



EVALUACIÓN DE TRES GRAMÍNEAS EN LA MULTIPLICACIÓN DE HONGOS GLOMEROMYCOTA NATIVOS DE SUELOS SULFATADOS ÁCIDOS DE CÓRDOBA – COLOMBIA.

Eliecer Cabrales¹; José Barrera¹; Elkin Agamez²; Diana Vergara²; Luis Oviedo³.

¹Facultad de Ciencias Agrícolas,
Universidad de Córdoba-Montería,

✉ ecabralesh@yahoo.es,

✉

jbarrera11@sinu.unicordoba.edu.co

²Grupo de Investigación:
Agricultura Sostenible, Universidad
de Córdoba- Montería,

✉ elkin28@gmail.com,

✉ biokarito26@gmail.com

³Facultad de Ciencias Básicas e
Ingenierías, Universidad de
Córdoba-Montería.

✉

loviedo@sinu.unicordoba.edu.co

Palabras clave: Biología de
suelos, pasto de suelos sulfatados
ácidos, Micorrizas en pastos.

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló con suelos de un transecto que incluyó los municipios de Cereté, San Carlos y Ciénaga de Oro en el departamento de Córdoba (Colombia), los cuales se caracterizan por ser sulfatados ácidos, para lo cual se tomaron muestras de los primeros 20 cm de profundidad de 20 localidades. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de Suelos y Aguas de la Universidad de Córdoba, según metodologías de IGAC (2006) y los análisis microbiológicos en el laboratorio de Fitopatología de la misma universidad. La obtención de esporas de hongos Glomeromycota se hizo mediante la técnica de tamizaje en húmedo en gradiente de sacarosa propuesto por Sieverding (1993), y la identificación de los morfotipos por comparación de características morfológicas propuestas por Schenck y Pérez (1990) e INVAM (2013). Se encontraron dos géneros: Glomus y Acaulospora, en proporciones de 95.8 y 4.2%, respectivamente. Para la multiplicación se utilizaron las gramíneas pasto Estrella (Cynodon nlemfluensis), Angleton (Dichantium aristatum) y Brachiaria (Brachiaria decumbens) y la inoculación se hizo con suspensiones de 20 y 25 esporas.ml⁻¹. La evaluación se realizó a los 40 días de germinado el pasto, y se determinó porcentajes de colonización y variables fisiológicas en los pastos seleccionados. Se encontró que a mayor cantidad de esporas inoculadas, mayor es la eficiencia en la colonización, mientras que la mejor producción de esporas se logró con baja dosis de inoculación. El pasto Angleton respondió mejor a la inoculación y mostró mejor potencial para la multiplicación de hongos formadores de Micorrizas Arbusculares (HFM) bajo las condiciones de suelos sulfatados ácidos.

EVALUATION OF THREE PASTURES IN THE MULTIPLICATION OF GLOMEROMYCOTA FUNGUS NATIVE OF ACID SULFATE SOILS OF CORDOBA - COLOMBIA.

Key words: Soil biology, pastures
of acid sulphate soils, mycorrhizae
in pastures.

SUELOS ECUATORIALES
43 (2): 87-94

ISSN 0562-5351

ABSTRACT

This research was conducted in a soil of transect including the municipalities of Cereté, San Carlos and Ciénaga de Oro in department of Córdoba (Colombia), which are characterized as acid sulfate soils, the samples were taken in the first 20 cm depth of 20 localities. The physico-chemical analyzes were performed in the laboratories of Soil and Water, at the University of Córdoba, by using the methodologies of IGAC (2006) and microbiological laboratory analysis of Phytopathology at the same university. The obtaining of Glomeromycota fungal spores was made by wet sieving technique in sucrose gradient proposed by Sieverding (1993), and identifying by comparison the morphological proposed by Schenck and Perez (1990) and INVAM (2013). Glomus and Acaulospora in proportions of 95.8 and 4.2%, respectively: two genera were found. For multiplication Pasture Estrella (Cynodon nlemfluensis), Angleton (Dichantium aristatum) and Brachiaria (Brachiaria decumbens) were used as host plants, and inoculation was made with suspensions of 20 and 25 spores.ml⁻¹. The evaluation was performed at 40 days after pastures germination. The colonization percentage and physiological variables in the selected grass were evaluated. It was found that the increment of spores in the inoculum, increased the efficiency of colonization, while the best production of spores was achieved with lower doses of inoculation. The Angleton pasture responded better to inoculation and showed the best potential for growth of Arbuscular Mycorrhizal forming fungi (AMF) under the conditions of sulfated acid soils.

INTRODUCCIÓN

Las micorrizas se pueden definir como una asociación simbiótica mutualista que se establece entre más del 80% de las especies de plantas vasculares y un selecto grupo de hongos microscópicos pertenecientes al *Phylum Glomeromycota* (IVIC, 2013), esta definición aplica para aquella simbiosis micorrízica en donde hay formación de arbusculos o vesículas (Cabralés, 2013), siendo este tipo de hongo los más usados en la sostenibilidad agropecuaria (Smith y Read, 2008; Sánchez, 2009). Sin embargo, Honrubia (2009) incluye dentro de esta definición la simbiosis que se presenta en plantas aclorofílicas e inferiores que necesitan del hongo para poder subsistir.

En la multiplicación de los hongos formadores de la simbiosis, se utilizan especies que cumplan como mínimo de dos condiciones: una que deben ser de abundantes raíces finas, como que las raicillas también hacen parte del inóculo junto con las esporas, y la segunda, que sean plantas que se adapten a las condiciones que se requieren para la multiplicación del micosimbionte, siendo las gramíneas las que mejor muestran estas condiciones (Cabralés, 2013). Bajo las condiciones de suelos sulfatados ácidos de clima cálido, las gramíneas pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*), Ángleton (*Dichantium aristatum*) y Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) son quizás las más utilizadas en el manejo de estos suelos (Cabralés *et al.*, 2006).

Son múltiples las funciones que se les atribuyen a la asociación micorrízica (Osorio, 2011), entre las que se destacan la absorción de elementos de baja movilidad como el P, Cu, Zn, B y Mo, entre otros, aunque también contribuyen en la toma de elementos de movilidad moderada como el K, N, Mg y Ca que se encuentren disponibles en la solución del suelo (Molina *et al.*, 2005). También se les atribuyen otras bondades como la de inducir a la planta a tolerar condiciones adversas del suelo: baja disponibilidad de nutrientes, alto grado de patógenos, estrés por sequía, estrés por salinidad, etc. (Osorio, 2011; Barea y Honrubia, 2004; Smith y Read, 2008).

Con base en las bondades que brinda esta asociación, los HFM se han incluido entre la amplia gama de biofertilizantes que se utilizan con el ánimo de minimizar el uso de fertilizantes y agroquímicos (Cabralés, 2013), en aras de hacer sostenible los

sistemas de producción agropecuaria, con el agravante de baja disponibilidad en el mercado, sin embargo, esta se produce en algunos viveros que en su mayoría suelen ser para uso de los mismos y una pequeña parte va orientada hacia la agricultura y pastos de las zonas (Cabralés, 2013; Osorio, 2011).

Los hongos formadores de micorrizas (HFM) se encuentran en los primeros centímetros de profundidad del suelo (Bellgard, 1993), las cuales pueden sobrevivir a condiciones ambientales adversas por varios años y su reactivación se presenta solo en presencia de plantas activas (Schüssler *et al.*, 2001; Kosuta *et al.*, 2005; Román, 2003). Su efectividad puede ser alterada por factores bióticos y abióticos (Schalamuk y Cabello, 2010). Con el ánimo de multiplicar este inóculo, se han empleado técnicas que en la mayor parte de los casos suelen ser domésticas sin implementación de prácticas que garanticen un inóculo de buena calidad libre de contaminantes. Aldana (2005) plantea que después de producido el inóculo, éste debe comercializarse bajo estrictas normas que garanticen la calidad del mismo, entre las que resaltan: humedad inferior al 15%, un mínimo de 35 esporas.g-1 y que en dicha etiqueta estén identificados los distintos morfotipos, como también para qué cultivos y condiciones edafoclimáticas está recomendado dicho material micorrízico. A pesar de ello, dada la poca información de cómo multiplicar dicho inóculo nativo, se suele utilizar HFM para las cuales muchas veces se desconoce su procedencia, con el agravante de llevar no solo contaminantes a los lotes agrícolas, sino, que muchas veces suelen no responder a nivel de campo (Fernández *et al.*, 2007; Fernández *et al.*, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en el vivero de la Universidad de Córdoba ubicada en la Costa Norte Colombiana con precipitaciones de 1100 mm/año, 85% de humedad relativa, 28.5°C de temperatura media, agroecológicamente pertenece a una transición entre bosque seco tropical (BsT) y bosque húmedo tropical (BhT), inceptisoles con desarrollo incipiente ricos en arcillas expandibles, medianamente profundo (Palencia *et al.*, 2006). El suelo utilizado para el ensayo se recolectó en un transecto que incluye los municipios de Cereté, San Carlos y Ciénaga de Oro en el departamento de Córdoba - Colombia,

caracterizados por la presencia de suelos sulfatados ácidos, para lo cual se tomaron muestras de suelos en los primeros 20 cm de profundidad en 20 localidades dentro del transecto, siguiendo investigaciones previas de Cabrales *et al.*, (2006). Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los laboratorios de Suelos y Aguas de la Universidad de Córdoba, mediante metodologías de IGAC (2006) y los análisis para los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFM) se hicieron en los laboratorios de Fitopatología de la misma universidad. La obtención de esporas de hongos Glomeromycota se realizó mediante la técnica de tamizaje en húmedo en gradiente de sacarosa propuesto por Sieverding (1993), y la identificación de los morfotipos se llevó a cabo por comparación de caracteres propuestas por Schenck y Pérez (1990) e INVAM (2013).

Para la multiplicación se utilizaron estolones de 3 gramíneas comunes en suelos sulfatados ácidos: Pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*), pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) y pasto Ángleton (*Dichanthium aristatum*), los cuales fueron sembrados en materos con capacidad de 2 kg de sustrato compuesto por aluvi6n, arena y cascarilla de arroz en proporciones volumétricas iguales, previamente esterilizados en autoclave. La inoculación se hizo con 2 ml de suspensiones de 0, 20 y 25 esporas.ml⁻¹ del género *Glomus* en cada unidad experimental.

Se evaluaron las siguientes variables fisiológicas de crecimiento vegetal: número de raíces por planta (NR), longitud de raíz (LR), longitud de la planta (LP) y de biomasa vegetal (BM); y variables de eficiencia micorrícica: número de esporas (NE), colonización (%), presencia de vesículas (V) y arbusculos (A) en raíz. El conteo de esporas se hizo en forma directa, previa separación de las mismas por tamizado en húmedo en gradiente de sacarosa (Sieverding, 1993),

mientras que la colonización, presencia de vesículas y arbusculos se evaluó mediante la técnica de tinción de raíces (González *et al.*, 1993) y observación directa al microscopio.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, el factor A compuesto por las gramíneas (pastos Estrella, Brachiaria y Ángleton) y el Factor B por las 3 dosis de esporas aplicadas (0, 20 y 25 esporas.ml⁻¹), con cinco (5) repeticiones. Los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico Statistic versión 8.0, previa comprobación de homogeneidad de datos por Shapiro-Wilk, se hizo análisis de varianza y la comparación de medias por Tukey ($p=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características físico-químicas promedias se muestran en la Tabla 1, en la que se resalta suelos de textura arcillo-limosa a franco arcillosa, pH de 4.75, con desviación estándar de 0.59; alto contenido de azufre que está muy por encima de los 20 mg.kg⁻¹ del que un suelo tiene bajo condiciones normales. Estas altas concentraciones de azufre son las responsables que el suelo sea fuertemente ácido, lo que hace tener una vegetación selectiva que tolera estas condiciones adversas, como son Tripa de pollo (*Euphorbia hyssopifolia*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), malva (*Malachra alceifolia*), Verbena (*Heliotropium indicum*), Bledo (*Amaranthus spp*), Estrellita (*Dichromenaciliata*), Pasto argentino (*Cynodondactylon*), Pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), Pasto estrella africano (*Dactylocteniumaegyptium*), Dormidera (*Mimosa sp*), Escobilla (*Sidaspp*), Tacana (*Heliconiasp*), Junco (*Juncusspp*), Enea (*Typhaangustifolia*), entre otros (Cabrales, 2004).

Tabla 1. Características físico-química de las muestras de suelo sulfatados ácidos del transecto estudiado.

| Muestra | pH | M.O. | S | P | Ca | Mg | K | Fe | Mn | SO ₄ |
|---------|------|------|---------------------|------|------|-----------------------|------|---------------------|------|----------------------|
| Unidad | 1:1 | % | mg.kg ⁻¹ | | | cmol.kg ⁻¹ | | mg.kg ⁻¹ | | cmol.l ⁻¹ |
| Media | 4.75 | 3.11 | 1020.6 | 20.9 | 17.8 | 10.3 | 0.92 | 223.8 | 38.2 | 21.9 |
| SD | 0.59 | 0.93 | 1217.2 | 11.0 | 9.8 | 5,8 | 0.98 | 225.7 | 23.0 | 21.3 |

Se encontraron los géneros *Acaulospora* y *Glomus* en proporciones de 4.2 y 95.8%, respectivamente. Las muestras del municipio de Ciénaga de Oro presentaron mayor abundancia de HFM del género *Glomus* (98.5%) en comparación con las muestras del municipio de San Carlos (90%) y algunas del municipio de Cereté (86%). Aunque en este último municipio también se encontraron HFM del género *Acaulospora*, pero en menor proporción. En términos generales, el género *Glomus* es el dominante en la zona y deja entrever que es más tolerante a las condiciones fisicoquímicas adversas de estos suelos. Este hallazgo indica que los suelos sulfatados ácidos del Valle del Sinú son bajos en diversidad micorrícica, lo cual se debe principalmente a las condiciones físico-químicas adversas de los suelos, ya que en épocas de sequía, según Cabrales (2004), el pH puede descender hasta 2.0. Por otro lado, en época de lluvias, por su ubicación fisiográfica, son inundables con facilidad y pueden tardar hasta un semestre bajo agua, lo que condiciona grandemente la población biológica de los suelos. Resultados similares fueron reportados por Cabrales y Campo (2008) en suelos sulfatados ácidos, donde el género que más abundó fue el *Glomus*, de igual manera, reportan muy baja diversidad de HFM. En este sentido, el Banco Internacional de Micorizas Vesículo-Arbusculares (INVAM, 2013), registra a *Glomus* sp., como el género de HFM de mayor abundancia seguido por el género *Acaulospora*.

Como resultado de las variables fisiológicas de crecimiento vegetal en las distintas especies vegetales bajo condiciones de invernadero, se encontró que las raíces crecen mejor cuando se les inocula con 20 esporas.ml⁻¹, aunque los pastos *Ángleton* y *Estrella* no expresaron diferencias significativas entre la cantidad de esporas inoculadas, se puede apreciar que con 20 esporas.ml⁻¹, hay un ligero incremento en el crecimiento de la raíz; igual respuesta se pudo observar en el pasto *Brachiaria*, aunque este respondió significativamente a la cantidad de esporas inoculadas, como se puede apreciar en la Tabla 2. Si se tratase de propender por el enraizamiento de los pastos, el *Ángleton* y la *Estrella* no responden a la inoculación micorrícica, solo manifestó respuesta el pasto *Brachiaria*, lo cual se debe posiblemente a que estos pastos tienen la capacidad de desarrollarse bajo las condiciones fisicoquímicas de los suelos sulfatados ácidos, sin embargo, se hace necesario observar las demás variables en el mismo.

En la evaluación del número de raíces (raíces principales y totalmente formadas) se pudo observar que los pastos *Brachiaria* y *Ángleton* no revelaron diferencias estadísticas significativas entre las cantidades de esporas inoculadas. Pero el pasto *Estrella* sí respondió a la cantidad de esporas inoculadas, siendo que con 25 esporas.ml⁻¹ se logra junto al tratamiento sin inoculación los mejores resultados, como se aprecia en la tabla 2. Es de anotar, que con la inoculación micorrícica, los pastos *Brachiaria* y *Estrella* desarrollaron menos raíces, posiblemente por el hecho de estar micorrizadas, no se engrosaron mucho, mientras que en el pasto *Ángleton* se pudieran engrosar un poco más como respuesta a la condición adversa del suelo sulfatado ácido, lo que deja entrever que el pasto *Ángleton* es más tolerante a las condiciones adversas de estos suelos, en este sentido, Pérez y Peroza (2013) reportan a este pasto como una especie que tolera condiciones edáficas adversas.

En la variable de altura de la planta, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la cantidad de esporas inoculadas en los pastos *Brachiaria* y *Ángleton*, a pesar de ello, se puede notar una tendencia creciente con el incremento del número de esporas inoculadas, como se puede apreciar en la Tabla 2. Mientras que el análisis estadístico en el pasto *Estrella* arrojó diferencias significativas ($p < 0.05$), notándose que con la inoculación decrece dicho pasto, es decir, no responde a la micorrización. En cuanto a crecimiento, el pasto *Ángleton* responde mejor a la inoculación micorrícica, pudiendo lograrse un incremento de hasta del 62% con una inoculación de 25 esporas.ml⁻¹, mientras que el pasto *Brachiaria* solo incrementa el 40% en crecimiento, y por lo cual es de anotar que esto es elongación de la planta, que puede no siempre expresarse en biomasa.

En cuanto a la biomasa vegetal, no se encontraron diferencias entre la cantidad de esporas inoculadas en los pastos *Brachiaria* y *Ángleton*, pero se puede apreciar que en el pasto *Brachiaria*, hay incremento de biomasa del 5% cuando se le inocula con 20 esporas.ml⁻¹. En el pasto *Ángleton*, se logra un incremento de la biomasa del 157% con la misma cantidad de esporas. Esto indica que este último pasto responde mejor a la inoculación con HFM, lo que podría aprovecharse positivamente en la producción de biomasa. Caso opuesto sucede con el pasto *Estrella*, para el cual hubo diferencias estadística significativa ($p < 0.05$), no encontrándose respuesta a la inoculación, como se puede apreciar en la Tabla 2. Trabajos

realizados por Castillo *et al.*, (2006) en pastos Brachiaria inoculados con HFM, encontraron que esta simbiosis no influyó en la producción de biomasa, aunque si mejoró la concentración de algunos elementos en la misma, como potasio, magnesio, manganeso, hierro, entre otros. Sin embargo, Sánchez

(2007) considera que la simbiosis micorrícica, además de mejorar la toma de agua y nutrientes edáficos, también incrementa la tasa fotosintética, lo que puede en algunas plantas manifestarse en mayor biomasa.

Tabla 2. Efecto de la inoculación micorrícica sobre variables fisiológicas de crecimiento de los pastos Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), Angleton (*Dichanthium aristatum*) y Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en suelos sulfatados ácidos bajo condiciones de vivero.

| Parámetro | Especies de pastos | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|
| | Brachiaria | | | Angletón | | | Estrella | | |
| Esporas.ml ⁻¹ | 0 | 20 | 25 | 0 | 20 | 25 | 0 | 20 | 25 |
| Long Raíz (cm) | 15.16 b | 20.78 a | 18.88ab | 22.80 a | 23.48 a | 21.92 a | 17.80 a | 15.64 a | 14.72 a |
| No raíces (U) | 9.40 a | 8.60 a | 7.20 a | 14.60 a | 21.20 a | 20.80 a | 16.20 a | 9.60 b | 14.40 ab |
| Altura (cm) | 17.16 a | 23.86 a | 24.14 a | 27.17 a | 38.34 a | 44.10 a | 39.18 a | 18.20 b | 16.94 b |
| Biomasa (g) | 0.53 a | 0.56 a | 0.50 a | 0.90 a | 2.32 a | 2.26 a | 1.98 a | 0.62 b | 0.96 b |

*Letras diferentes denotan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre columnas.

En la evaluación de los parámetros de efectividad de la simbiosis micorrícica, para el parámetro de cantidad de esporas.g⁻¹, se encontró que los tres pastos respondieron a la producción de esporas, siendo en el pasto Ángleton donde se encontró la mayor cantidad de esporas cuando son inoculadas con 25 esporas.ml⁻¹, con una media de 26.2 esporas.g⁻¹, con similares valores resultaron los pastos Brachiaria y pasto Estrella con 22.8 y 23.2 esporas.g⁻¹, respectivamente. Estos valores altos y similares indican que los tres pastos podrían utilizarse en la multiplicación del hongo *Glomeromycota* de estos suelos sulfatados ácidos, que potencialmente pueden ser utilizados como biofertilizantes, teniendo en cuenta que el inóculo micorrícico no solo está compuesto de esporas, sino, que también incluyen raíces y micelios. Sin embargo, con el pasto Estrella, se necesita una mayor cantidad de inóculo, como se observa en la tabla 3. Estos resultados superan las 14-19 esporas.g⁻¹ que reporta Castillo (2006) en pasto Brachiaria híbrido en suelos de Honduras, posiblemente se deba a la temprana edad de evaluación que Castillo hizo, ya su evaluación estuvo alrededor de los 21 días.

Respecto a la colonización, los tres pastos respondieron a la inoculación, siendo el pasto Ángleton el que mejor respuesta presentó, con un grado de colonización de 74.75% cuando se utilizaron dosis de 25 esporas.ml⁻¹, seguido por el mismo pasto cuando se utilizaron 20 esporas.ml⁻¹ con una media de 64.25 esporas.g⁻¹. En todos los casos, en la

colonización, según escala de Grand y Harvey (1982), todos los pastos presentaron un alto grado de colonización (más del 50%) cuando fueron inoculados.

Estos resultados superan ensayos reportados por Castillo (2006) en suelos de Honduras, quien encontró en Brachiaria híbrido una colonización del 47-51%, y posiblemente se debe no solo a micotroficidad de estos pastos, sino que con la simbiosis, se mejora la supervivencia bajo condiciones adversas de los suelos sulfatados ácidos. Trabajos realizados por Sangabriel *et al.*, (2010) en Pasto estrella (*Cynodon dactylon*) reportan un tenor de colonización más bajo (38.9%) que el que se reporta en esta investigación, lo que podría indicar que la planta bajo condiciones adversas de los suelos, podría favorecer la formación de la simbiosis micorrícica, ya que cuando el suelo contiene cantidades suficientes de nutrientes y humedad, los HFM pueden manifestarse en menor proporción.

A pesar de la temprana fecha de evaluación de la efectividad de la simbiosis en los pastos, se pudo notar no solo una excelente colonización por parte del hongo *Glomeromycota*, sino que con ello se pudo observar excelente formación de estructuras reproductivas, también órganos de reserva como son las vesículas, cuyas formaciones fueron de hasta 15.7 veces en el pasto Ángleton, seguida por el pasto estrella con 4.3 veces. Para los pastos Estrella y Brachiaria no hubo diferencias estadísticas significativas entre las dosis de inóculo aplicados,

aunque entre estas dosis y el testigo si la hubo ($p < 0.05$). Pero en el pasto Ángleton, si hubo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), siendo la máxima dosis de esporas. ml^{-1} (25) con la que se consigue la mayor cantidad (78.5 unidades/placa) de vesículas en las raíces. Estas diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento testigo y las dosis de inóculo utilizados refleja la importancia de la

inoculación micorrícica no solo en la condición de multiplicación del hongo *Glomeromycota*, sino, también en la posibilidad de su utilización en programas de manejo con el propósito de mejorar la sostenibilidad del sistema pastoril en estos suelos con condiciones adversas fisicoquímicas.

Tabla 3. Parámetros de efectividad de la inoculación micorrícica en los pastos *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), Ángleton (*Dichantium aristatum*) y Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) bajo condiciones de vivero.

| Parámetro | Pasto <i>Brachiaria</i> | | | Pasto Ángleton | | | Pasto Estrella | | |
|---------------------------|-------------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|
| | 0 | 20 | 25 | 0 | 20 | 25 | 0 | 20 | 25 |
| Esporas. ml^{-1} | | | | | | | | | |
| No. Esporas | 9.80 b | 22.80 a | 21.20 a | 4.80 b | 23.00 a | 26.20 a | 5.60 c | 17.60 b | 23.20 a |
| Colonización (%) | 21.25 b | 62.75 a | 54.00 a | 3.75 c | 64.25 b | 74.75 a | 13.25 c | 49.75 b | 60.25 a |
| *Arbúsculos (U) | 19.50 b | 68.00 a | 58.50 a | 2.50 b | 68.50 a | 71.00 a | 12.00 c | 45.50 b | 57.00 a |
| *Vesículas (U) | 23.00 b | 57.50 a | 49.5 ab | 5.00 c | 60.00 b | 78.50 a | 14.50 b | 54.00 a | 63.50 a |

Letras diferentes denotan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre columnas.

*Arbúsculos y Vesículas están expresadas en unidades. placa^{-1} de aproximadamente 40 interceptas.

CONCLUSIONES

Los suelos sulfatados ácidos estudiados reflejan una baja potencialidad y diversidad micorrícica nativa, solo se encontraron dos géneros de hongos *Glomeromycota*: *Glomus* y *Acaulospora*.

Los pastos *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), Ángleton (*Dichantium aristatum*) y Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) respondieron a la inoculación micorrícica, se resalta el pasto Ángleton (*Dichantium aristatum*) por su mejor habilidad en la producción de raíces y crecimiento bajo las condiciones adversas de los suelos sulfatados ácidos.

En la multiplicación micorrícica bajo condiciones de suelos sulfatados ácidos, los pastos *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), Ángleton (*Dichantium aristatum*) y Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) arrojan muy buenos resultados, sin embargo, el pasto Ángleton (*Dichantium aristatum*) sobresale en colonización, presencia de arbúsculos y vesículas.

REFERENCIAS

- ALDANA, A. (2005) Agricultura orgánica. Santa Fe de Bogotá: Centro Nacional de Medios para el aprendizaje, Universidad Nacional de Colombia. 191p.
- BAREA, J. Y HONRUBIA, M. (2004) La micorrización dirigida de la planta forestal. In: Vallejo, R. et al. (ed.), *Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo*. CEAM. 84-921259-3-4, p. 215-260.
- BELLEGARD, E. (1993) The topsoil as the major store of propagules of vesicular-arbuscular fungi in southeast Australian sandstone soils. *Mycorrhiza* 3: 19-24.
- CABRALES, E. (2004) Dinámica del azufre en un típico sulfaquept del Medio Sinú, Colombia. Tesis Magister Ciencias Agrarias, énfasis suelos. Universidad Nacional de Colombia. 120 p.
- CABRALES, E. (2013) Evaluación de inoculantes de hongos *Glomeromycota* nativos de suelos de sabana en la producción de maíz en el estado Guárico - Venezuela. Tesis Ph.D Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía, programa de postgrados. Universidad Central de Venezuela. 380p.
- CABRALES, E.; CAMPO, R. Y COMBATT, E. (2006) Dinámica nutricional y caracterización microbiológica de suelos sulfatados ácidos en el Valle del Sinú - Colombia. Grupo de Investigación en Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícola, 201p.
- CABRALES, E. Y CAMPO, R. (2008) Micorrizas asociadas a los principales pastos de suelos

- sulfatados ácidos en el Valle del Sinú, Colombia. Suelos Ecuatoriales 38(1): 45 – 51.
- CASTILLO, M.(2006) Producción y composición de los cultivares Mulato I y II de *Bachiaria* híbridos inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencia y producción Agropecuaria. Universidad de Zomora, Honduras. 56p.
- CASTILLO, M.; VÉLEZ, M.; ROSAS, J.; TRABANINO, R. (2006) Producción y Composición de los Cultivares Mulato I y II de *Bachiaria* Híbridos Inoculados con Micorriza y *Trichoderma harzianum*. Honduras. Ceiba 47(1-2): 25-32
- FERNÁNDEZ, F., DELL'AMICO, J., RODRÍGUEZ, P. (2006) Efectividad de algunos tipos de inoculantes micorrízicos a base de *Glomus hoi* "like" en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* mill. var. amalia). Cultivos Tropicales, 27(3): 25-30.
- FERNANDEZ, F., DELL'AMICO, J., PEREZ, Y., MONTILLA, E., MORTE, A., HONRUBIA, M., Y PROVIDENCIA, I. (2007) Evaluación de inoculantes de hongos micorrízicos arbusculares de *Glomus clarum* y *Glomus fasciculatum* en medio líquido (LICOMIC®). Agricultura Andina, 12: 67 – 83.
- GONZÁLEZ, M; CERRATO, R; RODRÍGUEZ, M. (1993) Manual de Agromicrobiología. México: Trillas. 142p.
- GRAND, L. Y HARVEY, A. (1982) Quantitative measurement of ectomycorrhizae on plant roots. En: Schenk, N. C. (ed.). Method and Principles of Mycorrhizal Research. APS Press. St. Paul, Minnesota, pp: 157-164.
- HONRUBIA, M. (2009) Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. Revista Anales del Jardín Botánico de Madrid, 66: 133-144.
- IGAC. 2006. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 6ª edición. Santafé de Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. 648p.
- INVAM. 2013. International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi. "INVAM". <http://invam.caf.wvu.edu/>. Consulta: enero de 2013.
- IVIC. 2013. Micorrizas y Agricultura: Conceptos básicos. Online En: http://www.ivic.gov.ve/bid_fonacitII/micorrizas/Micorrizasconcepto.htm [Consultado, marzo 2013]
- KOSUTA, S., WINZER, T AND PARNISKE, M. (2005) Arbuscular mycorrhiza. En: Márquez, J. Lotus japonicus Handbook. Netherlands: Springer. 87-95p.
- MOLINA, M., MAHECHA, L., MEDINA, M. (2005) Importancia del manejo de hongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvo pastoriles. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 18(2): 162-175.
- OSORIO, W. 2011. Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad de nutrientes en suelos ácidos del trópico. Suelos Ecuatoriales 41(1): 74 – 91.
- PALENCIA, G., MERCADO, T., COMBATT, E. (2006) Estudio Agroclimático del Departamento de Córdoba. Montería: Universidad de Córdoba. 126p
- PÉREZ, A. Y PEROZA, V. (2013). Micorrizas arbusculares asociadas al pasto angleton (*Dichanthium aristatum* Benth) en fincas ganaderas del municipio de Tolú, Sucre-Colombia. Revista MVZ 18(1): 3362 – 3369.
- ROMÁN, F. (2003) Concentración de reguladores del desarrollo vegetal inducidas por hongos endomicorrízicos en dos cultivares de chile (*Capsicum annum*, L). Tesis PhD Facultad Ciencias Biológicas y agropecuarias. Universidad de Colima. México. 103p
- SÁNCHEZ, I. (2009) Análisis de la estructura y diversidad de las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociadas a plantas de especial interés ecológico en ambientes mediterráneos. Tesis Ph.D. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada – España. 195p.
- SÁNCHEZ, M. (2007) Las micorrizas: estrategia compartida para colonizar el suelo. En Sánchez, M (ed). Endomicorrizas: expresión bioedáfica de importancia en el trópico 115 – 175 p.
- SANGABRIEL, W., TREJO, D., SOTO, A., FERRERA, R., LARA, L. (2010) Potencial de colonización de hongos micorrízico-arbusculares en suelos cultivados con papayo bajo diferentes manejos de producción. Revista Mexicana de Micología, 31: 45-52.

- SCHALAMUK, S CABELLO, M. (2010) Arbuscular mycorrhizal fungal propagules from tillage and no-tillage systems: possible effects on *Glomeromycota* diversity. *Mycologia* 102: 261-268.
- SCHENCK, C. AND PÉREZ, Y. (1990) Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Gainesville: Synergistic Publications. 286 p.
- SCHUSSLER, A., SCHWARZOTT, D., Y WALKER, A. (2001) New fungal phylum, the *Glomeromycota*: Phylogeny and evolution. *Mycological Research* 105:1413-1421.
- SIEVERDING, E. (1993) Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agroecosistem.GTZ Federal Republic of Germany. 370p.
- SMITH, E. AND READ, J. (2008) Mycorrhizal symbiosis.3ra edition.New York: Elsevier, Academic Press. 787p.