona comprendida entre los 30° de longitud norte y los 30° de longitud sur.

En América del Sur, África y muchas regiones de Asia, la yuca es uno de los principales cultivos económicos del país.

La FAO reporta 85 países productores de yuca entre los cuales esta Cuba.

En cuba la yuca es un alimento muy importante en la dieta y su producción es destinada al consumo nacional, la que es aceptada gustosamente por el pueblo, de ahí su importancia económica interna, y que se le considere un plato nacional.

2.1.2 Ubicación Taxonómica INFOAGRO, (2005).

División: Macophyllophyta

Subdivisión: Magnoliopyitina.

Clase: Magnoliatae.

Orden: Euphorbiales.

Familia: Euphorbiaceae.

Género: Manihot.

Especie: Manihot esculenta Grantz.

2.1.4 Condiciones climáticas que favorecen al cultivo.

Clima: Cálido y húmedo, típicamente tropical.

Temperatura: De 20 a 32°C para el buen desarrollo foliar y de raíces y temperaturas nocturnas de 20 a 24°C que favorecen la tuberización.

Humedad relativa: Alta y al combinarla con la alta temperatura favorecen el crecimiento vegetativo.

Luz: Es vital para el desarrollo del cultivo e imprescindible en la elaboración de almidón.

Humedad del suelo: La planta de yuca (*Manihot esculenta* Grantz) es bastante adaptable a la condiciones de humedad del suelo, los efectos negativos se presentan en el 1er y 2do período de desarrollo vegetativo (período de brotación y de la brotación a la formación de raíces tuberosas respectivamente).

Requerimiento de suelo: Requiere de suelos fértil y profundos con más de 20 cm. de capa vegetal, de buen drenaje exterior e interior y ausencia de elementos tóxicos de buen contenido de materia orgánica de (3 a 4%), los suelos silíceos, arcillosos y aluviales son considerados los más aptos.

El monocultivo posee los inconvenientes de elevar los riesgos de pérdida total de los rendimientos, eleva los costos de producción por exceso de insumos, provoca desbalances en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, limita la diversidad y como consecuencia pone en peligro el equilibrio ecológico. En un campo donde predomina una sola especie de cultivo se crean condiciones para algunos organismos se conviertan en plagas (Pérez y Col1995).

Alfonso y Col, (1994) al utilizar las asociaciones de maíz con leguminosa como abonos verde combinados con el laboreo mínimo, obtuvieron una alternativa viable para el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos oxisole.

Con la aplicación de alternativas nutricionales biológicas en la agricultura, sobre todo cuando se inoculan hongos micorrizicos arbusculares que por su papel destacado de la interacción suelo-plantas-microorganismos determinan la necesidad de incluir la micorrización al proyectar el manejo sostenible de los sistemas (Rivera Fernández 2003)

El suelo constituye un medio ideal para el desarrollo de la vida microbiana, las propiedades físicas y químicas en su conjunto han creado ecológicas que permiten incubar en su interior un elevado número de microorganismos con requerimientos nutricionales y propiedades fisiológicas muy diferentes (Fernández Y Novo, 1988)

Los microorganismos son aplicados a los suelos para desempeñar funciones específicas que beneficien los índices de productividad de las plantas, como resultado de la toma de agua y nutrientes, la fijación de nitrógeno, la solubilización de minerales, la producción de minerales, la producción de estimuladores del crecimiento vegetal y el biocontrol de patógenos.

La biofertilización incluye 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 asociarse microorganismos y plantas (Martínez 1994)

Mayca 1995, señala que los microorganismos utilizados como fertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, de fitohormonas y como antagonistas de hongos fitopatógenos, (Martínez y Hernández 1995), se refieren a las ventajas que producen estos microorganismos.

Estos microorganismos consumen escasas energía no renovable, pueden mejorar la eficiencia de los fertilizantes minerales. Y producen sustancias activas del crecimiento vegetal.

2.1.5 Sistemas de cultivos

En la época actual muchos agricultores enfrentan con rendimientos declinables, infecciones elevadas de malezas, enfermedades e insectos y un deterioro de la fertilidad, así como las estructuras de los suelos. Esta situación se atribuye a varios factores:

- Siembra consecutiva del mismo cultivo por muchos años.
- La desertificación
- La sequía
- Salinidad
- Erección y la degradación de la cobertura vegetal.
- El agotamiento de los embalses que son utilizados para el sustento de los cultivos agrícolas.

El monocultivo posee los inconvenientes de elevar el riesgo total de los rendimientos, elevar los costos de producción por exceso de insumos, provoca desbalances en las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Hernández Ay Col (1998) refieren que uno de los elementos que determina los elevados costos de producción en el monocultivo es el control de malezas.

En un campo donde predomina una sola especie de cultivo se crean condiciones para que algunos organismos se conviertan en plaga (Pérez y Col 1995).

2 La Biofertilizacion

El término de biofertilizantes puede definirse como aquellos biopreparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes fijadoras de nitrógenos, solubilizadora de fósforo, potencializadoras de diversos nutrientes o productos de sustancias activas que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio de acelerar los procesos microbianos, de tal forma

que aumenten las cantidades de nutrientes disponibles que puedan ser asimiladas por las plantas o se intensifiquen los procesos fisiológicos que incluyen sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Los microorganismos son aplicados a los suelos para desempeñar funciones específicas que beneficien los índices de productividad de las plantas, como resultado del aumento de la toma de agua y nutrientes, la fijación del nitrógeno, la solubilización de minerales, la producción de estimuladores del crecimiento vegetal y el biocontrol de patógenos. (Novo, 2002).

Martines (1994) planteo 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 forma no aprovechables, de manera que se conviertan en formas que puedan ser utilizadas mediante la acción de los microorganismos o de asociaciones microorganismos-plantas.

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 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.

2.2.1 Métodos de inoculación o aplicación de los biofertilizantes.

Los preparados a base de riza bacterias de diferentes géneros y hongos micorrizógenos pueden ser empleados para beneficio de los cultivos, ya sea por:

- Politización foliar o encubrimiento de las semillas
- Aspiración foliar o encubrimiento de las semillas
- Aplicación directa en los suelos agrícolas

Dentro de los biofertilizantes se guardan todos aquellos organismos capaces de brindar beneficios a las plantas, específicamente aquellas de interés económico (Hernández 1995).

La mayor parte de la biota del suelo se encuentra en los rizos ferra. La investigación actual sobre la biota microbiana y fuente de materias orgánicas en agro-ecosistemas, va dirigido a descubrir como la producción y las transformaciones pueden ser mejor atendidas y manejadas a fin de sincronizar la liberación de los nutrientes con la absorción de dichos elementos, diversos ecólogos y agrónomos aseguran que las prácticas agrícolas que toman ventajas de la actividad microbiana del suelo son más eficiente que las prácticas convencionales desde el punto de vista de la utilización de la energía y los nutrientes (Novo 2002).

El objetivo de la utilización de los biofertilizantes es contribuir a mejorar la calidad y productividad de los cultivos mediante la sustitución parcial o total de los fertilizantes, minerales, e introducir los mismos unidos a los abonos orgánicos como tecnología para producir una agricultura orgánica, ecológica y sustentable (Fernández 1997)

Es importante señalar que, en estudios realizados con la biofertilización, la caracterización de la rizos ferra de cultivo de gran importancia, ya que la misma permite seleccionar la cepa más fuertemente atraída hacia los exudados del cultivo en estudio y por tanto, permite obtener con actividad estimuladora de crecimiento vegetal.

2.3 Aspectos generales del cultivo de la Yuca

Esta raíz presenta un uso variado tanto para la alimentación animal, como para el consumo humano, se utiliza como substrato para producir proteína microbiana, en obtención de alcohol, en la alimentación del ganado, en la fabricación de galletas y pan y en forma de cazabes entre otros.

2.3.1 Condiciones climáticas y edáficas que requiere el Cultivo

Según Pérez (1991), el cultivo se desarrolla sin problemas, cuando la temperatura oscila en un rango de 20 a 30°C, las bajas temperaturas en las noches favorecen la iniciación de los tubérculos e incrementa su número. Las precipitaciones en este cultivo aceptan régimen anual que varían en menos de 600 mm, pero sobrevive a un suelo inundado (CIAT 1994). La yuca se desarrolla bien en clima seco con 800-1500mm (Cok. 1985)

2.3.2 Temperatura y fotoperiodo

El crecimiento de la yuca a temperaturas fluctuantes es muy diferente al crecimiento bajo temperaturas constantes y en condiciones de campo, la diferencia en temperatura estacional están relacionadas con cambios sustanciales en foto periodos temperaturas altas y foto periodos largos disminuyen la proporción de materias secas que llega a las raíces. Hay aún inquietud si esta disminución es debida a que la parte superior de la planta asimila el exceso producido y si hay efectos hormonales sobre el desarrollo de la raíz.

La yuca (*Manihot esculenta* Grantz) es una planta típica de foto periodo corto 10-20 horas luz, hay poca información sobre los efectos en la yuca algunos ensayos sugieren que en días largos, se suprime la formación de raíces gruesas presentándose además una baja en el índice de cosechas de las plantas en el rendimiento (INTA- Gob. Ni. 2006)

2.3.3 Agua.

La yuca (*Manihot esculenta* Grantz) es un cultivo que se adapta a diversas condiciones de humedad, se encuentra creciendo en zonas cuyas precipitaciones varían desde 600mm .A más de 3000mm ocasionalmente puede resistir fuertes sequías por tener la facultad de entrar en estado de lactancia utilizando las reservas de carbohidratos del tallo y raíces para formar hojas nuevas y continuar

su crecimiento una vez que restituye la humedad. Las raíces pueden extraer agua de suelos profundos hasta 2,5m.

2.2.4 Vientos.

El viento es factor baberos para el cultivo de la yuca, sobre todo cuando las plantas son adultas, según Cok 1985). Las estomas foliares son sensibles a la humedad y se cierra cuando el aire se torna seco.

2.3.5 Incidencia De La Luz.

LA yuca crece bien en condiciones de plena exposición. Entre más luz reciba sus rendimientos aumentan ya que este factor es esencial para la fotosíntesis.

2.4 Suelo.

La planta de yuca se adapta a una gran variabilidad de suelos, desde aquellos suelos pobres en alimentos nutritivos hasta los más fértiles. Cuando se cultivan variedades mejoradas en los suelos fértiles, profundos, ricos en materias orgánicas y elementos minerales se obtienen rendimientos más elevados en raíces y almidón. Los suelos para plantar yuca deben tener entre 30 y 40 cm. de profundidad, libres de cepas impermeables, material rocoso y encharcamiento (mejia 2002).

El cultivo también sobrevive en suelo cuyo contenido de fósforos, nutrientes esencial para la planta, es bajo por lo que establece ciertas asociaciones con determinados hongos del suelo (*Micorrizas*), también puede desarrollarse y dar buenas producciones en suelos ácidos y pobres, y contenido de aluminio (Mejia 2002).

Es especialmente ventajoso, para los países que presentan frecuentemente desastres, como la sequía. (Galo, 1991).

2.4.1 Acidez del suelo.

La yuca es un cultivo que se adapta en PH que puede oscilar entre 5.5 y 7.0 sin embargo, hay estudios que indican que la yuca se adapta a suelo con PH de 3.5 por tanto se puede decir que el cultivo se desarrolla en suelos ácidos hasta medianamente alcalino. (Mragob. ni 2006)

2.5 Taxonomía de la Micorriza Arbuscular.

Clasificación actual (a partir de Morton y Benny, 1990)

División: Eumycota

Clase: Zygomycetes

Orden: Glomales

Suborden: Glominae

Familia: Glomaceae

Géneros: Glomus y Sclerocystis

Familia: Acaulosporaceae

Géneros: Acaulospora y Entrophospora

Suborden: Gigasporinae

Familia: Gigasporaceae

Géneros: Gigaspora y Scutellospora

2.5.1 Características generales de la micorriza

Múltiples ventajas de la colonización por hongos MA son significativas para las plantas, los suelos y los ecosistemas en general. Así por ejemplo para las plantas, los exudados del micelio externo a la raíz, estimulan el incremento de las poblaciones de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, permite un mayor aprovechamiento del agua y los nutrientes del suelo, al explorar zonas de la raíz no alcanza, aporta mayor resistencia a la sequía y a la salinidad del suelo, atenúa al ataque de patógenos de la rías al competir por espacio, además de generar un estado fisiológico óptimo que garantiza una mejor defensa.

Los hongos micorrizicos arbusculares, presentes en cerca del 80% de los cultivos agrícolas constituye uno de los fertilizantes que deben ser considerados en el diseño de los diferentes sistemas agrícolas, pues lo agro – ecosistemas, con diferentes funciones en las plantas, pueden constituir sustitutos biológicos de los minerales (Jonson y Col, 1992).

La utilización de los hongos micorrizicos como alternativa biológica no implica que pueda dejar de fertilizar sino que la fertilización se haga más eficiente y pueda denominarse las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de observación de los nutrientes por plantas (Walkere y Col, 1990)

Los beneficios que producen las asociaciones micorrizicas arbusculares sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas resulta de gran importancia particularmente en los suelos tropicales deficientes de fósforos asimilable y donde el potencial de experimentación de estos es mucho mayor que en la regiones de clima templado (Sieverding 1991).

La inoculación de las plantas con hongos micorrizicos provoca de forma general un marcado incremento en los procesos de adsorción y tras locación de nutrientes tales como N, P , K, Ca, MG, Zn, Cu, B, MO Según diferentes autores (Marschner y Dell 1994, Koide 200 Hernández G y Col 2002) han planteado razones adicionales, una de las cuales se refiere al echo de que en proximidades de la raíz, las hifas y los pelos radicales, las partes más importante de la raíz es la absorción. Las hifas crecen paralelas a la raíz y los pelos lo hacen perpendicularmente, lo que implica que la absorción de fósforo por unidad de superficie sea mayor en el caso de las hifas (Marschner, 1990).

Los hongos micorrizicos poseen la cualidad de emplear tanto NH₄ como NO₃ sus efectos son mayores en la absorción de amonio, ya que en comparación con las raíces son capaces de absorberlos a concentraciones más bajas lo asimilan rápidamente y lo traslocan a las plantas automáticamente la eficiencia en la extracción y los contenidos de nitrógeno en las mismas (Boath y Spokes, 1989).

Las micorrizas juegan un papel importante en los ecosistemas naturales y agrícolas, en el incremento del abastecimiento de nutrientes, su colonización proporciona a las plantas debido a los cambios positivos en las relaciones hídricas, algunas especies tienen la capacidad de descomponer fenólicos en suelos que pueden inferir en la absorción de los nutrientes (Boath y Spokes, 1989).

En el suelo, evita la erosión favoreciendo la formación de micro agregados por efectos químicos y físico combinado con enmiendas orgánicas disminuye hasta en un 50% el uso de fertilizantes químicos y permite la biorremediación de los suelos con altas concentraciones de Cadmio, Zinc y Aluminio. En los ecosistemas,

contribuye al mantenimiento y la diversidad estructural y funcional, así como a la sucesión en diferentes formaciones vegetales, amortigua la erosión de las zonas costeras, disminuyendo la pérdida de arena en la línea de costa, favorece la producción primaria del ecosistema y retiene cantidades considerables de carbono en el suelo y permite un mayor éxito en los planes de reforestación en las áreas devastadas(O.B ACTAF, Instituto de ecología y sistemática |rfvalla@ecologia .cu.

2.5.2 Papel de las micorrizas en ecosistemas naturales y agrícolas:

Según diferentes autores:

1. incrementan el abastecimiento de nutrientes para las plantas por la explotación de un volumen mayor del suelo (Thompson 1994).
2. Incrementar el abastecimiento de nutrientes por la absorción de formas de elementos que normalmente no podrían ser asimilables (Marín y Call 1999).
3. Algunas especies tienen la capacidad de descomponer compuestos fenolitos en suelos los cuales pueden interferir en la absorción de los nutrientes (Bending y Resed 1995).
4. Su colonización proporciona protección a las plantas contra hongos parásitos y nemátodos (Newshamy y Call 1998).
5. Pueden ocurrir transferencias de nutrientes a través de los micelios conectados entre plantas de diferentes especies, lo que reduce la competencia entre ellos y contribuye a la estabilidad y diversidad del ecosistema (Simard y col, 1997).
6. Las hifas contribuyen al mejoramiento de la estructura del suelo, por la acción mecánica sobre la agregación (Degens y col 1994) o por sus secreciones tales como la glomalina Wright y U padhyaya 1998.
7. Los componentes estructurales de estos hongos constituyen una fuente de alimentos para invertebrados y otros organismos del suelo (Lawrence y Milnert 1996, Mciwee y Jonson, 1998).

El término Micorriza describe globalmente toda una serie de estructuras formadas por las asociaciones que se establecen entre varios géneros de hongos de suelos y las raíces de la mayoría de las plantas vasculares (Frank, 1885), e incluso se ha descrito sobre plantas no vasculares.

Al ser un fenómeno tan extendido "Micorriza" se ha convertido a nivel de usuarios en el nombre con el que se designan a los hongos implicados en su formación aunque tal denominación no sea muy correcta, esas mismas rutinas coloquiales han llevado a acuñar termino como "micorrizar": poner en contacto los hongos micorrizicos con plantas y "micorrización": para indicar el establecimiento de la simbiosis.

¿Como funcionan?

En esta simbiosis de tipo mutualista, el hongo suministra a la planta compuestos inorgánicos (sales minerales) que esta necesitan para su nutrición (micotrofia) y la planta aporta al hongo heterótrofo los compuestos orgánico (fotosintatos). El establecimiento de estas asociaciones implica la creación de fuertes interdependencias tanto es así que el hongo pasa a ser una parte mas del sistema radical, tan perfectamente integrado en el mismo que ve muy dificultado o incluso imposibilitado su desarrollo sin el concurso de su planta hospedadoras, y esta puede tener un rango de dependencia del hongo, que va desde absoluto hasta relativo en mayor o menor grado (Barea et al, 1993).

2.5.3 Los cultivos y el manejo de las micorrizas:

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

Jonson y el al, (1991) mantienen la hipótesis de que las comunidades de hongos en el suelo cambian durante la sucesiones de cultivos y que esos cambios están relacionados con la especie de plantas que remplazan y los nivele de nutrientes, además plantean que hay estrecha relación susecional entre las propiedades del suelo la productividad de las plantas y la diversidad micorizada medida por la colonización y el conteo total de esporas.

Las micorrizas albusculares son asaciones simbióticas mutualista que se establecen entre mas del 80% de las especies de plantas basculares y un selecto

grupo de hongos microscópicos pertenecientes al Phylum Glomeromycota. En esta simbiosis el hongo funciona como una extensión del sistema radical de la planta facilitando a través de su red hifas una mayor absorción de nutrientes de poca movilidad en el suelo como P, N, Zn y Cu (Smith y Read 1997). Esta mejor condición conlleva un significativo aumento en el crecimiento de las plantas que posee esta asociación (plantas micrótrofas donde estos nutrientes son escasos, otros beneficios de la asociación micorrizica son la protección contra patógenos radiculares (Newsham et al 1995) y la mayor tolerancia al déficit hídrico (Ruiz 1995). Los hongos micorrizicos arbusculares son muy antiguos y todas las evidencias acumulada hasta el presente apuntan a que aparecieron juntos con las plantas terrestres hace unos 400 millones de años (Simón 1996) de ahí su amplísima distribución estando presentes en todos los continentes y a través de todas las latitudes a pesar de su ubicuidad, las actividades agrícolas como la labranza, la aplicación indiscriminada de fertilizantes y de agroquímicos producen serias alteraciones en el M.A y su funcionamiento (Jonson y Pteger, 1992).

2.5.4 Efecto de las micorrizas arbusculares sobre el crecimiento de las plantas.

El efecto más importante que producen las MA en las plantas es un incremento en la absorción de nutrientes minerales del suelo, que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las mismas. La expansión del micelio externo del hongo por el suelo rizos férrico es la causa principal de este efecto, permitiendo la captación de los nutrientes más allá de la zona de agotamiento que se crea alrededor de las raíces, por la propia absorción de la planta (Jakobsen, 1992, Sanders y Tinker, 1973).

Los beneficios que producen las asociaciones arbusculares sobre crecimiento y rendimiento de las plantas resultan de gran importancia particularmente en los suelos tropicales deficientes de fósforos asimilables y donde el potencial de explotación de estos es mucho mayor de clima templado (Sieveding 1991)

La inoculación de las plantas con hongos micorrizicos provoca de forma general un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes tales como P, N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, B y MO (Koide 2000, Hernández g y Col 2003). Se han planteado razones y las adicionales, una de las cuales se refiere al

hecho de que en las proximidades de la raíz y las hifas y los pelo radicales la parte más importante de la rías en la absorción, siguen modelos de diferentes descrecimientos, las hifas crecen paralelas a la raíz y los pelo radicales lo hacen perpendicularmente, lo que implica que la absorción de fósforo por la unidad de superficie sea mayor en el caso de las hifas (Marschner, 1990).

2.6 La Nutrición.

El mayor efecto sobre la nutrición es el resultado del transporte de las hifas de iones minerales poco o nada móviles. Las hifas crecen más allá de los rizos ferra del suelo incrementando la superficie de las raíces. La actividad del medio del A: M resalta en un incremento en la eficiencia en la absorción de nutrientes. Este proceso particularmente importante para la difusión de los iones minerales tales como el fósforo (P) Subramanian y Charest, 1999.

2.7 Fósforos (P)

Los M. V. A pueden mejorar considerablemente el suministro de (p) para la planta hospedante mediante el uso de la capacidad adsorbente de la extensa red de hifas externas asociadas a la raíz infectadas. Las hifas de M. V. A ligada a la raíz, se extiende más allá de la zona de agotamiento del (P) que se desarrolla en los suelos deficientes en (P), ya que la raíz absorbe iones fosfatos más rápidamente de lo que se pueden difundir por el suelo para reabastecer el suministro al nivel de la superficie de la raíz. El movimiento de fosfato que está medido por la M. V. A ocurre en diferentes etapas la absorción y la tras locación.

Se cree que la tras locación de este fosfato a la raíz ocurre principalmente mediante flujo citoplasmático de los gránulos poli fosfatado en las vaculas: los V. A. M mejora sustancialmente el crecimiento de las plantas a las cuales se les han suministrado fuente de fosfato relativamente insoluble, tales como la harina de hueso, tricalcico y fosfato de hierro. El fosfato adicional fue tomado de fracción de fósforo soluble asociada con dicha fuente fosfatada o liberada por ella en el suelo, por consiguiente las micorrizas asegura una mejor utilización de fosfato disponible en el lugar de la movilización de la fracción insoluble (Saif, 1994).

2.7.1 El fosfato esta presente en el suelo en tres formas:

1. Fósforos inorgánicos solubles en la solución del suelo.
2. Fósforos inorgánicos solubles encontrados en estructura cristalina.
3. Componentes orgánicos tales como Phytate. El fósforo en el suelo es relativamente inmóvil y se difunde lentamente a las raíces de las plantas como resultado en los suelos con baja disponibilidad de fósforos, las zonas de depleción se desarrollan alrededor de las raíces en los suelos, la cantidad de fósforos que es disponible es poca cantidad es cerca de uno al 5.5 del total del contenido de fósforo (Cooper, 1984).

En general el mayor esfuerzo en el desarrollo por la infección de micorrizas es causado por el incremento de la absorción del fósforo. La efectividad para la toma del fósforo por el hongo está relacionada por:

1. Formación del poli fosfato en las hifas y mantenimiento de concentraciones internas bajo de fosfato.
2. El diámetro pequeño de las hifas proporciona un volumen relativamente grande en el suelo por unidad de superficie comparada con el área superficial de la raíz.
3. Producción de ácidos fosfatos extracelular, el cual cataliza el fosfato liberado de los complejos liberados del suelo (Marschner y Dell, 1994). Se calcula que la concentración interna de las hifas es alrededor de 0,3% de la materia ceca comparada con las concentraciones del suelo, 1,3 mm de ortofosfato (P). El fósforo se absorbe como ortofosfato y es transferido en las hifas en forma de poli fosfato, este es la principal reserva de fósforo en hongos, los gránulos de poli fosfato se encuentran dentro de los arbusculos jóvenes y en las vaculas de las hifas. El modelo de transferencia del fósforo a través de la interfase generalmente involucra el flujo pasivo de (P) del hongo y activo de la absorción de la membrana plasmática de la células de la planta cuando los hongos no promueven el flujo, probablemente son importante en la interfases hongo-raíz. El arbusculo es un órgano de haustario especializado capaz de realizar gran actividad metabólica y particularmente está adaptado como un sitio de intercambio de nutrientes entre el hongo y la planta hospedante (Cooper, 1998)

2.8 Nitrógeno.

Las investigaciones en toma de nitrógeno en planta con V. A. M, han sido en leguminosas. Cuando V. A. M, mejora la nutrición de fósforo en las plantas de hospedante, esto puede corresponder a un incremento en la nodulación fijación de N_2 y desarrollo. En vista de los altos requerimientos de fósforos para la nodulación muchas especies de leguminosas que se desarrollan en suelo bajo de fósforo, son altamente dependientes de la infección V. A. M: Sin embargo las simbiosis impone una gran competencia por los fotosintatos, usualmente a expensa del crecimiento de las raíces. De acuerdo a los efectos beneficiosos en la fijación con N_2 - con uno u otro confinado a suelo con bajo fósforos (Marschver y Dell 1994).

El micelio externo del hongo puede utilizar el N inorgánico del suelo deficientemente y es transportado 10-30 cm. a través del suelo. Así las plantas micorrizadas tienen accesos a formas de nitrógenos que no son disponibles para las plantas sin esta asociación Bago el al (1996) mostraron que *Glomus intrarradicis* es capaz de tomar ND_3 – y tralocarlo a las plantas. En muchos suelos agrícolas el ión ND_3 es la forma predominante de nitrógeno aunque este ión es altamente móvil cuando los suelo están contenidos de agua, su movilidad se reduce drásticamente. En estas condiciones el papel de las micorrizas en el transporte de ND_3 a las raíces pueden ser significativas (Johansen el al, 1996), indica que ambas forma de nitrógeno ND_3 y Nd_4 son asimilables en el micelio del hongo. Esta forma de incremento de toma de nitrógeno puede estimular las enzimas involucradas en la asimilación de nitrógeno de las plantas hospedantes, estos datos sugieren una relación positiva entre contribución del nitrógeno con las hifas y el estado metabólico nutricional de las plantas. Estos cambios pueden ayudar a las plantas para resistir condiciones secas del suelo (Subramanian y Charest, 1999).

2.9.1 Importancia de la transferencia de nutrientes en la productividad de la planta.

Las transferencias entre los simbioses esta basada en el efecto potencial de la infección sobre la productividad de las plantas o su supervivencia. Cuando el crecimientote producción de las plantas es limitada por la tasa de adquisición de nutrientes y cuando la infección micorrizica incrementa esto por proceso de toma y

transferencia, es claro que la infección es de importancia y que el resultado neto de la transferencia es bidireccional de las plantas, sin embargo la infección por la Micorriza no siempre incrementa el crecimiento de la planta o su reproducción (Smith, 1994).

2.10 Asociación de cultivos.

La asociación de cultivo consiste en sembrar dos o más especies, al mismo tiempo en un mismo campo, pudiendo ser mixto, en surco, en franja o en relevo. Las asociaciones de cultivos múltiples o sistema de poli cultivo (Altieri, 1983), son sistemas en los cuales dos o más especies de vegetales se plantan con suficiente proximidad especial para dar como resultado una competencia inter específica complementaria.

Las asociaciones de cultivos presentan diferentes patrones de asociaciones distinguiéndose en tres categorías. La asociación de cultivo múltiple, donde crece en el periodo de un año dos o más cultivos de manera intensiva.

Según Núñez (1997) la asociación secuencial de cultivo múltiple, donde en un mismo terreno por el periodo de un año, se dos o más cultivos secuencial mente. El cultivo que procede es sembrado inmediatamente posterior al cultivo cosechado, la intensificación en este tipo de asociación está sujeta a la dimensión del terreno y al arreglo de las asociaciones.

Las asociaciones de cultivos presentan ventajas desde el punto de vista agrícola y medio ambiental (Núñez 2002) reducen las necesidades de labranzas y uso de maquinarias, evita compactación y erosión de los suelos, ayuda interceptar las canchales de gotas de agua, es más lenta, por los distintos niveles de follaje de los cultivos. Las asociaciones incrementan el lavado foliar, la infiltración de agua es más lenta y retenida en el suelo, ayuda a mejorar la humedad en los sistemas productivos y la arquitectura del poli cultivo.

La asociación y absorción de cultivo diferentes en un mismo cultivo contribuye a mantener el equilibrio de los nutrientes del suelo y aumenta la fertilidad, se plantea que la economía general de la explotación agrícola se beneficia como consecuencia de la diversificación de los cultivos y de las posibilidades de salida de los distintos productos. Estos contribuyen a una mejor y más racional utilización de los medios de producción (Hernández 1997, 1999).

La rotación y asociación de los cultivos en las características física de los suelos como estructuras, la capacidad de retención del agua, la densidad, las velocidades infiltración y aireación dependiendo estos efectos de la calidad, cantidad, tipo de manejo y factores climáticos Según Caurio et, al 1989).

2.11 Asociación rhizobium-leguminosas.

Los Rhizobium no son todos iguales cada especie de leguminosa requiere su propia especie específica de Rhizobium para nodular y fijar nitrógeno, ejemplo aquel Rhizobium que efectivamente nódulo a la suya no se puede asociar a la alfalfa y viceversa. La asociación de hongos M. A y Rhizobium en plantas leguminosas hace posible que estas puedan crecer bajo limitado regimenes de N y P en los suelos no fertilizados pues los tres simbioses garantizan la fuente C, N, P para la simbiosis y también el mejor almacén para los productos obtenidos de Azcon- Aguilar y Barea 2002.

La fijación del di nitrógeno en la simbiosis Rhizobium-Leguminosa tiene una gran importancia en la agricultura Kaindi et al 1997. Dicho proceso se lleva a cabo con el beneficio máximo para las plantas y el suelo cuando no existen deficiencias de molibdenos, ni de nitrógeno combinado con el suelo en presencia de cepa de bacterias específicas alcanza un número suficiente y las condiciones para el desarrollo son favorables. Esta fijación se realiza por un número limitados de especies procariotas generalmente por bacterias y algas verdes- azules, y se manifiesta en diversos procesos tanto simbióticos como no simbióticos.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

El género Phaseolus, perteneciente a la familia de las leguminosas, comprende más de 30 especies y tiene su origen en el continente americano (Debouck y Smartt, 1995). Dentro de estas especies, solo 5 han sido domesticadas, que son Phaseolus. Acutifolius A. Gray, Phaseolus coccineus L., Phaseolus lunatus L., Phaseolus polyanthus Greenman y Phaseolus vulgaris L. (Gepts y Debouck, 1991). Esta última es la especie más cultivada, ocupando más del 85% de las áreas dedicadas a todas las especies de Phaseolus cultivadas en el mundo (Singh, 2001). El frijol común (Phaseolus vulgaris) es una especie predominantemente autógama, con niveles muy bajos de entrecruzamiento

(menos del 5 %) (Graham y Ranalli, 1997), aunque se ha reportado casos de niveles más altos en determinadas condiciones (Gepts, 1993). Presenta un ciclo anual y es muy diversa desde el punto de vista morfológico con una gran variación en relación a hábito de crecimiento, pigmentación, vainas, semillas y características fenológicas (Singh y col., 1991a).

2.12.1 Origen del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L).

Se plantea que existen dos centros principales e independientes de domesticación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), lo que hace que la diversidad intra-específica del frijol común se divida en dos reservorios principales, los andinos y los mesoamericanos (Gepts y col., 1986). Estos dos grandes grupos se dividen a su vez en razas, encontrándose dentro del grupo andino las razas Chile, Nueva Granada, y Perú, caracterizadas todas por semillas de gran tamaño. Dentro del grupo mesoamericano, por su lado, se encuentran las razas Durango y Jalisco, dentro de los materiales con semillas medianas y Mesoamérica, con semillas Pequeñas (Singh y col., 1991a) además de las características de las semillas, dichas razas se distinguen entre si además por otra serie caracteres morfológicos y agronómicos y por su adaptación ecológica específica (Beebe y col., 2000). El Frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es un cultivo de gran importancia para la alimentación humana por el elevado contenido de nutrientes que posee (Socorro, Martí, 1998).

Al igual que la mayoría de los alimentos contiene como constituyentes naturales sustancias tóxicas y antinutrientes, cuyo papel fisiológico en la planta no está bien esclarecido, pero se debe a que actúan como un mecanismo de defensa contra insectos, depredadores, parásitos, hongos e incluso el hombre (Sotelo, et al 1998). Entre esas sustancias se encuentran algunas de vital importancia para la obtención de medicinas como hemaglutininas (latinas), ácidos féticos (Bilbao et al 200). También es rico en leucina pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, Cistina y triptofano; (Socorro y Martín, 1998).

En Arigenario de América Central en específico de México y se le conoce con diferentes nombres: poroto, haricot, caraota, judía, alubia, habichuela y otros.

Las leguminosas de grano que son cultivadas en todo el mundo por su importancia como fuente de proteína en la dieta humana y animal; Constituye un

componente esencial en los sistemas de cultivo, ya que aporta nitrógeno de la atmósfera a partir de la fijación biológica con las bacterias de género *Rhizobium*, mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos, e interrumpe los ciclos de incidencia de las enfermedades (Cordobilla et al. 1995 citado por González et al, 2000)

En un grano básico y estratégico por el elevado contenido de nutrientes que posee, el mismo originario de América central, Especialmente de México (Blanco et al, 1995)

Las ventajas de esta, importante fuente de alimento están dado por su aporte en proteínas, hidratos de carbono complejos vitaminas (especialmente vitaminas del grupo B) y minerales (Ca, Zn, Cu, K, Mg y P) lo que hace que forme parte de la alimentación diaria de diferentes poblaciones (Bilbao et al, 2000).

Este cultivo presenta muchas razones para tener importancia económica a continuación detallamos algunas de las razones:

- Son de mucha importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales.
- Mejora los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del género *RHIZOBIUM*.

Sus granos contienen proteínas, vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades. Ángel Valladolid Ch, Jorge Pantaleón S, Oscar Castillo R, Julián Aquino, junio, 1998

2.12.2. Importancia del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L).

El frijol común es la leguminosa más consumida en el mundo donde se producen en la actualidad alrededor de 18 millones de toneladas anualmente en ambientes tan diversos como América Latina, norte y centro de África, China, EUA, Europa y Canadá. Dentro de estos, América Latina es el mayor productor y consumidor liderado por Brasil, México y Centroamérica y el Caribe (FAO, 2005).

Desde el punto de vista nutricional, los frijoles se caracterizan por ser fuentes altamente eficientes en proteínas y hierro, lo cual los ubica en una posición aventajada respecto a otros alimentos de origen vegetal. Por ejemplo, se plantea que el contenido de proteínas en las semillas secas de frijoles oscila entre 12 y 25 %,

proporciones que son significativamente favorables en comparación con los niveles de proteínas de los cereales que sólo contienen entre 5 y 14 %.

En cuanto a su aporte energético, los granos secos de frijoles suministran aproximadamente en igual medida que los cereales, pero contienen además una pequeña parte de grasas y una abundante gama de vitaminas y minerales (García y col., 1997).

El frijol se considera como la segunda fuente de proteína en África oriental y del sur y la cuarta en América tropical. El frijol es especialmente importante en la nutrición de mujeres y niños; además, tiene gran importancia económica, pues genera ingresos para millones de pequeños agricultores, a tal grado que la producción mundial anual es de cerca de US\$11 mil millones (CIAT, 2001).

En Cuba el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) forma parte en la dieta del cubano que los consume casi diariamente, constituyendo la fuente de la quinta parte de las proteínas totales consumidas. Se estima que en Cuba se produjeron en el año 2002 unas 119800 toneladas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

Esta producción a pesar de ser superior a la de la década anterior no satisface la demanda nacional requiriéndose la importación de alrededor de 70 077 toneladas en el mercado internacional (FAO, 2005). Es interesante señalar que la producción nacional de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) está a cargo fundamentalmente del sector no estatal, que ha estado cobrando importancia en la producción en los últimos años.

2.12.3 Taxonomía de Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L)

Clase: Dicotiledónea

Orden: Rosales

Familia: fabaceas

Subfamilia: Polionidea

Tribu: Phaceolea

Género: *Phaseolus*

Especie: (*Phaseolus Vulgaris* L)

2.13 Características botánicas

Es una planta anual, herbácea, de tamaño y hábitos variables, ya que hay variedades que son de guías o trepadoras y otras en forma de arbustos pequeños. Es intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas (socorro y martí 1998)

El tallo

La planta de Frijol presenta tallo de altura variable en dependencia del tipo de crecimiento. En los del tipo determinado el tallo termina en una inflorescencia, alcanzando longitudes entre 20 a 60 cm., su máximo nivel se logra con medidas agrotecnicas como el empleo de un tutor o de un cultivo asociado, el maíz. (Socorro y martín 1998)

Las Hojas.

Por su posición en el tallo son alternas compuestas por tres polialos de ellos laterales uno es terminal o central. Los foliolos laterales son más o menos asimétricos y el central es simétrico, son grande forma ovalada y con el extremo terminado en forma acuminada o de punta, poseen un nervio central y un sistema de nervadura ramificada en toda el área del limbo foliar (Socorro y Martín, 1998)

Inflorescencia y la flor.

La inflorescencia del Frijol se presenta en racimos que pueden ser terminales y asilares pueden estar ocultos por follaje o sobresalir de este. En las variedades del Frijol de tipo indeterminado, todas las inflorescencias son variables pudiendo llegar a 30. En algunos casos la inflorescencia puede ser en forma de racimos y en otros, forma de roseta. El conjunto de la inflorescencia esta compuesto por pedúnculo, raquíis, pedicelo, bractea, bractéola cáliz, corola compuesta por cinco pétalos desiguales. La corola puede tener colores muy variados: blanco, violeta, rosa, amarillo o púrpura en dependencia de la variedad de que se trate. Machi y Tmith (1935); Pincherat (1967); Boeta y Paraíso (1983) y Pereira y Tavariani (1985) citado por Olivares y Bómbale (1999).

Frutos.

Es una legumbre o vaina que tiene forma alargada y puede alcanzar hasta 22cm de largo, después de la fecundación es verde pudiendo mantener este color hasta

la maduración o también tornarse amarillenta, violácea o japeada El número de semillas por vainas es variable generalmente entre tres y nueve.

La vaina puede ser recta, arquetada o recurvada. En las variedades del tipo determinado prácticamente todas las vainas maduran al mismo tiempo o pudiéndose cosechar toda la plantación.

Los granos de Frijol son generalmente uniformes aunque también pueden ser oblongos u ovalados atendiendo el color. Se pueden encontrar granos de color uniforme, como por ejemplo negro, rojo, blanco y también se pueden encontrar dos clases con diferentes variantes dentro de dicho grupo y finalmente hasta tres colores diferentes.

El taquímetro o cáscara de la semilla tiene un espesor variable que depende de las variedades y del tipo de Frijol (Socorro y Martín 1998). Es un parámetro que caracteriza la calidad nutricional de los mismos y presentando una correlación positiva con el tiempo de cocción de los granos (León et al, 1990); Jacinto y Albino, 1993).

Raíz:

En los primeros estadios esta formada por la radícula del embrión la cual se convierte en la raíz principal, esta se distingue por su diámetro y su posición a continuación del tallo las raíces terciarias aparecen lateralmente sobre las raíces secundarias y las raíces terciarias sobre las secundarias. El sistema radical tiende a ser fasciculado (olivares y Bómbale, 1999)

Son de crecimiento rápido, su mayor desarrollo crece cerca de la superficie del suelo de 20 – 40 cm. de profundidad y de 15 – 30 cm. laterales. Una característica importante en la formación de nódulos más o menos abundantes formado por la simbiosis con la bacterias del género *Rhizobium* y cuya principal función es la fijación de nitrógeno este elemento al suelo, en el orden de 50 – 80 Kg. de nitrógeno.

2.14 Fríjol: Caupi (*Vigna unguiculata*)

El Caupi (*Vigna Unguiculata*), es un cultivo que prospera en zonas cálidas, desarrollándose normalmente a temperaturas de 16° C y 35° C, temperaturas mayores a las indicadas afectan la floración y fructificación. Se adapta a diversos tipos de suelos pero prefiere suelos francos (arcilloso, arenosos, limoso) profundos, fértiles y libres de salinidad.

Esta muestra conjuntamente con el Frijol de palo y pallar son los que mayormente se siembran en los últimos ocho años, debido a la creciente demanda en el exterior.

Variedades

En la presente campaña agrícola 2003-2004, la variedad CAU-9, es la de mayor aceptación en el mercado de exportación.

Preparación de terreno

Aradura en seco con rastra o ardo para incorporar el restrojo anterior y mejorar la estructura del suelo.

Ventajas de una buena preparación del terreno

- Germinación uniforme.
- Aireación adecuada de la raíz.
- Mayor aprovechamiento de aguas nutrientes.
- Reducción de la incidencia de malezas, plagas y enfermedades.

2.15 *Rhizobium*:

Es un género de bacterias del suelo que tiene la capacidad de formar nódulos en las raíces de las leguminosas y a través de los mismos realiza la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico con el correspondiente beneficio de la planta (Plegable. S. Espíritus, 2006.)

Los nódulos radiculares de las leguminosas son estructuras altamente especializadas, adaptadas a la fijación del nitrógeno para el beneficio de la planta en su conjunto, lo que permite su desarrollo cuando hay deficiencia de este elemento en el suelo. A pesar de que ni las plantas leguminosas ni los microsimbiontes pueden fijar nitrógeno cuando están separados, la morfogénesis de los nódulos crea las condiciones que se requieren para la inducción y el funcionamiento del sistema nitrogenasa. (Neyra, 1978).

III Materiales y Métodos

El trabajo se desarrollo en la Finca No 1 perteneciente a la Granja Agropecuaria del “Consejo Popular Honduras “en el Municipio Guantánamo, la cual se encuentra situada a 80 msnm y los 70° 00 de latitud N y a los 9° de longitud O.

Análisis del suelo

El experimento fue montado en un suelo Pardo sialítico y se tomaron las muestras a una profundidad de 0,20cm. Los resultados del análisis arrojaron valores de pH neutro (7), con buen contenido de materia orgánica (3,68 %), bajo contenido de fósforo (1,56 ppm) y buen contenido de potasio (0,78 cmol. Kg⁻¹).

Condiciones climatológica.

Se recopilaron datos primarios de las condiciones climatológicas durante el establecimiento y el desarrollo del experimento a partir del registro de lluvia de la UBPC Honduras, y los datos de humedad relativa y temperatura suministrados por el Centro de Meteorología de la Provincia de Guantánamo. (Tabla 1)

Tabla 1. Condiciones climáticas de la zona donde se desarrollaron los experimentos.

Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación Total(mm)	5	27	82	151	52	57	28	68	161	61	3	2
H .Relativa (%)	81	83	80	79	79	81	80	81	88	84	82	83
Temperatura Promedio(°C)	23.	24	25	25	26	27	27	27	28	27	25	27

Descripción de los tratamientos

El experimento se montó en bloque al azar con 10 tratamientos y cuatro replicas, en parcelas de 25 m². Se utilizaron dos especies de leguminosas, Frijol negro (*Phaseolus vulgaris L*) variedad cueto-9 y Caupi (*Vigna unquiculata*), variedad “Crema” y la Yuca (*Manihot esculenta Grantz*) variedad Señorita como cultivo principal. En los granos se emplearon las siguientes cepas de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA); *Glomus Intraradices* y *Glomus hoi like* mientras la especie de bacteria fue *Rhizobium phaseollus*.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos. Experimento1.

Trat.	Cultivos	Especies de leguminosas	HMA	Rhiz
1	Yuca	Frijol doble hilera	Con G. intraradices	Con
2	Yuca	Frijol. doble hilera	Sin G. intraradices	Sin
3	Yuca	Caupi doble hilera	Con G. intraradices	Con
4	Yuca	Caupi doble hilera	Sin G. intraradices	Sin
5	Yuca	Frijol una hilera	Con G. intraradices	Con
6	Yuca	Frijol una hilera	Sin G. intraradices	Sin
7	Yuca	Caupi una hilera	Con G. intraradices	Con
8	Yuca	Caupi una hilera	Sin G. intraradices	Sin
9	Yuca	-----	Con G. intraradices	-----
10	Yuca	-----	Sin G. intraradices	-----

Tabla 3 Descripción del experimento 2

Tratamientos	Cultivo	Especies de Leguminosas	HMA	Rhizob
1	Yuca	Frijol doble hilera	Con <i>G. hoi-lake</i>	Con
2	Yuca	Frijol doble hilera	Sin <i>G. hoi-lake</i>	Sin
3	Yuca	Caupi doble hilera	Con <i>G. hoi-lake</i>	Con
4	Yuca	Caupi doble hilera	Sin <i>G. hoi-lake</i>	Sin
5	Yuca	Frijol una hilera	Con <i>G. hoi-lake</i>	Con
6	Yuca	Frijol una hilera	Sin <i>G. hoi-lake</i>	Sin
7	Yuca	Caupi una hilera	Con <i>G. hoi-lake</i>	Con
8	Yuca	Caupi una hilera	Sin <i>G. hoi-lake</i>	Sin
9	Yuca	-----	Con <i>G. hoi-lake</i>	
10	Yuca	-----	Sin <i>G. hoi-lake</i>	

Atenciones culturales

Las atenciones culturales se realizaron según instructivo técnico de la yuca (Manihot esculenta grantz) 2008.

En el cultivo del frijón negro (*Phaseolus vulgaris* L) en conjunto con el primer cultivo o aporque, las otras dos limpias se hicieron cada veinticinco días.

Se realizó un entresaque o raleo manual a los veinte días de germinada las leguminosas, con dos aplicaciones con productos químicos, cada siete días con Tamaron con la siguiente dosis 0.4 a 0.6 L/ha.

Aplicación de biofertilizante

Para realizar la coinoculación de las especies de leguminosas en los experimentos se utilizó Rhizobium y Micorriza realizándose de la siguiente forma.

Recubrimiento de semilla: Se hizo una pasta con la Micorriza al 10% y el Rhizobium al 2% del peso de la semilla y se remueven las semillas para que se mezclen bien, posteriormente se puso a secar a la sombra por 30 minutos.

Parámetros evaluados al cultivo de la yuca

- Altura del tallo : se utilizó una cinta metrica y se midio desde el cuello de la raiz hasta el apice en cm.
- Diámetro del tallo : La medición de este parámetro se realizo en la parte media del tallo y el apice utilizando pie de rey en mm.
- Números de hoja: se realizó por conteo directo
- Diámetro y largo de las raíces tuberosas: se tomaron 10 plantas por parcelas para realizar las mediciones las cuales se realizaron con pie de rey y cinta métrica

Parámetros evaluados a las leguminosas:

- ✚ Altura de la planta: Con una regla graduada se midió desde la raíz hasta el apice de la planta.
- ✚ Cantidad de nodulos: Se contaron todos los nódulos de las plantas
- ✚ Materia seca por plantas. Se tomaron cinco plantas
- ✚ Rendimiento por ha: se realizo tomando un metro cuadrado en dos tres puntos de cada parcela. Donde se obtuvo el rendimiento, luego se extrapoló a una ha.

Para el procesamiento de los resultados se utilizó un análisis de varianza de clasificación simple y la prueba de rango múltiple de media de Duchan 10978 en todos los casos necesario.

Análisis económicos.

La valoración económica de los resultados de los experimentos, a partir de cada uno de los cultivos en cada secuencia, se realizó según la metodología propuesta por la FAO (1980), evaluando los siguientes indicadores:

- Valor de la producción ($\$.ha^{-1}$)
- Costos de los biofertilizantes ($\$.ha^{-1}$)
- Beneficios ($\$.ha^{-1}$)
- Relación: Cociente obtenido de dividir el beneficio entre el costo total incurrido en las diferentes actividades en cada tratamiento.

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

2) Precios de venta de los biofertilizantes ($\$.kg^{-1}$), según listado de precios del INCA (CUBA INCA, 2000).

- Micorrizas (HMA) _____ \$ 4,50 Kg.
- Rhizobium _____ \$ 18,00 (500gramo)

3) Precios de producto acopiado ($\$.t^{-1}$).según listado oficial de precios MINAG (Cuba, MINAG, 2002.)

- Yuca _____ \$ 0,75 Lbs

4) Tarifas de preparación de suelos ($\$.ha^{-1}$), según listado oficial de precios de servicios Agropecuarios y resolución NO.224-99 del MINAG (Cuba MINAG, 1999).

- Rotura _____ \$ 34,06

-Grada _____	\$ 18,53
-Surcar _____	\$ 19,00
- Siembra y tape_____	\$ 120,48
-Riego_____	\$ 18,75
-Limpia manual_____	\$ 273,95
-Cultivo con buey_____	\$72,48
-fumigación_____	\$57,49
-Cosecha y manipulación _____	\$ 66,89
-Preparación de semilla _____	\$194,99
- Traslado de semilla_____	\$ 19,19

-Precios de las semillas adquiridas ($\text{\$}\cdot\text{kg}^{-1}$), según listado Oficial de Precios de semillas del MINAG (Cuba MINAG, 2002).

Fríjol negro _____	\$ 10,86 (\$ 510,42 ha)
Caupi _____	\$ 2,70 (\$ 126,90 ha)
Yuca _____	\$ 60,0 (1000) Estacas. (\$ 477,8 T/ ha)

IV Resultados y discusión

4.1 Efectividad de la inoculación con HMA y Rhizobium en las leguminosas

En la tabla 4 se muestra el comportamiento de altura del Caupi, y fríjol negro donde se puede ver que los mejores tratamientos fueron, los coinoculado a doble y una hilera con micorriza y rhizobium, diferenciándose de los testigos no inoculados, estos resultados pueden estar en correspondencia con la influencia de la micorriza en el aumento de la absorción de nutrientes y minerales del suelo estos resultados podían coincidir por lo planteado por (Bolan y Fitter, 1994,1991). Los cuales plantean que las micorrizas facilitan su nutrición, crecimiento y desarrollo, mejoran su tolerancia frente al estrés hídrico y los agentes patógenos, facilitan su adaptación a suelos salinos , le permiten a la planta mayor adaptación al medio, mayor competitividad con las plantas acompañantes no micorrizadas y mayor productividad.

Tabla 4 Comportamiento de la altura en diferentes especies de leguminosas inoculadas en los experimentos.

Evaluación altura 45 (días) Frijol Negro y Caupi					
Experimento 1			Experimento 2		
1	F/ 2hilera-To	55,0	a	1	39,3 a
2	F/ 2hilera-TI	45,0	b	2	28,6 d
3	C/ 2hilera-To	75,7	cd	3	44,3 bc
4	C/ 2hilera-TI	66,0	f	4	35,0 e
5	F/ 1hilera-To	52,0	a	5	36,6 ab
6	F/ 1hilera-TI	47,7	bc	6	28,0 e
7	C/ 1hilera-To	75,6	de	7	41,0 cd
8	C/ 1hilera-TI	64,0	e	8	28,6 e
Error				Error	1,58

To _____ Tratamiento inoculado.

TI _____ Tratamiento no inoculado.

La tabla 5 muestra el número de nódulos a los 45 días donde los nódulos del frijol en ambos experimentos eran mas que el Caupi, pero siempre los coinoculados en doble hilera como sencilla fueron de mayor numero, siendo en el Caupi menor numero, pero su nodulación fue mas grande, observando diferencias significativas entre ambos tratamientos coinoculados con HMA y el testigo no inoculado. Este comportamiento pudo haber estado influido por motivo de que al incorporar HMA en el suelo aumenta el desarrollo y crecimiento de las plantas, mejoran el suelo y la nutrición de las plantas, aumentan el enraizamiento y la actividad microbológica del suelo. Estos resultados podían coincidir por lo planteado por (Rodrigues y zanahoria 1991).Expresa que los HMA fomentan, inhiben o modifican a los procesos fisiológicos de las plantas. Estos resultados corroboran lo planteado por Sieverding 1991, Chen 1996, que plantearon que los HMA no solo aumentan el desarrollo y crecimiento de las plantas además ofrecen otros beneficios como: incrementan la resistencia a plagas en sus raíces y estrés ambiental y estimula la actividad de sustancias reguladoras de crecimiento.

Tabla 5 .Comportamiento de los nódulos en diferentes especies de leguminosas inoculadas en los experimentos 1 y 2.

Evaluación de los nódulos a los 45 (días) Frijol Negro		Caupi	
Experimento 1		Experimento 2	
1 F/ 2 hilera-To	23.0 b	1	37.3 a
1 F/ 2 hilera-TI	10.0 g	2	22.0 bc
2 C/ 2 hilera-To	15.6 d	3	16.3 e
3 C/ 2 hilera-TI	12.3 f	4	10.0 g
4 F/ 1 hilera -To	51.0 a	5	24.0 b
6 F/ 1 hilera- TI	22.0 c	6	12.3 f
7 C/ 1 hilera- To	23.6 b	7	17.0 d
8 C/ 1 hilera -TI	14.0 e	8	12.3 f
Error	3.32	Error	4.28

To _____ Tratamiento inoculado.
 TI _____ Tratamiento no inoculado.

4.3 Efectos de los tratamientos inoculados y los testigos sobre las variables en la altura, diámetro y número de hojas del cultivo de la yuca

Experimento 1

En la figura (1) se muestra los valores obtenidos para la altura en lo cual se encontraron que todos los tratamientos coinoculados a doble y una hilera con HMA y rhizobium desde los 90 días hasta los 150 presentaron diferencias significativas, mostrando así que a partir de los 180 hasta los 240 días los tratamientos inoculados no muestran diferencias significativas, en correspondencias con el testigo inoculado, lo que demuestra la respuesta positiva al cultivo a la aplicación de hongos MA.

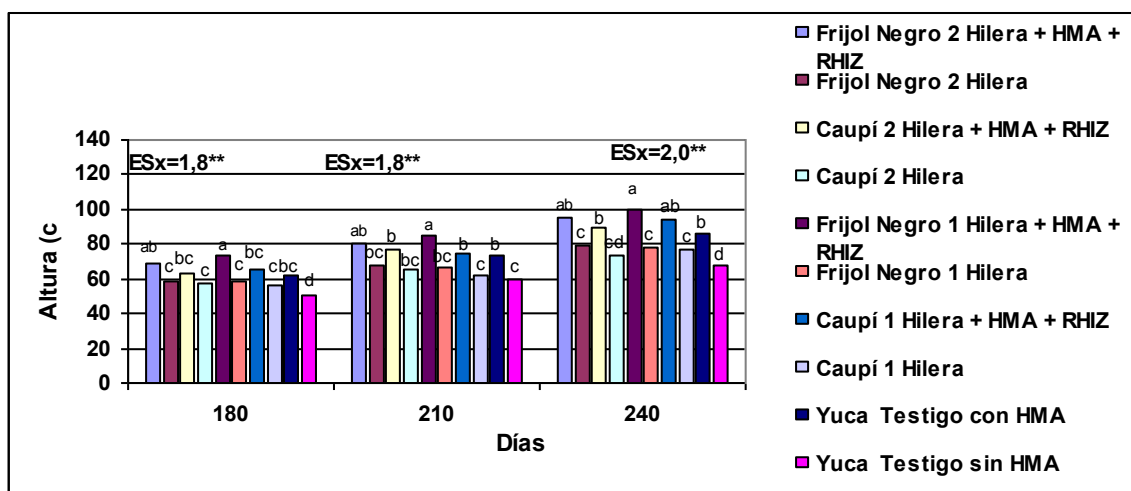
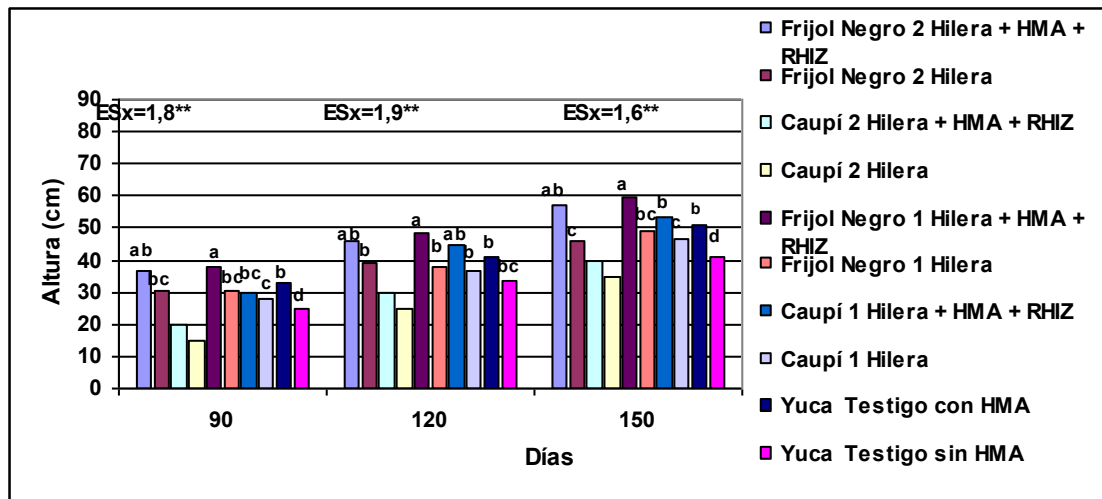


Figura 1 .Resultados de los valores de la altura para las evaluaciones realizadas (letras diferentes en cada tratamiento difieren significativamente) según prueba de rango DUNCAN.

En la figura (2) evaluación del diámetro hubo diferencias significativas ya que tubo respuesta superiores de los tratamientos coinoculados con hongos MA y rhizobium encontrándose los valores más altos en los frijoles negro coinoculados a doble hilera y una hilera , que aventajo al resto de los tratamientos, difiriendo así con la yuca testigo con HMA ,observándose retardo del crecimiento en el caso del Caupi sin coinocular, todos los tratamientos superaron significativamente al testigo sin inocular , ya que las micorrizas incrementan el desarrollo y crecimiento de las plantas. Al respecto, Siguiera (1988), señalo que las micorrizas influyen en

el desarrollo y crecimiento de las plantas ya que sus hijas crecen en el suelo, aumentando el volumen de suelo total a explorar y permitiendo la absorción fuera de la zona de agotamiento de las raíces.

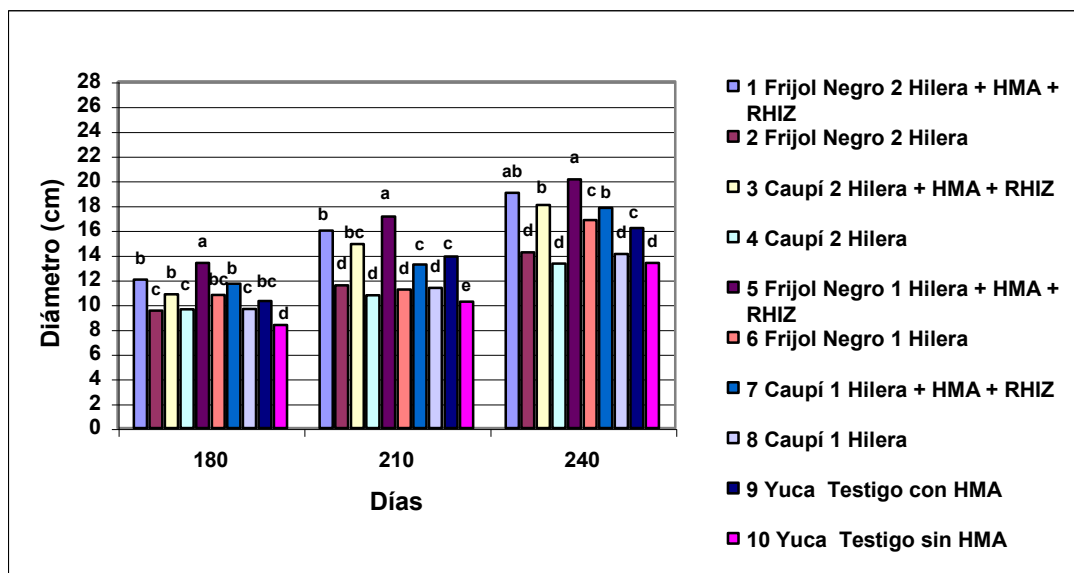
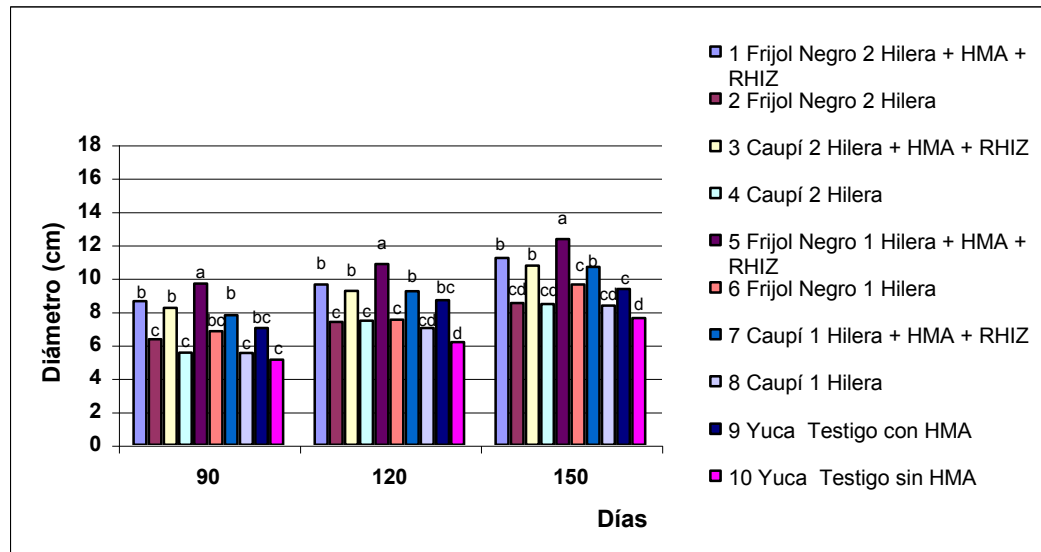
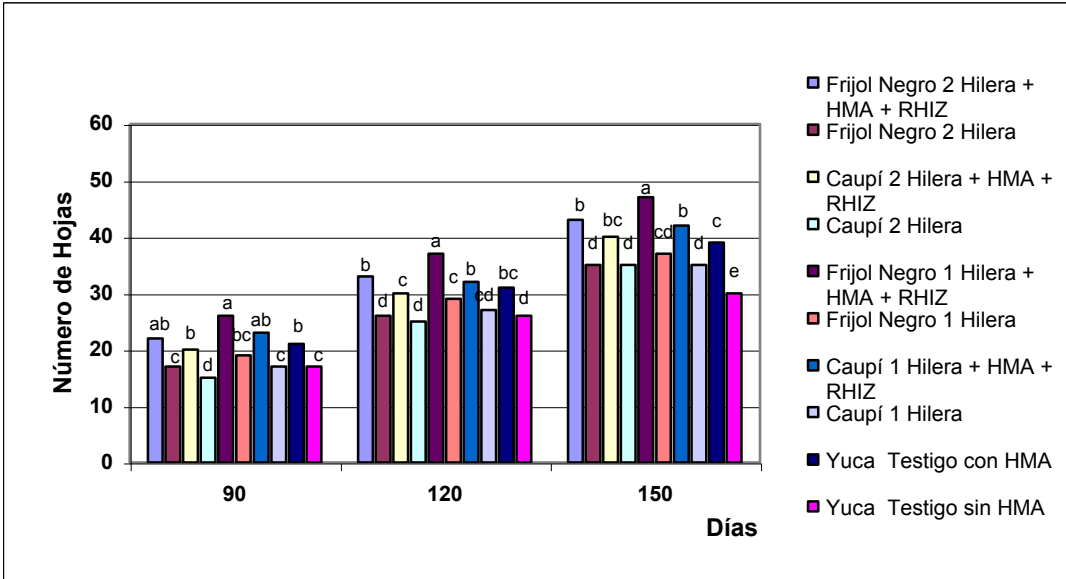


Figura 2: Dinámica del diámetro del tallo del cultivo de las yuca en evaluaciones realizadas (letras diferentes en cada tratamiento difieren significativamente).

En la figura 3, se observa en el número de hojas su efecto positivo, presentando los tratamientos coinoculados con HMA y rhizobium un comportamiento superior al testigo sin coinocular, los mejores tratamientos estuvieron asociados a la inoculación de HMA y Rhizobium por lo que esta provoca de manera general un incremento en los procesos de absorción y tras locación de nutrientes tales como :P,N,K,Ca,Mg,Zn,Cu,Mo,y B .Estas asociaciones son factor importante para el incremento de las plantas, razones citadas por Black, (1980) que plantea que esto es debido a los bajos niveles de P asimilables a la capacidad de fijación de este elemento en el suelo y la alta velocidad de los procesos de fijación en suelo y sus respectivas pérdidas así como su alto costo de producción



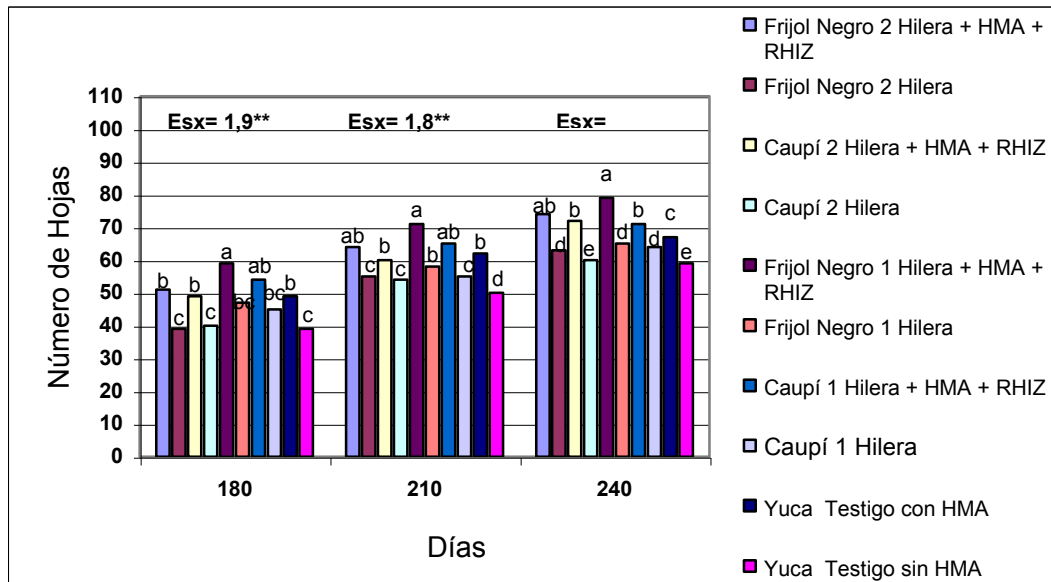


Figura 3: Comportamiento del número de hojas para las evaluaciones realizadas.

Experimento 2

En la figura 4. se muestran los valores obtenidos de altura desde los 90 hasta los 240 días mostrando diferencias significativas en todos los tratamientos coinoculados con HMA *hoi-lake* y *rhizobium* encontrándose en el caso del los testigo sin coinocular que hay muy poca diferencias significativas entre ellos, difiriendo con respecto al testigo con HMA que tuvo muy poca diferencias, lo que da una respuesta positiva del cultivo a las aplicaciones de hongos MA, ya que las micorrizas son productos que no contaminan el medio ambiente e incrementan el proceso microbiano de las plantas. Fernandes, F. (1997) Plantea que los biofertilizantes contribuyen a mejorar la calidad y productividad de los cultivos.

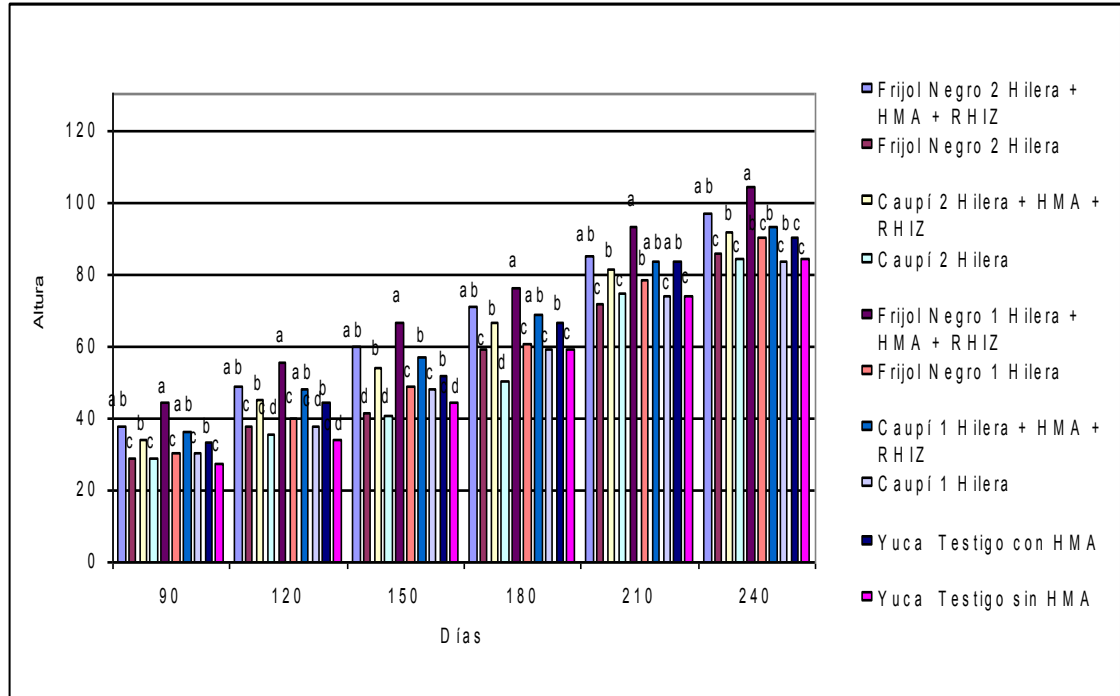


Figura 4: Resultados de los valores de la altura para las evaluaciones realizadas.

En la figura 5: del diámetro de la yuca los tratamientos coinoculados con *G.hoi-lake* se observa que en los tratamientos a doble y una hilera hubo diferencias significativas muy poca desde los 90 hasta los 240 días, y el testigo inoculado en comparación con el testigo no inoculado, lo que mayor influencia ejercieron fueron los coinoculados con hongos MA *G. hoi-like* y *rhizobium* debido a que las micorrizas ejercen aumento en la superficie de absorción y exploración del suelo (efecto físico) .Aumento de la capacidad absortiva de las raíz (efecto fisiológico) .observando que el papel de las micorrizas en la absorción de nutrientes es muy complejo, pudiendo ser resultado de varios mecanismo planteado por Siguiera y Franco (1988) y Bolan (1991), como el de modificaciones morfológicas y fisiológicas en las raíces micorrizadas en relación con la no micorrizadas.

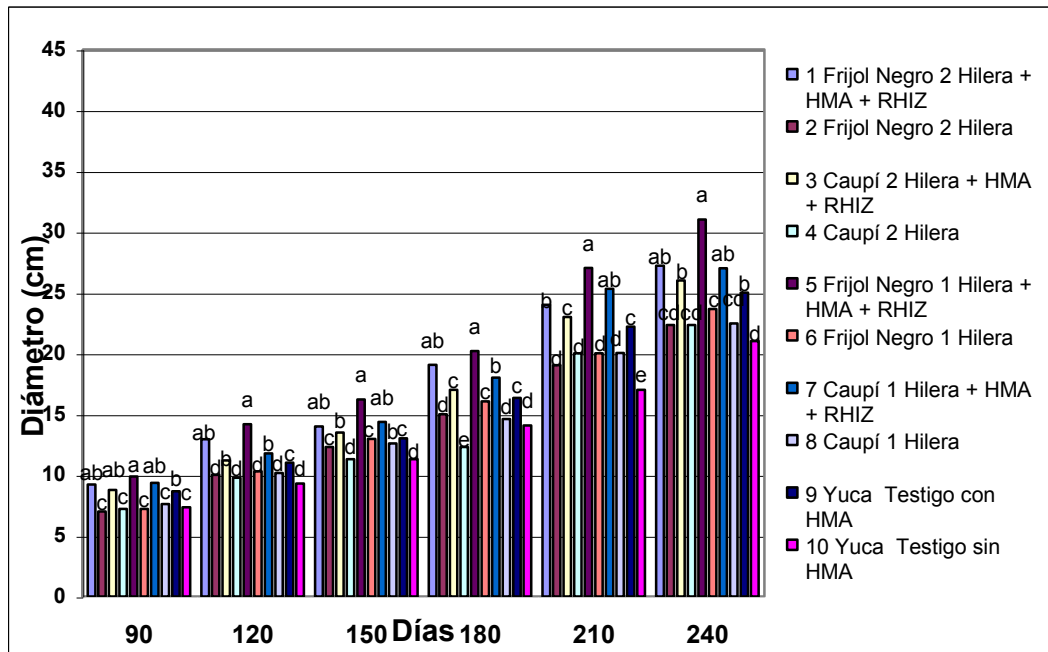


Figura 5: Resultados de los valores del diámetro para las evaluaciones realizadas

En la figura 6 aparecen la evaluación del número de hojas, existe diferencias significativas en las variables inoculadas con HMA G. hoy-lake y rhizobium, presentaron valores superiores a las variables no inoculadas, de forma que el testigo inoculado con HMA presento diferencias significativas con valores altos. Planteado por Fernández (1997) que las micorrizas producen sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal.

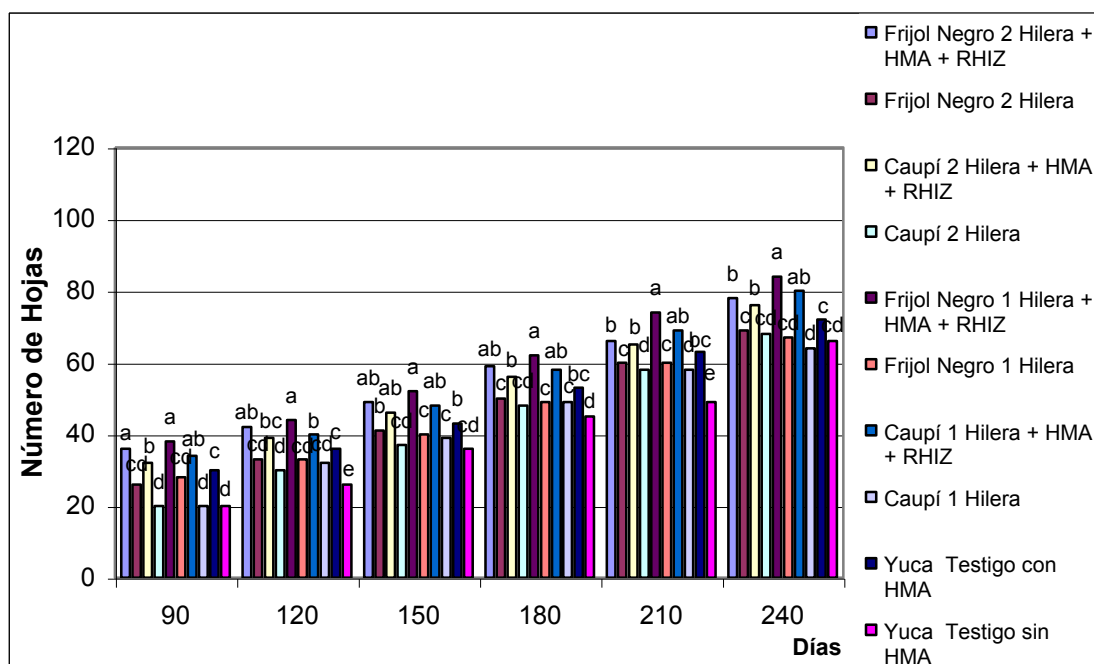


Figura 6: Comportamiento del número de hojas para las evaluaciones realizadas.

En la tabla 6 se muestra el comportamiento del número de raíces por tratamientos en el cual observamos que los tratamientos asociados con leguminosas y micorrizas tienen más valores superiores a los tratamientos que solo tenían leguminosas y los testigos con y sin micorrizas. Aunque ambos experimentos siguieron las mismas tendencias, se debe destacar que el experimento No. 2, donde se empleó la cepa *Glomus hoi like* el número de raíces aumentó considerablemente. Estos resultados indican que esta cepa tiene mejor comportamiento para este tipo de suelo en la zona estudiada.

Tabla 6. Comportamiento del promedio del número de tubérculo por tratamiento.

Tratamiento	Experimento I	Experimento II
1	4,0 a	7,8 a
2	2,6 bc	4,6 c
3	3,1 abc	5,8 bc
4	1,9 c	5,6 bc
5	2,8 ab	6,2 a b
6	2,4 bc	5,6 bc
7	2,9 abc	6,6 ab
8	2,4 bc	6,1 ab
9	3,8 ab	6,6 ab
10	2,5 bc	4,6 c
Error	0,3	0,9

4.4 Análisis de la valoración económicos en los experimentos (1y2).

En la tabla 8 (experimento 1) se puede observar que los beneficios económicos se incrementa en todos los tratamientos inoculados con HMA *Intraradices* y *rhizobium* independientemente del número de hilera del cultivo asociado. Los resultados alcanzados demuestran la factibilidad económica del uso de plantas leguminosas inoculadas con HMA y rhizobium como cultivo asociado

Tabla 8 .Evaluación económicas de los diferentes tratamientos inoculados en el experimento 1

Tratamientos	Rendimien tos (t. ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$. t)	Costos (\$. t)	Beneficios (\$. t)
Yuca-Frijol (+) Micorrizas 2- hilera	40,8	66504	1907,28	64596,72
Yuca-Frijol (-) Micorrizas 2-hilera	25,2	41076	1902,78	39173,22
Yuca-Caupi (+) Micorrizas 2- hilera	38,0	61940	1523,76	60416,24
Yuca-Caupi (-) Micorrizas 2-hilera	33,6	54768	1519,26	53248,74
Yuca-Frijol (+) Micorrizas 1-hilera	43,6	71068	1652,07	69415,93
Yuca-Frijol (-) Micorrizas 1hilera	30,0	48900	1647,57	47439,69
Yuca-Caupi (+) Micorrizas 1- Hilera	36,4	59332	1460,31	57871,69
Yuca-Caupi (-) Micorrizas 1- Hilera	32,0	52160	1455,81	50704,19
Yuca (+) Micorrizas	33,6	54768	1396,86	53371,14
Yuca (-) Micorriza	27,6	44988	1392,36	43595,64

En el experimento 2 (tabla 9), también se encontraron aumento de los beneficios en los tratamientos inoculados con HMA y rhizobium, demostrándose la efectividad del uso de estas alternativas biológicas en la producción de yuca y en la diversificación de los productos de la Granja y el posible mejoramiento de las propiedades del suelo por el uso de estos biofertilizantes.

Se debe de destacar además que en los beneficios se incluyen las producciones adicionales de frijoles, por lo que se hace un uso más racional del suelo.

En general debemos plantear que se alcanzaron mayores rendimientos y beneficios cuando se aplicaron la cepa del hongo *Glomus hoi* like, por tanto recomendamos este microorganismo para la producción de leguminosas asociada a la yuca en la Granja Agropecuaria Honduras.

Tabla 9 Evaluación económica de los diferentes tratamientos inoculados en el experimento 2.

Tratamientos	Rendimientos (t. ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$ t)	Costos (\$ t)	Beneficios (\$ t)
Yuca-Frijol (+) Micorrizas doble hilera	53,6	91769	1907,28	89861,72
Yuca-Frijol (-) Micorrizas doble hilera	48,0	78240	1902,78	76337,22
Yuca-Caupi (+) Micorrizas doble hilera	39,2	63896	1523,76	62372,24
Yuca-Caupi (-) Micorrizas doble Hilera	36,4	59332	1519,26	57812,74
Yuca-Frijol (+) Micorrizas una hilera	56,4	91932	1652,07	90279,93
Yuca-Frijol (-) Micorrizas una hilera	40,8	66504	1647,57	64856,43
Yuca-Caupi (+) Micorrizas una Hilera	44,8	73024	1460,31	71563,66
Yuca-Caupi (-)Micorrizas una Hilera	38,0	61940	1455,81	60484,19
Yuca (+) Micorrizas	52,0	84760	1396,86	83363,14
Yuca (-) Micorrizas	32,0	52160	1392,36	50767,64

V Conclusiones.

- La inoculación con HMA y Rhizobium incidió favorablemente sobre el desarrollo del cultivo principal y los asociados, aumentando el rendimiento de los mismos.
- Los mayores niveles del rendimiento se obtuvieron en los cultivos inoculados con la cepa del hongo *Glomus hoi like*, independientemente del número de hileras del cultivo asociado.
- Los resultados económicos indicaron la factibilidad del uso de alternativas biológicas en la obtención de altos rendimientos en la yuca en las condiciones de la Granja agropecuaria Honduras.

VI Recomendaciones.

- Utilizar la coinoculación con HMA en diferentes cultivos para aumentar las eficiencias en la absorción de nutrientes, los rendimientos y conservar o mejorar la fertilidad y las propiedades físicas del suelo.
- Continuar los estudios de las interacciones hongos MA- Rizo bacterias – plantas donde se incluyan la evaluación de otros indicadores de calidad del cultivo y del suelo.
- Que esta tesis constituya un material de estudio para otros estudiantes interesados de pre y posgrado, así como de la carrera de ingeniería agropecuaria.

VII BIBLIOGRAFÍAS.

1. Aguirre R. Rodríguez O. Estudio de los Sustratos en la producción de Hortalizas. Facultad de Agronomía Sabaneta. Guantánamo Trabajo de curso, 2001.17p.
2. Arcas, C. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. Pág. 1-20. 1993.
3. Auge R. M y Cuán 2004. Mycorrhizal Fungi and nonhydraulic root signal of sill Plant Physiol. Viol 97. 821- 824 P.
4. Barroso, 2004, crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la albahaca blanca (*Occimum Basiluccum* –I) en función del abastecimiento hídrica tesis de grado.
5. Bissuel Col. a Amarschall, a Wery, J 2002, reproductive development of while clover (*Trifolium repens* I) is not impaired by a moderate water deficit that reduces vegetative growth inflorescence floret and ovule production crop science vol 42, no 406___ 414p.
6. Bolaños, M, f, poey interacción de rendimientos de tubérculos con biofertilizantes en diferentes densidades de población, in memorias VI reunión de maiceros de la zona andina Maracay Venezuela.
7. Burges, Burgez, a 2002 introducción a la micro biología del suelo editorial pueblo y educación la habana 160 p.
8. Bolan; NS.A Critical review on the rolc of mycorrhizae fungi in the uptake of phosphorus by plants. Journal plant and soil. Newzcaland 1991; vol 134-189-207.
9. Brunet Elisa N. y W Espinosa Moreno. (2004). Estudio de los biofertilizantes Rhizobium y fosforina en leucaena
10. Castiñeiras Leonor. Análisis de Descriptores de Frijol común (*Poseolus Vulgaris* L) mediante métodos cultivados. Ciencia de la Agricultura. No 39. 48- 56. 1990.

11. Caridad, L, F 2002 conservación del suelo dedicado al cultivo a la yuca en el tercer milenio, sistemas modernos de producción procesamiento utilización y comercialización , centro internacional de la agricultura tropical (CIAT) Cali Colombia, 1005- 125p
12. Caridad L, F 2003 evaluación de la fertilidad de los suelos y el nutricional de los cultivos (Yuca como ej.) centro internacional de la agricultura tropical (CIAT) Cali Colombia, 222___ 225 p.
13. Cuenca G, Andrade Z, Lovera m, fajardo I, meneses e Márquez-m machuca (2004) pre-selección de plantas nativas y proli hongos micorrizicos arbusculares (HMA) rehabilitación de áreas de gradadas del estado Bolívar, Venezuela, can, Bot.
14. Cuenca G, de Andrade, Z Lovera m, Fajardo, I y Meneses e (2004) the effect of two Arbuscular myco contrasting richness and the same mico the growth and survival of wild plant se sabana, Venezuela, can, J, Bot.
15. Domínguez, c historia, avances y expectativa del control de la yuca control integrado de plaga.
16. Duran, Juana, I 2002 normas de trabajo para las labores de rotura y gradeo y cultivo con tracción animal condiciones edafoclimática del valle de Guantánamo tesis de maestría en opción al título de master en agro ecología y agricultura sostenible 60—65 p.
17. FAO. 2000 Building on traditional gardenia to improve household food security summary, 13 p.
18. Fernández, f.2002 manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares sobre la producción de posturas de cafeto (C, arábica, I, catual) en algunos suelos (tesis de grado) INCA, 128 p.
19. Fernando, I, c, (2001) suelo y fertilización para la yuca, Vol., 576 p.
20. Fernández, F. (1997). Uso, manejo y comercialización de los hongos micorrizicos VA. Conferencias en cursote maestría de nutrición de las plantas y biofertilizantes: INCA la Habana.
21. Fitter AH, Garbaye J. In teractions bet inicermycorrhiza fungi and other soil organisms. Plant and soil 1994; 159; 123-133.

22. Fonseca, c 2000, comportamiento del rendimiento y su componente en 19 clones de yuca. *Manihot esculenta* Crantz trabajo de diploma en opción al título de ing. Agrónoma, UDG, 48—52 p.
23. Joao, I p 2002 efectividad de la inoculación de la hifa de HAM en la producción de postura de cafeto sobre suelo ferralítico compactado y ferralítico rojo _de montaña tesis de maestría nutrición de las plantas y biofertilizantes inca 85 p.
24. García, S, E (1999) generalidades sobre el cultivo de la yuca, morfología de la planta de yuca, MINAGRIC.
25. Geovanis Sardinias Silva, Oliver Carrazona Valdés. Evaluación Agronomía y bromatológica de tres variedades del Frijol común (*Phaseolus Vulgaris*, L) en condiciones de montaña. 34p. trabajo de diploma, 2002.
26. Hated, M, Osorio (2001) NW, Arbuscular Micorriza, producing and applying Arbuscular Micorriza inoculum, collage of tropical agriculture and human resources university of Hawaii at manoa 15—23 p.
27. Hernández, A et al. Albina versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. 64 pp. AGROINFOR. Instituto de suelo MINAGRI, 1999 c.
28. Iglesias, C, (2002) interfase entre los programas de mejoramiento, los campos de los agricultores y los mercados de la yuca en latino América, documento de trabajo n, 138, memorias de la tercera, reunión, panamericana de fitomejoramiento de yuca Cali, 279 p.
29. López j, (2002) semilla vegetativa de yuca en el tercer milenio centro internacional de agricultura tropical (CIAT) Cali, Colombia 49---75 p.
30. López, M J (2000), fertilidad del suelo y calidad de estaca de yuca (*Manihot esculenta* crantz) tesis de Maestría, Universidad de Colombia 55---59 p.
31. Lozano, J, C; Toro JC a, Belloti, a (2001). Producción de material de siembra de yuca centro internacional de agricultura tropical (CIAT). Cali Colombia.
32. Mano, Y, K, Takeda (2001) Genetic Resources Of. *Manihot esculenta* Crantz in poorer Japanese Journal Of. crop science Vol. 70 no 2 215---220 p
33. Mantilla. J. Villa Fañe R (1999). El cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) una alternativa de desarrollo agrícola para Venezuela. Memoria del primer seminario venezolano sobre planta agámicas, tropicales Caña de

azúcar, raíces y tubérculos. Instituto de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, 93---108 p.

34. Mejía de Tafur S 2002. Fisiología de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En la yuca en el tercer milenio. Sistema moderno de producción procesamiento, utilización y comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia 34---44 p.
35. Pettigrew, W, T, 2004. Physiological consequences of Moisture Deficit Stress in cotton crop, *Sci. V 44*. 1265—1272.
36. Neyra. C.A (1978). Interactions of plant photosynthesis with dinitrogen fixation and nitrate assimilation. En *Limitations and Potentials for Biological Nitrogen in the tropics* .Plenum Press Ed, Nueva York, pp111-121.
37. Nayibe Olivares, V Bómbale. Caracterización y Evaluación Agronómica de 12 colectas de Frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L) de Macizo Alipe- Sagua-Barbacoa. Facultad de Agronomía Sabaneta. Guantánamo. 30pp. trabajo de Diploma. 1999.
38. Siquiera; J.O (1988) *Biología do solo. Fundamentos e perspectivas* MEC-ESAL-ABEAS, Brasilia.D.F.
39. Socorro, M, Martín, D. *Granos. La Habana. Pueblo y Educación.* 1998.318p.
40. Siqueira; J, O.y Franco, A A. *Biología do solo. Fundamentos e perspectivas: MEC-ESAL-FACPE-ABEAS.* Brasilia.o.F 235 p.1988.
41. Tharlloux Maritza, et al. *La producción de Frijol en Cuba. Agronomía mesoamericana.* 98-105pp, 1996.

Biofertilizantes. Laboratorio provincial de suelos. Plegable. S. Espíritus, 2006

Dirección Regional de Agricultura.

Dirección de Promoción Agraria.

Coordinación de cultivos.

Av. Progreso 2114- Castilla.

