

**Título:** Aprovechamiento del post efecto micorrízico en rotación yuca (*Manihot esculenta* Crantz)-soya(*Glycine max* L.) en suelo Fluvisol del Valle de Guantánamo.

**Autores:** Ing. Joaquín Matías Ruiz Rodríguez<sup>1</sup>; DrC. Manuel Riera Nelson<sup>2</sup>

**Organismo:** <sup>1</sup> Grupo Empresarial Agricultura de Montaña, Guantánamo, Cuba.

<sup>2</sup> Facultad Agroforestal de Montaña. Universidad de Guantánamo, Cuba.

**Dirección:** Calle 2 Sur y Luz Caballero Ciudad de Guantánamo.

**E-Mail:** mriera@fam.cug.co.cu

### **Resumen.**

Se desarrolló el estudio sobre un suelo Fluvisol típico carbonatado, en áreas del Establecimiento de Pastos y Forrajes en Guantánamo. Para ello se llevó cabo un experimento de campo desde, febrero 2008 hasta marzo 2009, basado en dos cultivos en rotación; yuca (*Manihot esculenta* Crantz), primer cultivo y soya (*Glycine max* L.) segundo cultivo, con tres tratamientos, en dependencia de las características de cada cultivo y de su sistema radical. Los resultados mostraron mayor eficiencia del post-efecto micorrízico cuando se inoculó, el cultivo precedente en relación con el testigo. El desarrollo y el rendimiento del segundo cultivo, se incrementó en un 131.5 %. Se obtuvo una mayor eficiencia económica como resultado del post efecto micorrízico con beneficio de \$1220,59. ha<sup>-1</sup> en relación con el testigo en el segundo cultivo.

**Palabras claves:** Micorrizas, *Manihot esculenta*, *Glycine max*

### **Abstract.**

The study was developed on a typical soil carbonate Fluvisol, in areas of the Establishment of Grasses and Forages in Guantánamo. It was carried out a field experiment from, February 2008 until March 2009, based on two cultivations in rotation; yucca (*Manihot esculenta* Crantz), first cultivation and soy (*Glycine max* L.), second cultivation, with three treatments, keeping in mind the characteristics of each cultivation and of their radical system. The results showed that there is bigger efficiency of the Mycorrhizal post-effect when it is inoculated, the precedent cultivation in connection with the witness. The development and the yield of the second cultivation, was increased in 131.5%. A bigger economic efficiency was obtained as a result of the Mycorrhizal post effect with benefit of \$1220, 59. ha<sup>-1</sup> in connection with the witness in the second cultivation.

**Keywords:** Mycorrhizal, *Manihot esculenta*, *Glycine max*

## **Introducción.**

En la actualidad muchos productores se enfrentan a producciones declinables, infecciones elevadas de malezas, enfermedades e insectos y notable deterioro de la fertilidad y estructura de los suelos. Esta situación se atribuye a varios factores y uno de los mas importantes ha sido la siembra consecutiva del mismo cultivo por muchos años o la siembra de la misma secuencia de cultivo y en el verano o cada invierno (Riera, 2003).

En el concepto de agricultura sostenible, debido al encarecimiento de los fertilizantes químicos y a las escasas reservas naturales de algunos nutrientes, así como los grandes consumos energéticos para la fabricación de los fertilizantes, el uso de los biofertilizantes como alternativas, se imponen no sólo como una necesidad en la producción agrícola sino también en la agricultura científica del futuro, sin afectar la ecología y con una factibilidad económica (Riera, 2003).

Uno de estos biofertilizantes son los preparados a partir de propágulos de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), cuya eficiencia se encuentra en alto grado condicionada a múltiples factores vinculados al dinamismo del sistema suelo-planta (Herrera, 1995; Fernández et al., 1997).

A partir de los años '90 se comenzaron a desarrollar en Cuba un grupo de trabajos que permitieron establecer las bases para el manejo de las asociaciones micorrízicas, partiendo de tres presupuestos principales: la inoculación de especies eficientes de HMA, la importancia del ambiente edáfico en la selección de cepas eficientes y la influencia del suministro de nutrientes sobre la efectividad de la simbiosis.

El objetivo del trabajo consistió en evaluar el post efecto de la micorriza en la rotación yuca-soya en el valle de Guantánamo.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y métodos**

#### **Ubicación del experimento**

Se desarrolló el experimento de campo en áreas correspondiente al Establecimiento de Pastos y Forrajes del MINAGRI en Guantánamo, situado a 42 msnm, desde febrero 2009 hasta marzo 2010, sobre un suelo Fluvisol típico carbonatado (Hernández et al., 1999), cuyas características se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Características químicas y físicas del suelo.

Tipo de suelo	pH (KCl)	M.O, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> m mg. 100g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg. 100g <sup>-1</sup>	CIC, cmol.kg <sup>-1</sup>
Fluvisol típico carbonatado	7.02	2.5	0.63	25,76	31.3

CIC. Capacidad de intercambio catiónico.

El suelo Fluvisol típico carbonatado de color pardo, sobre material transportado, y profundo y poco erosionado con el contenido de sales totales bajo. El pH ligeramente alcalino y topografía llana <1. En el valle de Guantánamo este tipo de suelo representa el 11% del total, siendo los terceros en cantidades después de los pardos carbonatados y pardos sin carbonato Instituto de Suelos (2009), por sus características y su ubicación se dedican en su mayoría a los cultivos varios bajo explotación con tecnología de riego.

Condiciones climáticas.

La zona donde se desarrolló la investigación, presentó: un clima Tropical de Sabana (Aw) que abarca la parte centro y sur del valle de Guantánamo (por debajo de los 500 m de altura SNM). Con una media anual de 1457 mm de lluvia. En esta zona la lluvia presenta una distribución estacional muy bien marcada. El periodo lluvioso (mayo - octubre), registra entre el 67 y el 72 % del acumulado total.

La temperatura media de 25.2 °C. La temperatura máxima media oscila entre 30,5 °C en diciembre y enero y 34,3 en julio y agosto; mientras que la mínima oscila entre 18,2 y 22,7 °C en enero y agosto respectivamente.

La humedad relativa media anual fue de 77 %. El viento predomina del sur. En el caso específico de los meses de junio, noviembre y diciembre, predomina del Noreste.

Descripción del experimento: en el experimento se utilizó como base de estudio dos cultivos en rotación, que por sus características responden a la posibilidad de mantener la fertilidad del suelo, en el primer cultivo plantado, yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y el segundo soya (*Glycine max* L.). En ambos cultivos se utilizó el producto comercial EcoMic® con una concentración de 60 espores por gramo de suelo y un testigo o control sin EcoMic®. Cultivo de la yuca (Primer cultivo). El experimento se montó en febrero de 2009 hasta octubre del propio año. Se utilizó el clon INIVIT-Y –93-4, con marco de plantación de 0,90 x 1,20m para un total de 9213 plantas en una ha.

Se aplicó EcoMic® en dos parcelas a razón de 13 kg.ha<sup>-1</sup> y se dejó un a parcela como testigo. Se utilizó el método de recubrimiento de las semillas: 1kg/1,2 litros de agua correspondiente a 13 kg.ha<sup>-1</sup> un día antes de la plantación.

Cultivo de la soya (Segundo cultivo). El cultivo se estableció en diciembre de 2009 hasta marzo del 2010 y se utilizó la variedad Duocrop, la que tiene por características, que se puede cultivar todo el año en las condiciones de esta zona. El marco de siembra empleado fue de 0,7x 0,90 m para una densidad de 158729 plantas.ha<sup>-1</sup>.

Se emplearon 3 tratamientos, uno con nueva aplicación de EcoMic® a razón del 10 % del peso de la semilla, un segundo tratamiento ubicado donde se plantó la yuca con EcoMic® y un tercer tratamiento control o testigo sin EcoMic®.

Inoculación de las semillas. Se aplicó EcoMic®/ a razón del 10% del peso de la semilla o sea 0,5 kg de EcoMic® para 5,0 kg de semilla la preparación e inoculación se hizo de acuerdo a lo establecido por las normas técnicas de MINAGRI al igual que la siembra efectuada el 15 de noviembre.

Análisis estadístico: a todos los resultados estadísticos se les realizó análisis de varianza simple mediante las opciones de tabla de media y contraste múltiple de rango (Prueba de Duncan) para determinar las diferencias significativas a un nivel de confianza de 95 %; se utilizó el paquete estadístico Statgraphiscs.

### **Resultados y discusión.**

Se encontró como tendencia, una reducción en el ritmo de crecimiento de la yuca en la parcela testigo, mientras que los dos tratamientos micorrizados mantuvieron un crecimiento estable (figura 1). Esto demuestra el papel en el crecimiento de los cultivos, debido a que los hongos permiten que los fotosintatos vayan de la parte aérea hasta la zona radical. De la parte que toma el simbiote, la mayoría se utiliza para producir energía metabólica, asegurando a través de esta vía su mantenimiento y desarrollo, y el resto se moviliza en forma de azúcares y lípidos de masa fúngica intra y extrarradical (Bowen, 1991).

Barrera, (1995) resalta el papel que juegan las HMA en el incremento de la absorción de N, K, Zn, Cu S y principalmente P siendo mucho mayor la captación de estos elementos en suelos pobres en fósforo con un alto grado de fijación del mismo.

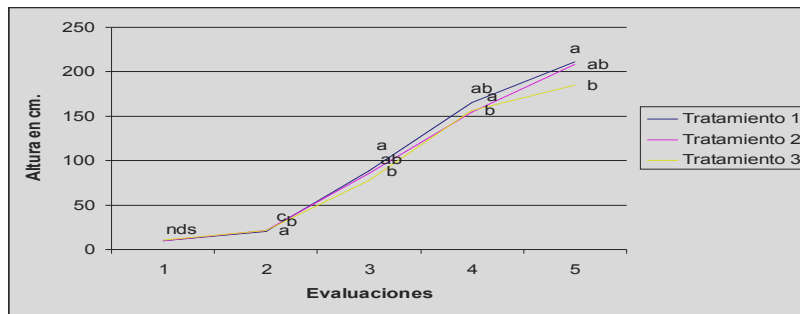


Figura 1. Crecimiento de la yuca en dependencia de la aplicación de HMA. Tratamiento 1: inoculación de EcoMic®; Tratamiento 2: Aplicación de EcoMic®; Tratamiento 3: testigo Segundo cultivo. Los valores de crecimiento de las plantas de soya (figura 2), reflejaron diferencia significativa a los 45 días de sembrado el cultivo, entre el testigo y la parcela nuevamente inoculada (tratamiento 1) y entre ésta y la parcela donde se aplicó anteriormente EcoMic® en el cultivo de la yuca (tratamiento 2). En la segunda evaluación efectuada los 90 días se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos con los mayores valores donde se inoculó HMA.

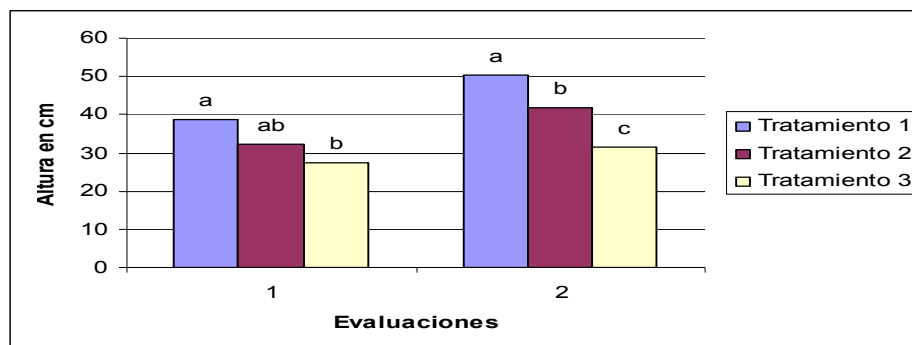


Figura 2. Comportamiento de la altura de la planta de soya. Tratamiento 1: nueva inoculación de EcoMic®; Tratamiento 2: Aplicación de EcoMic® en el cultivo precedente; Tratamiento 3: testigo

Los resultados mostrados en el crecimiento de los dos cultivos coinciden con lo expresado por autores al referirse al proceso simbiótico y la influencia de los HMA en el crecimiento de las plantas. Durante la simbiosis micorrízica, ocurre la activación de numerosos sistemas enzimáticos produciéndose cambios significativos en la morfología y fisiología de los simbiontes, de manera que queden listos para comenzar el proceso de intercambio (Rivera, 2003).

En cuanto a la producción de masa seca, las plantas micorrizadas incrementaron el porcentaje de la misma en el cultivo de la yuca (Figura 3). Los mayores valores se alcanzaron en el tratamiento 1, donde se realizó la nueva aplicación de HMA. Similar comportamiento se encontró en el cultivo de soya (Figura 4).

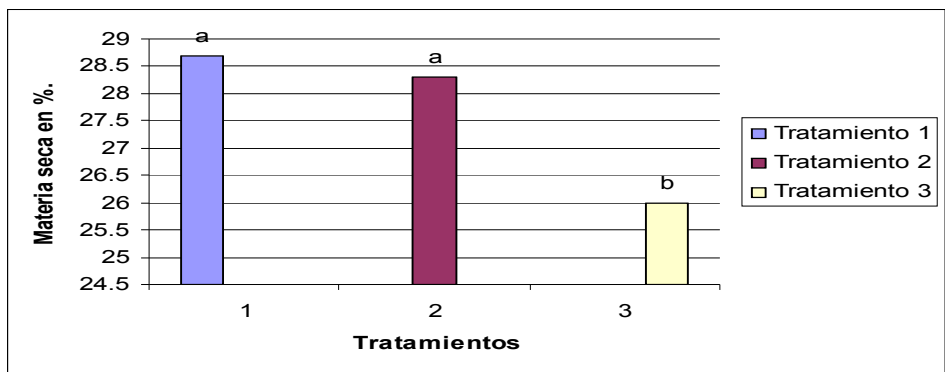


Figura 3. Efecto de la aplicación de HMA en la producción de masa seca (%) planta de yuca.

El efecto más importante que producen los HMA 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.

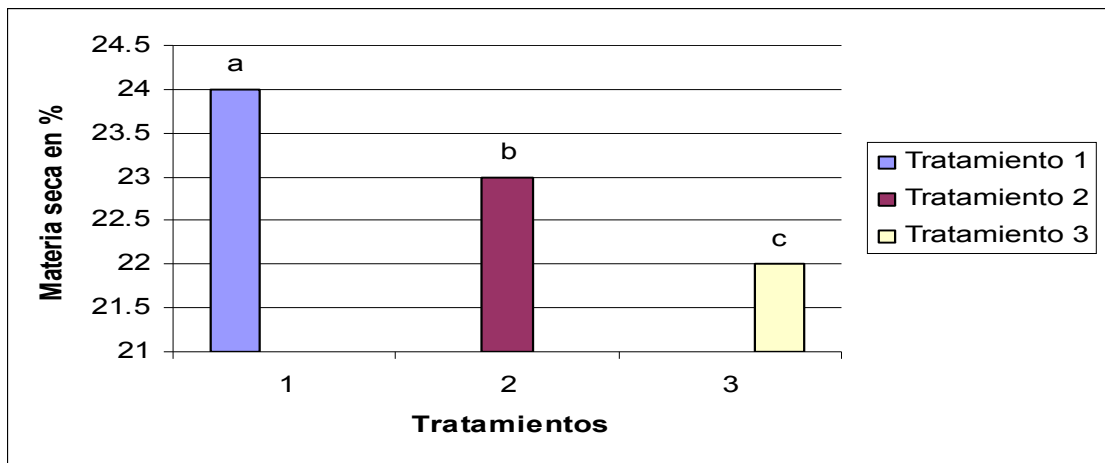


Figura 4. Efecto de la aplicación de HMA en la producción de masa seca planta de soya.

Estos resultados corroboran los conocimientos actuales sobre la influencia de la fertilidad de los suelos sobre la acumulación de materia seca y el papel de los HMA al aumentar la capacidad de las plantas para asimilar los nutrientes (López et al., 1995).

A pesar de que el mayor valor se alcanza en el tratamiento donde se inoculó nuevamente EcoMic® en el cultivo de la soya, resultó interesante en función del objetivo principal de

esta investigación el hecho de que en el segundo tratamiento donde fue inoculado el cultivo de la yuca se obtienen valores de materia seca superiores al testigo o control.

En cuanto a los rendimientos, el tratamiento 2 presentó los mayores kg x plantas<sup>-1</sup> que influyó en los rendimientos obtenidos (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimientos en t.ha<sup>-1</sup> de raíces tuberosas en cultivo de yuca

Tratamientos	kg.plantas <sup>-1</sup>	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>
1	2,864	26,4b
2.	3,267	30,1 <sup>a</sup>
3	2,6667	24,6c
ES x	-	0.127*

Estos resultados están relacionado con el índice de área foliar y la longevidad de las hojas de yuca. Se conoce que el resultado de la síntesis de compuestos orgánicos a partir de la fotosíntesis crece con el índice de área foliar hasta valores de 4, valor a partir del cual los efectos de autosombreo tienen efectos negativos y además que la longevidad de las hojas presupone un mayor tiempo en el proceso fotosintético López et al. (1995). El resultado del experimento mostró que a partir del inicio del cuarto mes hubo una disminución del número de hojas del testigo y comenzó a perder hojas antes que los tratamientos inoculados.

Cultivo de la soya. Segundo cultivo. Rendimiento de cultivo de soya en los tres tratamientos.

La tabla muestra diferencia significativa entre los tratamientos 1-2, 1-3 y 2-3 o sea entre los dos tratamientos inoculados y entre cada uno de ellos y el testigo lo que demuestra la influencia de la micorriza en la nueva inoculación donde antes se aplicó y el post efecto donde antes se aplicó al cultivo base o sea al cultivo de la yuca.

Tabla 3. Rendimiento de cultivo de soya en los tres tratamientos.

Tratamientos	Nro de plantas	Rendimiento, t.ha <sup>-1</sup>
1	15870	0.869
2.	63480	0.722
3	15870	0.549
ESx	-	0.22*

El valor más alto correspondió al tratamiento 1 con nueva aplicación de micorriza seguido del tratamiento 2 donde se aplicó al cultivo precedente y el mas bajo al testigo.

## **Conclusiones.**

- 1- La inoculación con EcoMic®) incidió favorablemente sobre el desarrollo de los cultivos evaluados, mostrando diferencias a favor de los cultivos inoculados en los rendimientos agrícola en ambos cultivos.
- 2- Al evaluar el post efecto de EcoMic® en los cultivos de yuca y soya con los resultados obtenidas del tratamiento 2 del cultivo de la soya correspondiente a donde se inoculó con EcoMic®) al cultivo base (Yuca), los valores de crecimientos, producción de materia seca y rendimientos que se alcanzaron son superiores al testigo.
- 3- El tratamiento 2 que corresponde a la parcela donde fue inoculado el cultivo base con EcoMic®) muestra una valor de 1220.59 pesos de beneficio en relación con el testigo poniendo de manifiesto que resulta muy beneficioso el aprovechamiento del post efecto de la inoculación micorrísica.

## **Bibliografía.**

1. Barea, J.M., Azcón, R. and Azcón-Aquilar. C. (1992). Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in nitrogen fixing systems. *Methods in Microbiology*. New York, Academic Press. 24.
2. Barrera, LJ (1995). Papel de la micorriza en la nutrición vegetal. *Agrotecnia LTBA. Asistencia Técnica Agrícola y Pecuaria*. Sevilla: [s. n.].
3. Bowen, G.D. (1991). Microbial dynamics in the rhizosphere. Possible strategies in managing rhizosphere populations. Keister and P.B. Cregan Kluwer, Academic Press.
4. MINAGRI (2009). Establecimiento de Suelos. Guantánamo, Instituto de Suelos.
5. Hernández, A. [et. al.] (1999). Nueva versión de clasificación de los suelos en Cuba. [s. l.]: MINAGRI.
6. Fernández, F. (1997). Uso, manejo y comercialización de los hongos micorrízicos VA. Conferencias en Curso de Maestría de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. La Habana, INCA.
7. Hernández, T. (1999). La rotación de cultivos. Una alternativa para la producción sostenible de arroz en las condiciones de Pinar del Río. La Habana, INCA. Tesis de Maestría.
8. Herrera, R.A. (1995). Estrategia de funcionamiento de las micorrizas VA en un



bosque tropical. En: Maximina Monasterio (ed.) Biodiversidad en Iberoamérica: Ecosistemas, evolución y procesos sociales. Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo. Subprograma XII Diversidad Biológica, Mérida: [s. n.].

9. Riera (2003). Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo ferralítico rojo. La Habana, INCA. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas.
10. Rivera, R. y Fernández, K. (2003). El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. La Habana, INCA.

**Fecha de recepción:** 14 Nov. 2009

**Fecha de aprobado:** 25 Feb. 2010