

Micorriza y métodos de plantación en el cultivo de yuca.

Micorriza and methods in the yucca cultivation.

Autores: Dr. C. Manuel Riera-Nelson¹, Dr. C. Yuris Rodríguez-Matos¹, Ing. Delfín Castañeda-Claro².

Organismo: Facultad Agroforestal, Universidad Guantánamo, Cuba¹. Empresa Agropecuaria Manuel Tames, Guantánamo, Cuba².

E-mail: mriera@cug.co.cu, yurisrm@cug.co.cu

Resumen.

La investigación se desarrolló en la Granja Agropecuaria Honduras, en el periodo de agosto de 2013 a abril de 2014. Se empleó la variedad Jagüey dulce, debido a su adaptación a las condiciones edafoclimáticas y se plantó en un suelo Pardo mullido carbonatado. La longitud del material de plantación fue de 15-20 cm por el método horizontal y de 25-30 cm por el inclinado, con una cantidad de yemas entre 7-9 y se evaluó la altura de las plantas, cantidad de tallos, de raíces comerciales, masa promedio de las raíces comerciales, longitud de las raíces, rendimiento ($t.ha^{-1}$). Los resultados demostraron que el cultivo de yuca aumenta su crecimiento y rendimiento cuando se inocula con hongos micorrízicos arbusculares y la plantación se realiza con la división de las estacas, sin embargo el método de siembra inclinado no llegó a superar el rendimiento de la variante plantada con las estacas horizontales.

Palabras clave: hongos micorrízicos arbusculares; métodos de plantación; micorrizas; yuca.

Abstract.

The investigation was developed in the Agricultural Farm Honduras, in the period between the month of August of 2013 and April of 2014. It was employed the variety sweet Jagüey, due to his adaptation to the edafoclimatics conditions and it was plant in a soft brown carbonated ground. The longitude of the plantation material was of 15-20 cm for the horizontal method and of 25-30 cm for the inclined method, with a quantity of yolks among 7-9 and the height of the plants, quantity of shafts, quantity of commercial roots, mass average of the commercial roots, longitude of the roots, yield ($t.ha^{-1}$) were evaluated. The results demonstrated that the yucca cultivation increases its growth and yield considerably when it is inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and the plantation is carried out with the division of the stakes, however the plantation method inclined didn't end up overcoming the yield of the variant planted with the horizontal stakes.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi; methods of plantation; mycorrhizas; yucca.

Introducción.

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), es la cuarta fuente de calorías para alrededor de 500 millones de personas, después del arroz, el azúcar y el maíz, en lo referente a cantidad de calorías producidas, se cultiva fundamentalmente en los trópicos y en terrenos considerados marginales, infértiles, ácidos y con largos períodos de sequía. Esta raíz rústica no solo es un alimento básico para muchas familias campesinas de escasos recursos, ha constituido un valioso alimento desde la época de los aborígenes, mucho antes de la llegada de los españoles (Mederos, 2006).

Una de las estrategias agrícolas que permitirían una productividad sostenible con bajo costo ecológico y económico es la aplicación y manejo de microorganismos beneficiosos que estimulen el crecimiento vegetal. A este respecto la investigación relativa al posible papel de las micorrizas arbusculares en los sistemas agrícolas tiene especial interés, ya que se ha descrito su influencia positiva sobre el vigor y el estado sanitario de las plantas en especies vegetales muy diversas (Jeffries *et al.*, 2003).

En el marco de una agricultura sostenible, la utilización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA) debe ser considerada en cualquier diseño de producción agrícola, pues además de ser estos microsimbiontes, componentes inseparables de los agroecosistemas, realizan diversas funciones en su asociación con las plantas, ya que pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes (Espinosa *et al.*, 2015).

Por esas razones el trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de yuca a la aplicación de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), la división de las estacas y al método de plantación en las condiciones de la Empresa Agropecuaria Manuel Tames.

Desarrollo.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el municipio Manuel Tames, en áreas perteneciente a la Empresa Agropecuaria Manuel Tames, provincia Guantánamo, en el periodo comprendido de agosto de 2013 - marzo de 2014. Se empleó la variedad de yuca (*Manihot sculentum*) Jagüey dulce, debido a su adecuada adaptación a las condiciones edafoclimáticas del territorio.

Se utilizó un suelo Pardo mullido carbonatado según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999) y las características químicas del suelo aparecen en la tabla 1.

Las muestras para el análisis químico del suelo fueron tomadas a 30 cm de profundidad. Para su secado, molinado y tamizado de las muestras se empleó la ISO 11464:1999. El pH se determinó según la NC-ISO-10390 mediante el empleo del método potenciométrico; para el contenido de materia orgánica se utilizó el método de Machiguin según lo estipulado en la NC-51:1999, la NC-52:1999 para el caso del fósforo y potasio por el método del Colorímetro.

Tabla 1. Análisis químico del suelo empleado en la investigación.

pH (H ₂ O)	pH (KCl) (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg.100g ⁻¹)	K ₂ O (mg/100g)	MO (%)
6,8	6,9	0,43	45,5	3,4

Para la plantación se utilizaron semillas de calidad procedentes de la Finca de Semillas de Guantánamo, ubicada en el km 6 ½ carretera de Caimanera. La distancia de plantación utilizada fue de 0,90 x 1,00 m. El corte de la semillas se realizó en el aire, lo más uniforme posible, evitando desgarrar la corteza, para lo cual se hizo un pequeño corte en un lado, se giró el tallo 180° y se realizó el otro corte.

La longitud de la estaca fue de 15-20 cm. para plantación por el método horizontal y de 25-30 cm para el método inclinado; y tenían como mínimo de 7-9 yemas. Una parte de las semillas se dividieron longitudinalmente y se procedió a la siembra con la corteza hacia arriba, siguiendo las indicaciones de los métodos que a continuación se relacionan:

Método inclinado: cuando se utilizó esta forma de plantar, las estacas quedaron formando un ángulo de 45° con el suelo, dejando fuera del suelo de una a dos yemas que fueron tapadas con los aporques que se realizaron posteriormente.

Método horizontal: es el método más usado, las semillas se plantaron de forma horizontal a una profundidad de tapado entre 5 y 8 cm., según lo establecido por el instructivo técnico de la yuca (MINGRI, 2007).

Aplicación de las diferentes alternativas

La cepa de hongo micorrízico arbuscular empleado se obtuvo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a través de su producto comercial Ecomic, con una concentración de 35 esporas por gramos de suelo y producido a base de *Glomus intrarradices*, que es considerada la cepa como la de mejores resultados en las condiciones edafoclimáticas donde se realizó el estudio.

Factores en Estudio

A. Micorriza (HMA)

1. Inoculada con HMA
2. Sin micorriza

B. Material de plantación

1. Estacas divididas
2. Estacas enteras

A. Método de Plantación

1. Horizontal
2. Inclinada

VARIABLES EVALUADAS

1. Altura de del tallo: se evaluó desde la superficie del suelo hasta la parte superior del tallo y para ello se utilizó una regla graduada. Se utilizó una frecuencia de evaluación cada dos meses.
2. Número de raíces comerciales (7 meses): se realizó por conteo directo a las plantas controles en el periodo de cosecha.
3. Peso de las raíces comerciales: las raíces comerciales se pesaron en una balanza analítica.

4. Rendimiento (t. ha⁻¹).

Análisis económico

El análisis económico de los resultados del experimento se realizó a partir de cada uno de los factores que intervinieron en las relaciones económicas que se establecen en el país y se aplicó la metodología propuesta por la FAO (1980), donde se evaluaron los siguientes indicadores:

- Valor de la producción (\$· ha⁻¹): rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de producto.
- Costos totales: total de gastos incurridos por todas las actividades desarrolladas al cultivo. (\$· ha⁻¹)
- Ganancia (\$· ha⁻¹): ganancia neta obtenida por diferencia entre el valor de la producción y los costos totales incurridos para obtener la producción.

Resultados y discusión

Análisis de las variables de crecimiento en el cultivo de yuca

El análisis estadísticos factorial realizado a la altura de las plantas en las dos fechas de muestreos no arrojó interacción entre los factores en estudio, por lo que se procedió al análisis de la comparación múltiples de las medias por cada factor individual.

En la tabla 2 se observa que el factor micorriza a los 60 días después de la plantación no mostró diferencias significativas, lo que significa que la inoculación de la micorriza hasta esa fecha no tuvo marcada influencia en la velocidad de crecimiento de las plantas. Este resultado puede corresponderse por la característica de la micorriza de no aportar beneficios al cultivo en el primer mes de la asociación, ya que solo consume sustancias nutritivas y no tiene las suficientes estructuras para su aporte de nutrientes, aguas y otros elementos a los cultivos.

Sin embargo a los 120 días la altura de las plantas micorrizadas superaron al resto en más de 6 cm, los resultados encontrados coinciden con los reportados por Fitter (1994) que considera que el beneficio de las micorrizas se traduce en mayor crecimiento y desarrollo de las plantas en beneficio de la adaptación y eficiencia de éstas al facilitar una mayor absorción de nutrientes minerales del suelo (nutrición). Este beneficio se basa en que las plantas requieren de diferentes iones de minerales para un óptimo crecimiento y desarrollo. Las micorrizas pueden ayudar a las plantas a incrementar esta captación, tanto de forma directa como indirecta.

El Factor B Material de plantación (Estacas divididas y enteras) se encontró que en ambas fechas las plantas crecieron más cuando se plantó el cultivo con las estacas divididas y el efecto de este factor fue superior , incluso al efecto de las micorriza, ya que alcanzaron mayores promedios.

El método de plantación también influyó en el crecimiento de las plantas y el mayor promedio de crecimiento se alcanzó cuando las plantas se plantaron por el método inclinado, estos resultados tienen sus posibles causas en la brotación más temprana que se obtiene cuando se plantan las estacas de forma inclinadas.

Tabla 2. Análisis de la altura de la planta de yuca a los 60 y 120 días de plantada en diferentes factores.

Variables	Altura de la planta cm.	
	60 DDP	120 DDP
Evaluación	60 DDP	120 DDP
Interacción	ns	
Factor A: Micorriza		
Con micorriza	63,13	146,8 a
Sin micorriza	60,11	139,45 b
EE	2,00	1,841*
Factor B: Material de plantación		
Estaca dividida	57,12 b	139,3 b
Estaca entera	66,7 a	147,4 a
EE	2,01	1,775*
Factor C: Modo plantación		
P. Horizontal	59,45 b	140,8 b
P. Inclinada.	68,53 a	145,9 a
EE	1,66	1,763*

En la figura 1 se observa que las plantas micorrizadas alcanzaron mayor cantidad de raíces por plantas con una diferencia superior al 22%, lo que ratifica la importancia de la utilización de estos microorganismos como estrategia agroecológica en las condiciones de cultivos sin posibilidades de riego, donde los ciclos de lluvias en muchas ocasiones determinan la magnitud de los rendimientos.

Resultados reportados por Barea (2003), demuestran el efecto inducido por la micorrización en la disminución de la deficiencia nutritiva provocada por antagonismos iónicos, efecto secundario del estrés salino, lo que permite crecimiento mayor de las plantas micorrizadas.

Concretamente, las micorrizas mejoran diversos procesos fisiológicos (incremento del ritmo de intercambio de CO₂, transpiración, cambios en la conductancia estomática, eficacia en el uso de agua), aparte del derivado de la captación de nutrientes.

Adicionalmente, Corredor (2003) y Barea (2003), sugieren otros mecanismos para justificar el papel de las micorrizas en relación con la tolerancia a salinidad, tales como la inducción de cambios hormonales o la mejora en la capacidad de agua.

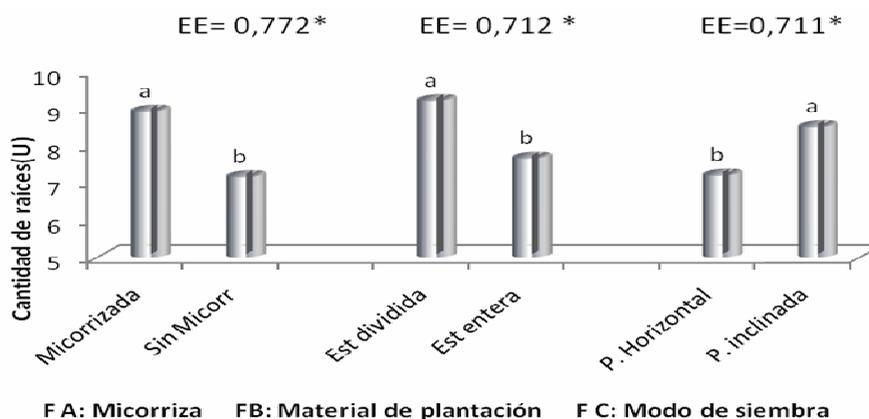


Figura 1. Cantidad de raíces por plantas de yuca a los 210 días de la plantación.

Los rendimientos alcanzados por el cultivo de yuca (figura 2) muestran que las plantaciones realizadas con la aplicación de micorriza y con las estacas divididas logran rendimientos muy superiores a los que se realizan de forma tradicional.

Lastres *et al.* (1993) encontraron que varias especies HMA incrementaron el rendimiento de la yuca significativamente en comparación con los HMA nativos, debido no solo a la eficiencia del hongo presente en el inóculo, sino también a las mayores concentraciones de propágulos micorrizógenos.

Rodríguez (2004), quien manifiesta que cuando se aplican hongos edáficos, la pérdida por lixiviación, fijación y erosión se disminuye, dado que la red de hifas captura y trasloca elementos nutritivos hacia la planta desde sitios no explorados por la raíz; así en los sistemas selváticos de los trópicos húmedos, el reciclaje de nutrientes de la materia orgánica descompuesta hacia la planta, la hacen los hongos, principalmente por los sistemas micorrízicos.

Hasta los 210 días no se encontró diferencias entre los dos métodos de plantación empleado, lo cual resulta de interés porque el número de raíces entre los métodos de plantación fue superior cuando el material de plantación se plantó de forma inclinada. Este resultado puede estar relacionado con la diferencia en la profundidad de los dos puntos de producción que se obtienen cuando la estaca se coloca de forma inclinada. En el primer punto situado en la parte superficial las raíces se desarrollan con más facilidad porque el suelo está más friable, sin embargo el segundo punto productivo, que está a más profundidad las raíces encuentran más resistencia del suelo y existe más probabilidades de limitar su crecimiento.

Se sabe que tanto el medio agrícola como los ecosistemas naturales pueden ser afectados por procesos de degradación de diversa índole, en cuanto a su origen y naturaleza, que inciden en la productividad y calidad de las cosechas y/o en la estabilidad, diversidad y productividad de los ecosistemas. La utilización de micorrizas no solo ha facilitado mejor revegetalización en condiciones particulares, como pueden ser la recuperación de suelos degradados en distintas partes del mundo, sino también ha mejorado la repoblación de especies vegetales en suelos de baja fertilidad (Barea, 2003).

Además, la calidad del suelo es un indicador de la eficacia del manejo de los agroecosistemas. Uno de los parámetros para medir la calidad del suelo es su microbiota, y esto se debe a que la

dinámica de las poblaciones microbianas puede describir la situación y tendencias de las condiciones del suelo en respuesta a las prácticas de manejo (Vargas *et al.*, 2009).

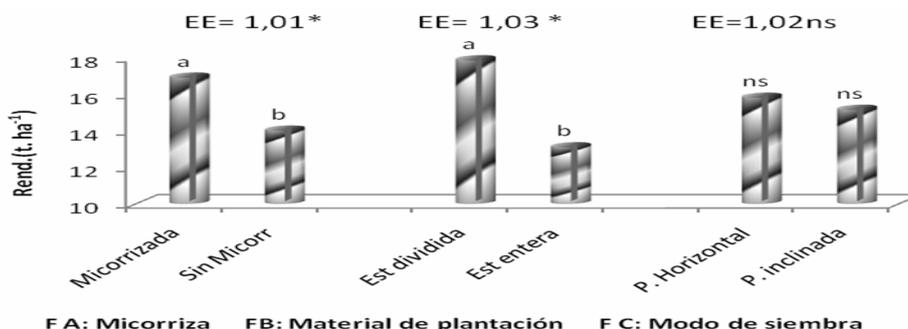


Figura 2. Rendimiento alcanzado en el cultivo de yuca a los 210 días en plantaciones de yuca plantadas con diferentes factores.

En la tabla 3 se observa que el valor de la producción y las ganancias obtenidas fueron mayores en las plantaciones de yuca micorrizadas con la división del material de plantación, lo que se corresponde con el incremento del rendimiento y la diferencias mínimas en el aumento del costo de producción por la aplicación de micorriza y la división del material de plantación.

En ambos métodos de plantación se alcanzó niveles de ganancias similares y fueron inferiores a los obtenidos cuando las plantaciones se inoculan con micorriza o se divide el material de plantación

Tabla 3. Análisis económico en las diferentes alternativas de plantación del cultivo de Yuca.

Factores	Rendim. (t.ha ⁻¹)	Costos de producción	Valor de la Producción	Ganancias
Micorrizas				
Con micorriza	17,3	3302,24	15042,35	11740,11
Sin micorriza	14,1	3262,24	12259,95	8997,71
Material de plantación				
Estacas Dividida	18,5	3282,24	16085,75	12803,51
Estacas entera	13,2	3262,24	11477,4	8215,16
Modo de plantación				
Horizontal	16,0	3262,24	13912,0	10649,76
Inclinadas	15,5	3312,24	13477,25	10165,01

Conclusiones.

El cultivo de yuca aumenta considerablemente su crecimiento y rendimiento cuando se inocula con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) y la plantación se realiza con la división de las estacas.

Bibliografía.

- Barea J. M. (2003). *Las micorrizas arbusculares componente clave en la productividad y estabilidad de agroecosistemas*. Departamento de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín, Granada, España, 50.
- Corredor, G. (2003). *Micorrizas arbusculares: Aplicación para el manejo sostenible de los agroecosistemas*. Programa Nacional De Recursos Biofísicos, Corpoica, Bogotá, 12-17.
- Espinosa A.; Ruiz, L. M.; Rivera, R. y Espinosa E. (2015). Efecto del Nitrógeno y hongos micorrízicos arbusculares en dos clones comerciales de boniato sobre un suelo Pardo mullido carbonatado. *Centro Agrícola*, 42(2).
- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K., Barea J.M., (2003). The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of soils*, 37, 1-16.
- Lastres I, I.; E Collazo; M Portier y E. Furrázola. (1993). Influencia de varios tipos de MICOFERT sobre la producción de yuca cultivada en campos con micorrizas nativas de alta eficiencia. Resúmenes de BIOFERTRO'93. La Habana, 233.
- Mederos, V. (2006). Embriogénesis somática en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Avila. Centro de Bioplasmas. Ciego de Avila, Cuba.
- MINAG (2007). Instructivo técnico de la yuca Instituto de Viandas.
- Rodríguez, S. (2004). Situación actual y perspectivas de los cultivos varios. Informe a la Asamblea Nacional del Poder Popular. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana.
- Vargas Gil, S., A. Becker, C. Oddino, M. Zuza, A. Marinelli, y G. March. (2009). Soil biological, chemical and physical responses to the impact of tillage intensity, fertilization, and cattle grazing in a long-term field trial. *Environ. Manag.*, 44, 378-376.

Fecha de recibido: 10 oct. 2015
Fecha de aprobado: 6 dic. 2015