


# Relación entre los caracteres de las micorrizas arbusculares nativas con las propiedades físico-químicas del suelo y bromatología del pasto estrella en ganadería de carne

Relationship of the traits of native arbuscular mycorrhizal fungi with soil physico-chemical properties and chemical composition of star grass in cattle

Jairo BARRIGA CH , Maria VISBAL P. y Jovana ACERO G.

<sup>1</sup>Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, Grupo de Investigación en Ganadería Ecológica, Fusagasugá, Colombia. E-mail: colombiano1@colombia.com

 Autor para correspondencia

Recibido: 04/12/2009 Fin de primer arbitraje: 07/10/2010 Primera revisión recibida: 21/11/2010 Aceptado: 11/01/2011

## RESUMEN

Con el objetivo de identificar las micorrizas arbusculares (MA) en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) de fincas ganaderas del municipio de Fusagasugá, Colombia y la relación de sus niveles de colonización y diversidad de esporas con variables físico-químicas del suelo y composición bromatológica del pasto estrella, se determinó a partir de un muestreo aleatorio simple, el aislamiento de MA. Se determinó en la rizosfera del pasto estrella, la presencia de los géneros, *Glomus* (82,02%), *Acaulospora* (7,86%), *Entrophospora* (5,61) y *Scutellospora* (4,49), el porcentaje de colonización varió entre 22,5 y 33,3%, y la densidad de esporas en 100 g de suelo entre 100 y 360. Se encontraron correlaciones entre la densidad de esporas con el Ca (-0,659), Mg (-0,715), K (-0,808), Na (-0,704) y capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) (-0,735), así como también entre el porcentaje de colonización micorrícica y K (0,719). La composición nutricional también se correlacionó con la densidad de esporas en la fracción de la proteína A+B1 (0,380), la colonización presentó correlación con la concentración de lignina (0,270) y con las fracciones de la proteína B2 (0,300) y B3 (0,039). Se logró establecer la existencia de una relación entre las MA y la composición nutricional del pasto estrella.

**Palabras clave:** Micorrizas arbusculares, pasto estrella, porcentaje de colonización, densidad de esporas.

## ABSTRACT

In order to identify arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in star grass (*Cynodon nlemfuensis*) of cattle farms at Fusagasugá Municipality, Colombia and the relationship of their levels of colonization and spore diversity with soil physicochemical variables and chemical composition of star grass, it was determined from a simple random sampling the isolation of AM. It was identified in the rhizosphere of star grass, the presence of the genera, *Glomus* (82.02%), *Acaulospora* (7.86%), *Entrophospora* (5.61) and *Scutellospora* (4.49), the percentage of colonization ranged between 22.5 and 33.3%, and the spore density of 100 g of soil between 100 and 360. Correlations were found between the spore density with Ca (-0.659), Mg (-0.715), K (-0.808), Na (-0.704) and effective cation exchange capacity (-0.735), as well as between the percentage of mycorrhizal colonization and K (0.719). The nutritional composition also correlated with the spore density in the protein fraction of A + B1 (0.380), colonization correlated with the concentration of lignin (0.270) and the protein fractions B2 (0.300) and B3 (0.039). It was able to establish the existence of a relationship between the AM and the nutritional composition of star grass.

**Key words:** Arbuscular mycorrhizal fungi, star grass, percentage of colonization, spore density.

## INTRODUCCIÓN

La producción de forraje de calidad y en cantidades adecuadas es el principal factor a tener en cuenta en la alimentación de rumiantes (Chamorro, 2007), para producirlo existen variadas metodologías de manejo agronómico de las pasturas tropicales, dentro de estas se encuentra el manejo agroecológico, el cual a su vez analiza con mayor profundidad el componente microbiológico, como ayuda a proveer

los nutrientes y protección a las plantas (Luna, 2002).

Las micorrizas arbusculares (MA), son una asociación simbiótica entre hongos del phylum Glomeromycota y raíces de plantas terrestres. Estos hongos ayudan a la nutrición del hospedante con el cual se asocian, además de otras características (protección contra patógenos, stress, etc de las plantas). El trabajo consistió en identificar los hongos

micorrícicos arbusculares nativos asociados al pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y establecer las relaciones que presentan la cantidad de esporas y los porcentajes de colonización con respecto a los nutrientes del suelo y la composición nutricional del forraje en suelos de Fusagasugá, así como la caracterización de las fincas ganaderas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características generales

El municipio de Fusagasugá se encuentra ubicado en la provincia del Sumapáz a 1750 msnm, con una temperatura promedio de 19 °C y una pluviosidad de 1500 mm anuales. Los suelos, asociados a relieves ligeramente inclinados, son moderadamente profundos, bien drenados, con texturas finas a moderadamente gruesas. La fertilidad es moderadamente baja, con media a baja saturación de aluminio erosión hídrica laminar, 20% de arcillas y 120 días de condiciones secas en el año (IGAC, 2000). Estos suelos presentan una reacción ácida inferior a 5,8 y 5,4, baja capacidad de intercambio catiónico y baja cantidad de fósforo. Su textura en los primeros 30 cm es franco arcillosa y de 30 cm en adelante es arcillosa. El pH oscila entre 5.8 y 4,8 (Vega, 1969).

A través de un muestreo aleatorio simple se logró establecer ocho fincas de ganadería de carne de las cuales se obtuvieron muestras de suelo, raíces y forraje de pasto estrella utilizado como base de alimentación animal. El primer muestreo se realizó en época de lluvias y el segundo en la época seca, a las cuales se le desarrolló análisis físico-químico de suelos y aislamiento de esporas (Gerderman y Nisholson citados por Corredor (2001), utilizando el proceso de separación de esporas por gradiente de sacarosa y centrifugación se determinó el número de esporas de MA presentes en las rizósferas de cada una de las fincas estudiadas, la identificación de las esporas aisladas se basó en las claves de Schenck y Pérez (1990). Las raíces se tiñeron siguiendo la técnica de Phillips y Hayman citados por Peroza (2003), para determinar el porcentaje de colonización micorrícica. El grado de colonización total en el pasto estrella se estimó usando las siguientes categorías: colonización baja (0-20%), colonización media (20,1-50%) y colonización alta (> 50%) (Nicholson y Schenck, 1979). Las muestras de forraje se sometieron a un análisis bromatológico y fraccionamiento de proteína basado en el sistema de

fraccionamiento de carbohidratos y proteínas de la Universidad de Cornell (Fox, 2000).

### Análisis Estadístico

Los datos se analizaron empleando análisis de correlación y regresión entre:

- Número de esporas por 100 gramos de suelo y porcentaje de colonización en raíces con los análisis físico-químicos del suelo (pH, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, Al, S, Na, CICE).
- Número de esporas por 100 gramos de suelo y porcentaje de colonización de raíces con las variables de composición nutricional de *C. nlemfluensis* (Materia seca, fracciones de proteína A, B1, B2 y B3, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, cenizas, lignina)

Posteriormente se empleó la regresión lineal multivariada a las variables cuya correlación múltiple fuera significativa, fue empleado el programa SAS versión (10.0).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de la zona de estudio

En el Cuadro 1 se observa que las fincas muestreadas están distribuidas en diferentes veredas (división territorial rural de un municipio) en el municipio de Fusagasugá, región altamente montañosa compuesto por diferentes altitudes y temperaturas, lo que genera condiciones agroclimatólogicas diversas entre las fincas estudiadas. Las fincas muestreadas son de un tamaño pequeño en general, no superan las 15 ha promedio y de su área total, un 80 al 100% es utilizada para la ganadería, manejando una alta carga animal, con excepción de la finca La Esperanza (1 animal ha<sup>-1</sup>), que a su vez es la finca con mayor área. Con respecto a las razas se observa que predomina la raza Cebú y presentan mestizajes con ganado Normando, Pardo suizo y algunos que debido a su amplio proceso de cruzamientos o heterosis se han denominado criollos.

Es importante reconocer la influencia de la carga animal sobre las poblaciones de MA, en estudios realizados sobre colonización micorrícica (Menoyo citado por Ivana 2006) de las micorrizas en *Polylepis australis* Bitt, en suelos con distinta carga animal, se encontró que la abundancia de estructuras

fúngicas, hifas y arbusculos se vieron afectadas por la carga ganadera.

En el Cuadro 2 se encuentra que el 50% de las fincas muestreadas hacen uso de fertilizantes de tipo orgánico, el otro 50% no fertilizan las praderas.

El período de ocupación y descanso es un referente importante del manejo de la pradera y del enfoque tecnológico del productor, se encontró un manejo incorrecto con respecto a la forma como se desarrolla el pastoreo, es el caso de las fincas Villa Cecilia, Altos de Betania y La Esperanza, cuyos períodos de ocupación y de descanso no suponen tener una relación lógica del manejo de la pradera, debido a que no se fertiliza y además la forma de pastoreo no brinda forraje de buena calidad para la alimentación de los animales. Se evidenció que el manejo de las demás fincas es tradicional y se acerca al ideal, pero se ha logrado determinar que la mejor relación período de ocupación: período de descanso para pasto estrella debe ser 2:30 (Chamorro, 2007).

## Géneros de micorrizas arbusculares

Se hallaron cuatro géneros de esporas de MA (Figura 1), en la rizosfera de las 8 fincas en estudio proceso del cual se obtuvo una distribución y abundancia de géneros (Cuadro 3).

En la Figura 2 se aprecia que el género de mayor abundancia es *Glomus* con un porcentaje del 82,02%, lo que confirma lo encontrado por otros autores que registran mayores porcentajes de abundancia, en diversos estudios realizados, asumiendo que el género *Glomus* presenta una mayor adaptación a las diferencias de suelo y sus calidades, además muestra una mayor capacidad para establecer la relación simbiótica con un mayor número de especies de plantas en Colombia. Salamanca (2003) reportó un porcentaje de abundancia de esporas nativas del género *Glomus* del 55%, frente a *Acaulospora* 27%, *Entrophospora* 9% y *Scutellospora* 9%, en *Brachiaria decumbens*, en el Departamento Guaviare. Franco *et al.* (2006)

Cuadro 1. Características de las fincas muestreadas (ubicación, altitud, temperatura, distribución espacial, carga animal y razas empleadas en las fincas de ganadería de carne muestreadas en el Municipio Fusagasugá, Colombia.

Finca	Ubicación		T (°C)	Área (ha)	Área de ganadería (ha)	Carga animal (animal ha <sup>-1</sup> )	Razas
	Vereda	Altitud (msnm)					
El Mirador	Guayabal	1500	19	10,24	10,24	5	Cebú-Cebu x Criollo
La Guaira	Espinalito	1400	21	1,44	1,44	5	Criollo
Villa Cecilia	Usatama	1600	19	3,20	2,50	3	Cebú x Criollo
Avelino Godoy	Guayabal	1400	20	1,60	1,60	9	Cebú- Normando
Altos de Betania	Jordan	1750	20	32,00	28,80	4	Cebú x Criollo
La Aurora	Guavio	1500	20	2,88	2,170	2	Cebú
La Esperanza	Usatama	1600	19	32,00	24,00	1	Cebú-Pardo Suizo
El Carmen	Sauces	1750	18	2,56	1,92	5	Cebú- Normando

Cuadro 2. Manejo de las praderas en las fincas de ganadería de carne muestreadas en el Municipio Fusagasugá, Colombia.

Finca	Manejo de Praderas			
	Uso de fertilizantes	Tipo de fertilizante	Periodo de ocupación (días)	Periodo de descanso (días)
El Mirador	Si	Orgánico	5	35
La Guaira	Si	Orgánico	5	35
Villa Cecilia	Si	Orgánico	15	20
Avelino Godoy	No	-----	15	45
Altos de Betania	No	-----	45	90
La Aurora	Si	Orgánico	15	45
La Esperanza	No	-----	20	90
El Carmen	No	-----	5	35

señalaron en pasto *Brachiaria* sp., en el piedemonte del Departamento de Caquetá, un 60% de prevalencia del género *Glomus*, seguido por *Acaulospora* con un 20%. Por consiguiente este trabajo confirma lo expuesto por el Catalogo de Biodiversidad de Colombia (2009) que el género *Glomus* se encuentra adaptado a suelos ácidos, teniendo en cuenta que los análisis de suelos realizados revelaron datos de pH desde 5,9 a 6,4 hasta suelos extremadamente ácidos (4,2 – 4,9). Después del género *Glomus*, en orden de abundancia se encuentra el género *Acaulospora* (Salamanca, 2003).

### Densidad de hongos MA

El número de esporas varía acorde a la época del muestreo (Figura 3), se encontró en cinco fincas un mayor número de esporas/100gr de suelo en la

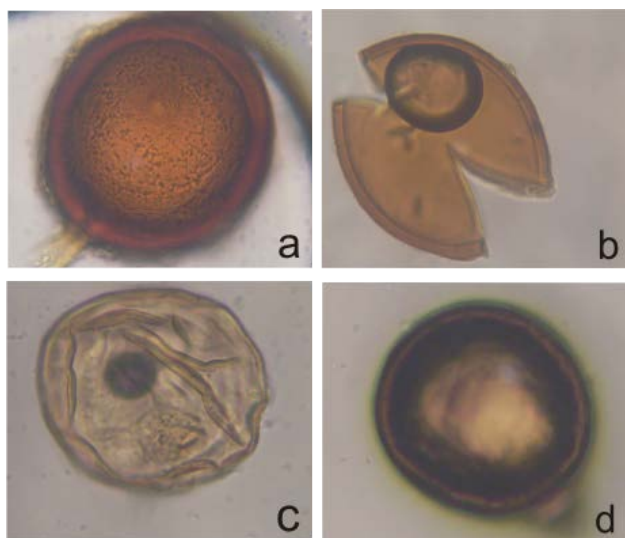


Figura 1. Géneros de esporas identificadas asociadas al pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en las fincas de ganadería de carne muestreadas en el Municipio Fusagasugá, Colombia a: *Glomus* b: *Acaulospora*, c: *Entrophospora*, d: *Scutellospora*

época seca. Una mayor diferencia se observó entre las dos épocas muestreadas, en las fincas Avelino Godoy y La Aurora. Estos resultados confirman que durante la época seca, existe una mayor esporulación de las MA, debido a que durante esta época la simbiosis se ve expuesta a un estrés hídrico, lo que hace necesario que exista un mayor número de esporas en el suelo, para cuando llegue la época de lluvias y así se pueda reiniciar el proceso simbiótico.

### Porcentaje de colonización en raíces de pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*)

Todas las fincas se encuentran en el rango de categoría media de colonización (Figura 4). Luna (2002) afirma que el porcentaje de colonización mínimo para que una muestra de suelo sirva como inóculo debe tener ser superior al 40%. Por lo tanto, los porcentajes de colonización de las fincas muestreadas se encuentran cercanos al 40 % y teniendo en cuenta que son porcentajes de colonización de MA nativas, pudiendo constituir un buen referente para su posterior utilización como inóculo fúngico. La literatura reporta mayores porcentajes de colonización, Peroza (2003) reporta

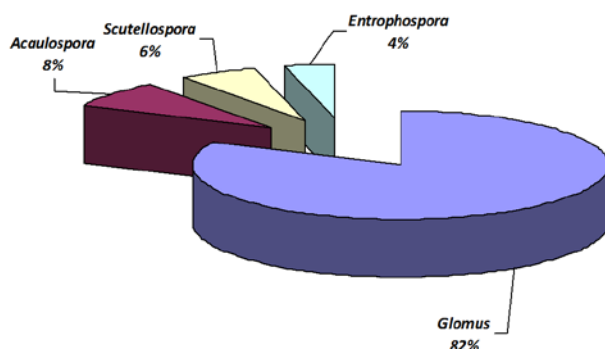


Figura 2. Distribución de géneros de micorrizas arbusculares asociadas a pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en ocho fincas de ganadería de carne en el municipio de Fusagasugá, Colombia.

Cuadro 3. Distribución porcentual de los géneros de esporas de micorrizas arbusculares aisladas en suelos de ocho fincas de ganadería de carne en el municipio de Fusagasugá, Colombia.

Finca	<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Scutellospora</i>	<i>Entrophospora</i>
El Mirador	30,0	70,0	-	-
La Guaira	80,0	10,0	10,0	-
Villa Cecilia	72,4	-	-	28,6
Avelino Godoy	100,0	-	-	-
Altos de Betania	85,7	-	12,5	-
La Aurora	100,0	-	-	-
La Esperanza	70,6	11,8	17,6	-
El Carmen	85,0	5,0	-	10,0

valores entre un 20-76% de colonización de MA en Pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*), con una media de 42%. Poveda *et al.* (2007) encontró en el pasto *Brachiaria decumbens* un porcentaje de colonización de MA nativas del 74.8%. Es importante saber que el porcentaje de colonización de las raíces que presentó el pasto estrella en el presente trabajo, sugiere que el mismo es micotrófico dependiente, propiedad que permite un mejor establecimiento de las pasturas en suelos ácidos y de baja fertilidad.

### Correlaciones entre el número de esporas y porcentaje de colonización con las propiedades físico-químicas del suelo

Sólo con el Ca, Mg, K, Na y la capacidad de intercambio catiónico efectiva se encontró una correlación negativa significativa con el número de esporas (Cuadro 4), El Ca al encontrarse en la solución del suelo, la planta puede prescindir en determinadas condiciones del transporte del mismo, debido a que según los reportes del análisis de suelo las fincas muestreadas presentan niveles de medios a altos en contenido de Ca. La correlación negativa con el Mg puede deberse a que el mismo presenta cierta toxicidad en grandes cantidades (Avilán citado por Arines, 1991) lo cual podría reducir el sistema radical de la planta. Al igual que el Ca, el Mg resulta ser tóxico para la biota del suelo, por lo tanto, es de esperar un número reducido de esporas (Cabrales 2006). La correlación negativa con el K coincide con

lo reportado por Peroza (2003), quien encontró esta correlación en suelos del Municipio de Tolú en el Departamento de Sucre, asociados a pasto angleton (*Dichanthium aristatum*). La influencia del K en el número de esporas se debe probablemente a que las concentraciones de este elemento en el suelo fueron altas (0.57-3.45 cmol kg<sup>-1</sup>) para el 87,5% de las fincas muestreadas, lo que explica que al tener el suelo mayores niveles de este elemento, menor es la cantidad de esporas encontradas en la rizosfera del pasto estrella. En el caso del Na, cuanto mayor es el contenido de sodio en el suelo, menor la cantidad de esporas en el mismo. Estos datos confirman lo obtenido por Tapia (2003) donde se determinó que al incrementar el Na la conductividad eléctrica del suelo aumentó y modificar los potenciales osmóticos puede incidir tanto en la diversidad como en el número de esporas.

El cuanto al porcentaje de colonización, la variable potasio (K) mostró una correlación negativa (Cuadro 4), está a su vez explica que es diferente la relación que tienen las esporas presentes en el suelo con las concentraciones de bases a la absorción de nutrientes a través del micelio ya que para el segundo caso se hace referencia a la dinámica del potasio en el suelo, se concibe que la planta mejora su sistema de transporte de este elemento a través de la colonización de las raíces por parte del micelio intramatricial de las MA (Tovar, 2006a).

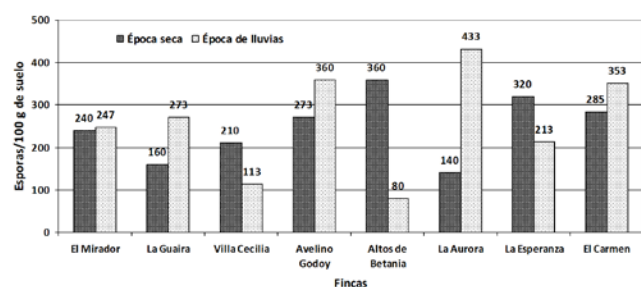


Figura 3. Comparación de número de esporas/100gr de suelo en dos época de muestreo, en ocho fincas de ganadería de carne del municipio Fusagasugá, Colombia.

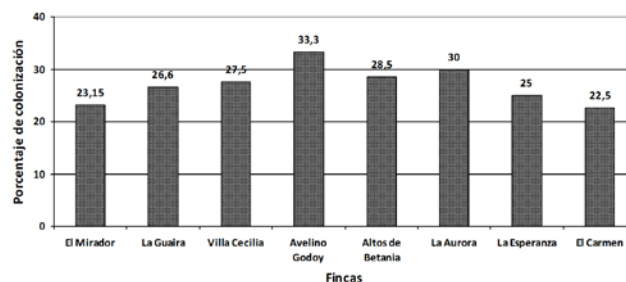


Figura 4. Porcentaje de colonización de micorrizas arbusculares en raíces de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en fincas ganaderas del municipio de Fusagasugá, Colombia

Cuadro 4. Correlaciones entre el número de esporas y el porcentaje de colonización de micorrizas arbusculares con algunas propiedades físico-químicos del suelo en ganadería de carne del municipio Fusagasugá, Colombia.

Variable dependiente	Propiedades del suelo	Correlación	Significación
Número de esporas/100 g de suelo	Ca	-0,65941	0,0753
	Mg	-0,71511	0,0462
	K	-0,80791	0,0153
	Na	-0,7036	0,0515
	CICE	-0,735	0,0379
Porcentaje de colonización	K	0,71877	0,0445

### Regresiones entre el número de esporas de micorrizas arbusculares y la composición nutricional del pasto estrella

Se determinó la incidencia que tiene el número de esporas sobre la variabilidad del contenido de la fracción de proteína A+B1 (proteína soluble en buffer) la cual integra la fracción de proteína A que es altamente soluble conocida como nitrógeno no proteico y la proteína altamente degradable B1. Se encontró que un mayor número de esporas aumentó el porcentaje de proteína A+B1 (Cuadro 5). Las MA pueden translocar compuestos nitrogenados como  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$  hacia la planta incrementando así las concentraciones de Nitrógeno. Es necesario tener en cuenta que el estado fisiológico de planta es un factor que incide en la concentración de nutrientes. *Glomus intraradices* es capaz de tomar  $\text{NO}^{-3}$  y translocarlo a la planta (Tapia, 2003). En muchos suelos agrícolas el ión  $\text{NO}^{-3}$  es la forma predominante de N, aunque este ión es altamente móvil, cuando los suelos están restringidos por el contenido de agua, su movilidad se reduce drásticamente. En estas condiciones, el papel de las micorrizas en el transporte de  $\text{NO}^{-3}$  a las raíces puede ser significativo.

### Regresión entre el porcentaje de colonización de MA y la composición nutricional del pasto estrella

Se encontró una relación positiva entre el porcentaje de colonización y el porcentaje de lignina del pasto estrella (Cuadro 5, Figura 5.). La simbiosis entre la planta y la MA no es un proceso estático, sino que es un conjunto de procesos dinámicos, pudiendo decir que existe una relación entre el tiempo de la simbiosis, el porcentaje de colonización y la edad de la planta (Sánchez, 1999). Por lo tanto, los niveles de lignina pueden variar de acuerdo a la edad de la planta, al igual que el porcentaje de colonización. La incidencia que tiene el porcentaje de colonización

sobre la variabilidad de la lignina se debe fundamentalmente al tiempo de desarrollo de la simbiosis con respecto a la edad del pasto (25-35 días) aunque la digestibilidad no es afectada, este dato coincide con lo expuesto por Barahona (2005) en donde comenta que la resistencia de los pastos y su capacidad invasora necesita niveles adecuados de lignina.

La Proteína B2 tuvo una relación negativa con el porcentaje de colonización, lo cual indica que la absorción de nitrógeno y su metabolismo en la planta se ven afectados por las MA (Cuadro 5). Tovar (2006b) indicó que las micorrizas pueden incrementar en un 14% la absorción de nitrógeno, sin embargo en este caso debido al desarrollo de la simbiosis se puede considerar que el contenido del nitrógeno, representado en proteína, puede variar en la planta. Sin embargo, Fox (2000) señaló que el valor promedio de la fracción B2 en el fraccionamiento de proteína de pasto estrella es de 34% del valor total de la fracción de proteína.

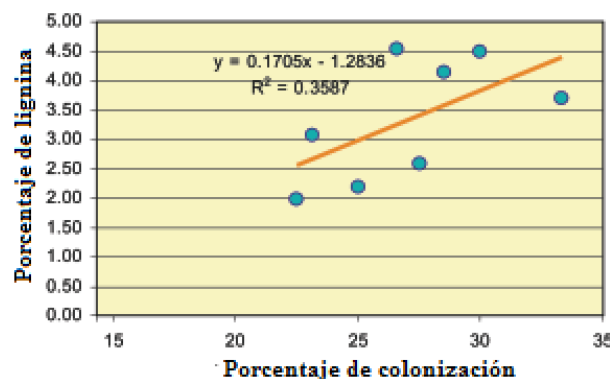


Figura 5. Modelo de regresión lineal para el porcentaje de lignina en función del porcentaje de colonización de micorrizas arbusculares en el pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en el municipio Fusagasugá, Colombia.

Cuadro 5. Regresión entre el número de esporas y el porcentaje de colonización de micorrizas arbusculares con la composición química en el pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en el municipio Fusagasugá, Colombia.

Variable Independiente	Variable dependiente	Parámetro estimado	Error estándar	Suma de cuadrados	F	Prob > F
Número de esporas	Fracción A+B1	0,0038	0,0008	0,2134	20,16	0,1395
Porcentaje de colonización	Lignina	0,2772	0,0578	5,2352	23,03	0,0087
Porcentaje de colonización	Fracción B2	-0,3060	0,0016	3,0686	38,51	0,0032
Porcentaje de colonización	Fracción B3	-0,0393	0,0010	0,0623	14,14	0,0169

La proteína B3 se relacionó negativamente con el porcentaje de colonización (Cuadro 5). Esto indica que al aumentar el porcentaje de colonización en la planta disminuye la concentración de la fracción de la proteína B3 (más conocida como proteína sobrepasante) (Chamorro, 2007). El desarrollo de la colonización se presenta teniendo en cuenta lo citado por Calderón y González (2007), quienes reportaron un 22,5% promedio de influencia de la interacción de las MA sobre la composición de nitrógeno en la planta, además se suman otras variables como el tipo de suelo, el manejo y la fertilización. Posada *et al.*, (2007) indicaron que los factores que influyen en la distribución del inóculo de hongos micorrícicos arbusculares son diversos, entre ellos pueden mencionarse la especie vegetal predominante, el pH, la humedad del suelo, la conductividad, el contenido de fósforo, nutrimentos y los metales pesados.

### CONCLUSIONES

Se identificaron las esporas de hongos de micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus*, *Acaulospora*, *Scutellospora* y *Entrophospora*, en los suelos de fincas ganaderas de ganadería de carne sembradas con pasto estrella como base de la alimentación animal. La mayor diversidad de esporas se registra en las fincas La Guaira, La Esperanza y El Carmen con tres de los cuatro géneros encontrados. El género más abundante fue *Glomus*.

Los suelos de las fincas de ganadería de carne del municipio de Fusagasugá tienen promedios de 227 esporas/100 g de suelo y 29% de colonización. El número de esporas presentes en el suelo es mayor en época seca con respecto a la época de lluvias.

Se encontró una relación negativa entre el número de esporas y los contenidos de Ca, Mg, K, Na y CICE y negativa entre el porcentaje de colonización y K, a su vez, estas dos características de las MA tienen influencia sobre el porcentaje de lignina y de las fracciones de la proteína A+B1, B2 y B3.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda con miras a profundizar el análisis sobre los efectos de las MA en la composición nutricional del pasto, desarrollar procesos de investigación que empleen metodologías controladas como la inoculación, para aproximarse más a la veracidad de estos datos. Se hace necesario

profundizar en la caracterización e identificación de las especies de MA.

### AGRADECIMIENTOS

Al equipo de trabajo del Proyecto de Ganadería Ecológica en especial a Vilma Moreno líder del proyecto; a Yesid Avellaneda y Giovanna Rodríguez de la Universidad de Cundinamarca; a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) por el apoyo en laboratorio, a los propietarios de las fincas muestreadas.

### LITERATURA CITADA

- Arines, J. 1991. Aspectos físico químicos de la fijación y movilización biológica en nutrientes en el suelo y su incidencia en la formación y efectos de las micorrizas MVA. Commission Science, Research and Development. Brussels, Luxembourg. p. 407-412.
- Cabrales, E. 2006. Dinámica nutrimental y caracterización microbiológica de los suelos sulfatados ácidos del valle del Sinú, Colombia. Grupo de Investigación en Suelos y Aguas, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrarias. 201 p.
- Calderón, M. y P. J. González. 2007. Respuesta del pasto guinea (*Panicum maximum*, cv. Likoni) cultivado en suelo ferralítico rojo lixiviado a la inoculación de hongos micorrícicos arbusculares. Cultivos Tropicales 28 (3): 33-37.
- Chamorro, D. 2007. Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especies arbóreas. Seminario Taller Sobre manejo de la proteína en la producción de ganado bovino. Corpoica, Mosquera, 15 p.
- Corredor, G H. 2001. Micorrizas arbusculares: Aplicación para el manejo sostenible de los agroecosistemas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Fox, D. G. 2000: The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Cornell University, Ithaca, New York, USA, 213 p.

- Franco, L. 2006. El tiempo de establecimiento de pasturas y su relación con la micorriza arbuscular en paisajes de Loma y Vega. Facultad de Ingeniería Agroecológica, Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá. Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2000. Estudio general de suelos y clasificación de tierras, Departamento de Cundinamarca., Tomo II, Cartoprint Ltda., Bogotá D. C. Colombia. 499 p.
- Ivana, B. A. 2006. Micorrización en gramíneas perennes expuestas a diferentes regímenes hídricos del suelo. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 116 Págs.
- Luna, G. L. A. 2002. Producción uso, y manejo de bioestimulantes, abonos orgánicos, acondicionadores y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales. Regional 7, Arsenal, CORPOICA, Málaga, Santander. 60 p.
- Nicholson, T. N. and N. C. Schenck. 1979. *Endogonaceus mycorrhizal endophytes in Florida*. Mycologia 71: 178-198.
- Peroza, V. 2003. Caracterización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) y micorrizas vesículo arbusculares (HMVA) nativas, asociadas con el Pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*, Benth) en el municipio de Tolú Departamento de Sucre.
- Posada, R.; L. Franco, A. Cuellar, W. Chacóny A, Sánchez. 2007. Inoculo de hongos de micorriza arbuscular en pasturas de *Brachiaria decumbens* (Poaceae) en zonas de loma y vega. Acta de Biología Colombiana 12 (1): 113-120.
- Salamanca, C. 2003. Las micorrizas como estrategia de mejoramiento nutricional de pasturas y especies frutales en el Guaviare. Convenio CORPOICA-PRONATTA, Guaviare, Colombia.
- Schenk, N. C. and Y. Perez. 1991. Manual for identification for VA – mycorrhizal fungi. 2<sup>nd</sup> Edition. Gainesville: University of Florida. 245 p.
- Tapia, J. 2003. Identificación de hongos micorrícicos arbusculares aislados en suelos salinos y su eficiencia en plantas de lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis de Doctorado Universidad de Colima. México.
- Tovar, J. 2006a. Selección en invernadero de los inóculos de micorriza arbuscular (MA) para el establecimiento de la alfalfa en un andisol de la sabana de Bogotá. Revista Universitas Scientiarum 11: 87-103.
- Tovar, J. 2006b. Incremento en invernadero de la calidad y cantidad del follaje de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Florida 77 causado por la combinación de fertilización biológica y química en un suelo de la serie Bermeo de la sabana de Bogotá. Revista Universitas Scientiarum 11: 61-72.
- Vega, V.J. 1969. Estudio general de suelos de los municipios de Fusagasuga, Pasca, Tibacuy, San Bernardo, Arbeláez, Pandí, Ospinaperez, Cabrera y sur del distrito especial de Bogotá, para fines agrícolas. Instituto geográfico Agustín Codazzi, Vol. IV. Dirección Agrología, 309 p.