

Efectos del antecedente cultural en las micorrizas nativas y la productividad del pasto brachiaria (*Brachiaria decumbens* cv. Señal)

Effects of the cultural antecedent on native mycorrhizae and the productivity of the brachiaria pasture (*Brachiaria decumbens* cv. Señal)

P.J. González¹, D. Fernández², R. Plana¹ y G. Crespo¹

¹ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
Carretera San José-Tapaste km 3 ½, CP 32700
San José de las Lajas, La Habana, Cuba
E-mail: pgonzalez@inca.edu.cu

² Microestación de Pastos "Niña Bonita". La Habana, Cuba

Resumen

Se evaluó la influencia del antecedente cultural en la micorrización nativa y en el rendimiento del pasto brachiaria (*Brachiaria decumbens* cv. Señal); para ello se seleccionaron dos lotes de 0,5 ha, los cuales durante cinco años previos a la siembra del pasto estuvieron ocupados, en un caso por cultivos de ciclo corto (granos, viandas y hortalizas) y en otro por pastos naturales permanentes (principalmente especies del complejo *Bothriochloa-Dichanthium* y *Teramnus labialis*). En cada lote se delimitaron diez parcelas de 200 m² cada una, y en mayo de 2004 se sembró la brachiaria en surcos separados a 70 cm y a chorrillo, con una dosis de 8 kg de semilla total ha⁻¹. Después del establecimiento el pasto se cortó cada seis y ocho semanas en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, y en ningún momento se aplicaron fertilizantes químicos u orgánicos. En cada parcela se tomaron muestras de raíces y de suelo de la rizosfera, para determinar las estructuras micorrízicas del pasto (porcentaje de colonización, porcentaje de densidad visual y número de esporas por 100 g), así como muestras de la biomasa aérea para determinar el contenido y la extracción de macronutrientes, y el rendimiento de MS. Las parcelas que tuvieron los pastos naturales como cultivo precedente mostraron valores significativamente mayores ($P<0,01$) de colonización, densidad visual y número de esporas por 100 g de suelo, tanto en la época lluviosa como en la poca lluviosa. De igual modo se constató un efecto altamente significativo ($P<0,01$) del antecedente cultural en el contenido y la extracción de macronutrientes en la biomasa, y en la productividad del pasto. En las parcelas ocupadas previamente por pastos naturales la brachiaria alcanzó los contenidos más altos de N (1,30%) y P (0,20%) en la época lluviosa, así como los mayores índices de extracción de N, P y K y rendimientos de MS en ambas épocas, los cuales superaron en un 20% a los de las parcelas dedicadas anteriormente a los cultivos agrícolas. Se concluye que la micorrización natural, el contenido y la extracción de nutrientes, así como el rendimiento de la brachiaria, pueden ser afectados por los sistemas de cultivo que anteceden a la siembra del pasto.

Palabras clave: *Brachiaria decumbens*, micorrizas, rendimiento

Abstract

The influence of the cultural antecedent on native mycorrhization and the yield of the brachiaria pasture (*Brachiaria decumbens* cv. Señal) was evaluated; for that two 0,5 ha lots were selected, which were occupied for five years before sowing the pasture, in one case by short cycle crops (grains, tubers and vegetables) and

in the other by permanent natural pastures (mainly species of the *Bothriochloa-Dichanthium* complex and *Teramnus labialis*). In each lot ten plots of 200 m² each were delimited, and in May, 2004, the brachiaria was sown in rows separated by 70 cm and with drilling, with a dose of 8 kg total seed ha⁻¹. After the establishment the pasture was cut every six and eight weeks in the rainy and dry seasons, respectively, and no chemical or organic fertilizers were applied. In each plot samples of root and soil from the rhizosphere were taken, in order to determine the mycorrhizal structures of the pasture (percentage of colonization, percentage of visual density and number of spores per 100 g), as well as samples of the aerial biomass for determining the content and extraction of macronutrients, and the DM yield. The plots that had natural pastures as precedent crop showed significantly higher values ($P < 0.01$) of colonization, visual density and number of spores per 100 g of soil, in the rainy as well as in the dry season. Likewise, a highly significant effect ($P < 0.01$) of the cultural antecedent on the content and the extraction of macronutrients in the biomass, and on the pasture productivity, was observed. In the plots previously occupied by natural pastures the brachiaria reached the highest contents of N (1,30%) and P (0,20%) in the rainy season, as well as the highest extraction values of N, P and K and DM yields in both seasons, which exceeded in 20% those of the plots previously dedicated to agricultural crops. It is concluded that the natural mycorrhization, the content and extraction of nutrients, as well as the yield of brachiaria, may be affected by the crop systems that precede the sowing of pasture.

Key words: *Brachiaria decumbens*, mycorrhizae, yield

Introducción

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son componentes integrales de la rizosfera de los pastizales, donde las plantas permanecen estrechamente asociadas mediante una red de hifas interconectadas que incrementan el volumen de suelo que exploran las raíces, mejoran su estructura y facilitan la absorción de los nutrientes y el agua, entre otras funciones importantes (Johnson, Rowland, Corkidi, Egerton y Allen, 2003).

La mayoría de los pastos tropicales poseen una alta dependencia micorrízica (Howeler, Sieverding y Saif, 1987). Sin embargo, muchos factores relacionados con la especie de planta y su régimen de explotación, la eficiencia de las cepas de HMA -ya sean nativas o inoculadas- y las condiciones del suelo, pueden incidir en el funcionamiento de la simbiosis y, de hecho, en la productividad del pasto (Ojeda, 1998; Grigera y Oosterheld, 2004).

Teniendo en cuenta estos aspectos y la necesidad de conocer las particularidades del funcionamiento micorrízico como requisito indispensable para su manejo efectivo, se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar los efectos del antecedente cultural en las micorrizas nativas, en el contenido y la extracción de nutrientes en la biomasa aérea, y en los rendimientos del

Introduction

The fungi that form the arbuscular mycorrhizae (FAM) are integral components of the rhizosphere of pasturelands, where the plants remain closely associated by means of a network of interconnected hyphae which increase the volume of the soil explored by the roots, improve its structure and facilitate the absorption of nutrients and water, among other important functions (Johnson, Rowland, Corkidi, Egerton and Allen, 2003).

Most tropical pastures have a high mycorrhizal dependence (Howeler, Sieverding and Saif, 1987). However, many factors related to the plant species and its cultivation system, the efficiency of the FAM strains -native or inoculated- and the soil conditions, may have incidence on the functioning of symbiosis and, in fact, on pasture productivity (Ojeda, 1998; Grigera and Oosterheld, 2004).

Taking into consideration these aspects and the need to learn the particularities of the mycorrhizal functioning as essential requisite for its effective management, this study was carried out with the objective of evaluating the effects of the cultural antecedent on native mycorrhizae, the content and extraction of nutrients in the aerial biomass and the yields of the brachiaria pasture (*Brachiaria decumbens* cv. Señal).

pasto brachiaria (*Brachiaria decumbens* cv. Señal).

Materiales y Métodos

En áreas de la Empresa Pecuaria Genética “Niña Bonita”, ubicada en Bauta, provincia de La Habana, se seleccionaron dos lotes de terreno de 0,5 ha sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández et al., 1999) o Nitisol Ródico (FAO, 1999), los cuales durante cinco años estuvieron ocupados permanentemente, en un caso por cultivos de grano (maíz y frijol), viandas (boniato y yuca) y hortalizas (col, tomate, zanahoria y pepino) distribuidos en el tiempo de acuerdo con sus épocas de siembra y ciclos de cultivo, y en otro por pastos naturales compuestos por especies del complejo *Bothriochloa-Dichanthium* y *Teramnus labialis*.

Durante ese período el suelo dedicado a los cultivos agrícolas recibió laboreos frecuentes, según los requerimientos de cada cultivo, mientras que el suelo bajo los pastos naturales se mantuvo sin disturbar. No se aplicaron fertilizantes ni plaguicidas. En la tabla 1 se presentan sus principales características químicas después de cinco años de cultivo o de cobertura con pastos naturales.

Para los análisis de este se utilizaron los siguientes métodos: pH: potenciometría; relación suelo-agua: 1:2,5; MO: Walkley y Black; P_2O_5 asimilable: Oniani; cationes intercambiables: Maslova, descritos por Paneque et al. (2001).

En cada lote se delimitaron diez parcelas de 200 m² separadas por pasillos de 2 m, y en mayo de 2004, después de la preparación convencio-

Materials and Methods

In areas of the “Niña Bonita” Genetic Livestock Firm, located in Bauta, Havana province, two 0,5 ha land lots on a lixiviated Ferralitic Red (Hernández et al., 1999) or Nitisol Rodic soil (FAO, 1999) were selected, which were permanently occupied for five years, in one case by grains (corn and bean), tubers (sweet potato and cassava) and vegetables (cabbage, tomato, carrot and cucumber) distributed in time according to their sowing time and cultivation cycles, and in the other by natural pastures composed by species of the *Bothriochloa-Dichanthium* complex and *Teramnus labialis*.

During that period the soil dedicated to agricultural crops received frequent cultural operations, according to the requirements of each crop, while the soil under the natural pastures remained undisturbed. Neither fertilizers nor pesticides were used. Table 1 shows its main chemical characteristics after five years of cropping or covering with natural pastures.

For the soil analysis the following methods were used: pH: potentiometrics; soil-water relationship: 1:2,5; OM: Walkley and Black; assimilable P_2O_5 : Oniani; exchangeable cations: Maslova, described by Paneque et al. (2001).

In each lot ten 200 m² plots were delimited separated by 2 m passages, and in May, 2004, after the conventional soil preparation, the brachiaria was sown by drilling in rows separated by 70 cm, with a dose of 8 kg total seed ha⁻¹. After establishment the pasture was cut every six and eight weeks in the rainy and dry seasons, respectively, and no fertilizers were used.

Tabla 1. Características químicas del suelo después de cinco años de cultivo o cobertura con pastos naturales.

Table 1. Chemical characteristics of the soil after five years of cropping or cover with natural pastures.

Antecedente	pH H ₂ O	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)	Ca	Mg	Na	K
				(cmol (+) kg ⁻¹)			
Cultivos agrícolas	5,7	2,81	4,6	7,8	2,0	0,15	0,19
DS ±	0,2	0,11	0,4	0,6	0,2	0,02	0,02
Pastos naturales	5,6	2,76	5,2	8,3	1,8	0,13	0,23
DS ±	0,2	0,10	0,5	0,7	0,2	0,01	0,03
t	0,82	1,54	-1,19	-0,80	0,97	0,74	-1,57

nal del suelo, se sembró la brachiaria en surcos separados a 70 cm y a chorrillo, con una dosis de 8 kg de semilla total ha⁻¹. Después del establecimiento el pasto se cortó cada seis y ocho semanas en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, y no se aplicaron fertilizantes.

En ciclos alternos de corte, en cada parcela se tomaron tres muestras compuestas de raicillas de 20 plantas para su tinción y clarificación, según la metodología de Phillips y Hayman (1970). La evaluación de la colonización micorrízica se realizó por el método de los interceptos (Giovanetti y Mosse, 1980) y la densidad visual según Trouvelot, Kough y Gianinazi-Pearson (1986). Para el conteo de esporas se tomaron muestras del suelo de la rizosfera de las 20 plantas y se procedió según la metodología de Gerdemann y Nicholson (1963).

En cada corte se pesó la masa verde (MV) de cada parcela y se tomaron muestras de 200 g para determinar el porcentaje de masa seca (MS) y los contenidos de N, P y K del pasto (AOAC, 1990). El rendimiento de MS y la extracción de los nutrientes se estimaron a partir del rendimiento de MV, el porcentaje de MS y los contenidos de nutrientes en la biomasa.

Los datos se procesaron estadísticamente mediante la prueba de t de Student, con el paquete estadístico Statgraphics, versión 4.1.

Resultados

La tabla 2 muestra el efecto del antecedente cultural en las estructuras micorrízicas del pasto. La brachiaria cultivada en las parcelas ocupadas previamente por los pastos naturales mostró, en el período lluvioso, mayores porcentajes de colonización y densidad visual y mayor número de esporas por 100 g de suelo, que las precedidas por los cultivos agrícolas. En el período poco lluvioso se observaron resultados similares, aunque los valores absolutos de estas variables en ambos tratamientos fueron inferiores a los alcanzados en la época de lluvia.

Los contenidos de N y P del pasto en el período lluvioso también fueron significativamente mayores en las parcelas que tuvieron los pastos naturales como antecedente cultural; para el K

In alternate cutting cycles, in each plot three samples composed of rootlets from 20 plants were taken for their staining and clarification, according to the methodology proposed by Phillips and Hayman (1970). The evaluation of mycorrhizal colonization was done through the method of intercepts (Giovanetti and Mosse, 1980) and the visual density according to Trouvelot, Kough and Gianinazi-Pearson (1986). For the spore counting soil samples from the rhizosphere of the 20 plants were taken and the counting was carried out following the methodology of Gerdemann and Nicholson (1963).

In each cutting the green mass (GM) of each plot was weighed and 200 g samples were taken to determine the percentage of dry matter (DM) and the N, P and K contents of the pasture (AOAC, 1990). The DM yield and the extraction of nutrients were estimated from the GM yield, the DM percentage and the contents of nutrients in the biomass.

The data were processed statistically by means of the t-test of Student, with the Statgraphics statistical pack, version 4.1.

Results

Table 2 shows the effect of the cultural antecedent on the mycorrhizal structures of the pasture. The brachiaria cultivated in the plots previously occupied by natural pastures showed, in the rainy season, higher percentages of colonization and visual density and a higher number of spores per 100 g of soil, than the ones preceded by agricultural crops. In the dry season similar results were observed, although the absolute values of these variables in both treatments were lower than the ones reached in the rainy season.

The N and P contents of the pasture in the rainy season were also significantly higher in the plots that had natural pastures as cultural antecedent; for K no significant differences were observed between treatments. In the dry season the contents of these nutrients showed similar values in both treatments (table 3).

In the plots preceded by natural pastures the brachiaria reached DM yields significantly higher

no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. En el período poco lluvioso los contenidos de estos nutrientes mostraron valores similares en ambos tratamientos (tabla 3).

En las parcelas precedidas por los pastos naturales la brachiaria alcanzó rendimientos de MS significativamente superiores a los obtenidos en aquellas cuyo precedente fueron los cultivos agrícolas (tabla 4). Este incremento (de alrededor de 21%) se observó en ambas épocas y, en consecuencia, en el rendimiento acumulado del pasto.

De igual modo, en ambos períodos se obtuvieron incrementos significativos en los niveles de extracción de nutrientes de la brachiaria cuyo antecedente fueron los pastos naturales (tabla 5). En la época de lluvia, cuando se alcanzaron las mayores acumulaciones de nutrientes en la biomasa, los niveles de extracción obtenidos en

than the ones obtained in those which precedent were the agricultural crops (table 4). This increase (of about 21%) was observed in both seasons and, consequently, in the accumulated yield of the pasture.

Likewise, in both periods significant increases were obtained in the levels of nutrient extraction of the brachiaria preceded by natural pastures (table 5). In the rainy season, when the highest accumulations of nutrients in the biomass were reached, the extraction levels obtained in the area previously occupied by natural pastures exceeded in 35,1; 6,5 and 24,3 kg ha⁻¹ of N, P and K, respectively, the levels obtained in the plots that had been occupied by agricultural crops. In the dry season both treatments extracted lower quantities of nutrients than in the rainy season.

Tabla 2. Estructuras micorrízicas del pasto.

Table 2. Mycorrhizal structures of the pasture.

Antecedente	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	Colonización (%)	Densidad visual (%)	No. esporas/ 100 g	Colonización (%)	Densidad visual (%)	No. esporas/ 100 g
Cultivos agrícolas	14,7 ^b	1,21 ^b	(118) 10,9 ^b	6,2 ^b	0,43 ^b	(54) 7,3 ^b
DS ±	21	1,16	1,1	0,5	0,05	0,9
Pastos naturales	31,2 ^a	2,43 ^a	(325) 18,1 ^a	11,0 ^a	0,87 ^a	(119) 10,9 ^a
DS ±	2,9	1,35	1,5	0,9	0,07	1,2
t	-17,49**	-9,07**	-16,75**	-17,53**	-18,96**	-7,78**

() Datos originales. Datos transformados en $\sqrt{x}$

a,b Promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según prueba de t de Student a

P<0,05

** P<0,01

Tabla 3. Contenido de macronutrientes en la biomasa aérea (% base seca).

Table 3. Content of macronutrients in the aerial biomass.

Antecedente	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	N	P	K	N	P	K
Cultivos agrícolas	1,18 ^b	0,17 ^b	1,12	1,32	0,23	1,23
DS ±	0,03	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02
Pastos naturales	1,30 ^a	0,20 ^a	1,15	1,34	0,24	1,20
DS ±	0,06	0,01	0,02	0,08	0,01	0,02
t	-7,68**	-15,41**	-0,99	-1,20	-0,80	0,90

a,b Promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según prueba de t de Student a P<0,05

** P<0,01

Tabla 4. Rendimiento de MS (t/ha).

Table 4. DM yield (t/ha).

Antecedente	Período lluvioso	Período poco lluvioso	Total
Cultivos agrícolas	8,90 ^b	2,27 ^b	11,17 ^b
DS ±	0,32	0,09	0,46
Pastos naturales	10,78 ^a	2,79 ^a	13,57 ^a
DS ±	0,48	0,11	0,53
t	-7,71**	-9,44**	-13,85**

a,b Promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según prueba de t de Student a $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Tabla 5. Extracción de macronutrientes en la biomasa aérea (kg ha^{-1}).Table 5. Extraction of macronutrients in the aerial biomass (kg ha^{-1}).

Antecedente	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	N	P	K	N	P	K
Cultivos agrícolas	105,0 ^b	15,1 ^b	99,7 ^b	30,0 ^b	5,2 ^b	27,9 ^b
DS ±	4,6	1,1	3,3	0,7	0,1	0,6
Pastos naturales	140,1 ^a	21,6 ^a	124,0 ^a	37,4 ^a	6,7 ^a	33,4 ^a
DS ±	5,3	1,3	4,6	0,8	0,3	0,7
t	-13,77**	-11,85**	-9,79**	-12,00**	-14,47**	-12,97**

a,b Promedios con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente según prueba de t de Student a $P < 0,05$

** $P < 0,01$

el área ocupada anteriormente por los pastos naturales superaron en 35,1; 6,5 y 24,3 kg ha^{-1} de N, P y K, respectivamente, a los alcanzados en las parcelas que estuvieron ocupadas por los cultivos agrícolas. En el período poco lluvioso ambos tratamientos extrajeron menores cantidades de nutrientes que en la época de lluvia.

Discusión

El comportamiento de las estructuras micorrízicas de la brachiaria parece estar relacionado con los sistemas de cultivo y las especies de plantas que antecedieron al pasto. Los menores niveles de colonización, densidad visual y densidad de esporas encontrados en las parcelas que tuvieron los cultivos agrícolas como precedente, pueden atribuirse al hecho de que durante cinco años estas fueron sometidas a labores frecuentes, de acuerdo con el ciclo de cada cultivo, los cuales en la mayoría de los casos implicaron la remoción de la capa arable del suelo. Ello pudo haber provocado una disminución de las poblaciones de HMA nativos, debido

Discussion

The behavior of the mycorrhizal structures of brachiaria seems to be related to the cultivation systems and the plant species that preceded the pasture. The lowest levels of colonization, visual density and spore density found in the plots that had the agricultural crops as precedent, may be ascribed to the fact that for five years they were subject to frequent cultural operations, according to the cycle of each crop, which in most cases implied the removal of the topsoil. This could have caused a decrease in the population of native FAM due to the rupture and death of the hyphae and the reduction of the spore density, due to the inversion of the prism or the mechanical action of agricultural tools on the mycorrhizal structures of pasture (Boddington and Dodd, 2000; Galvez, Douds, Drinkwater and Wagoner, 2001).

It can not be discarded either that the decrease of the FAM populations in those plots is also the result of the incorporation of crops with different degrees of micorhizal dependence or of their ability to associate with certain strains, to the

a la ruptura y muerte de las hifas y a la reducción de la densidad de las esporas, ya sea por la inversión del prisma o por la acción mecánica de los implementos agrícolas en las estructuras micorrízicas del pasto (Boddington y Dodd, 2000; Galvez, Douds, Drinkwater y Wagoner, 2001).

Tampoco se puede descartar el hecho de que la disminución de las poblaciones de HMA en esas parcelas sea además el resultado de la incorporación de cultivos con diferentes grados de dependencia micorrízica o de su habilidad para asociarse con determinadas cepas, en detrimento de otras existentes en el suelo, pues ambos factores también influyen en las poblaciones nativas de HMA y, en consecuencia, en las estructuras micorrízicas de los cultivos sucesores (Johnson, Coperland y Pflieger, 1992; Vestberg, Saari, Kukkonen y Hurme, 2005).

En el período poco lluvioso se observaron, en ambos tratamientos, menores porcentajes de colonización y densidad visual y menor densidad de esporas que en el período lluvioso, lo que de acuerdo con varios autores es el resultado del comportamiento estacional del crecimiento del pasto. La reducción del área foliar que se produce en la época donde concurren los niveles más bajos de precipitación, temperatura y luminosidad o un régimen de defoliación intenso, disminuye la síntesis de sustancias carbonadas y otros fotosintatos que intervienen en el funcionamiento de la simbiosis y reducen las estructuras micorrízicas del pasto (Eom, Wilson y Hartnett, 2001; Muthukumar y Udaiyan, 2002).

Los mayores rendimientos de MS obtenidos en el tratamiento cuyo cultivo precedente fueron los pastos naturales, pueden atribuirse al efecto directo de la micorrización en la nutrición de la brachiaria. Ello se hizo evidente en los mayores contenidos de N y P en la biomasa aérea durante el período lluvioso y en los mayores niveles de extracción de N, P y K, tanto en este período como en el poco lluvioso, que mostró la brachiaria en este tratamiento, a pesar de que ninguno de los antecedentes produjo cambios significativos en las características químicas del suelo (tabla 1).

Estos resultados coinciden con los encontrados por Saif (1987), quien después de una serie

detrimento de otros existentes en el suelo, because both factors also have influence on the native population of FAM and, consequently, on the mycorrhizal structures of the succeeding crops (Johnson, Coperland and Pflieger, 1992; Vestberg, Saari, Kukkonen and Hurme, 2005).

In the dry season lower percentages of colonization and visual density and lower spore density than in the rainy season were observed for both treatments, which according to several authors is the result of the seasonal behavior of pasture growth. The reduction of the leaf area produced in the season in which the lowest levels of rainfall, temperature and light concur or an intense defoliation regime, decrease the synthesis of carbonated substances and other photosynthates that are involved in the functioning of symbiosis and reduce the mycorrhizal structures of pasture (Eom, Wilson and Hartnett, 2001; Muthukumar and Udaiyan, 2002).

The highest DM yields obtained in the treatment which precedent crop were natural pastures, may be ascribed to the direct effect of mycorrhization on the nutrition of brachiaria. This became evident in the highest contents of N and P in the aerial biomass during the rainy season and in the highest levels of N, P and K extraction, in this as well as in the dry season, shown by brachiaria in this treatment, although none of the antecedents produced significant changes in the chemical characteristics of the soil (table 1).

These results coincide with the ones find by Saif (1987), who after a series of studies related to the effects of mycorrhization in tropical forage species, concluded that the plants with higher colonization levels showed the highest contents of N, P, K, Ca and Mg in the biomass. In this sense, Johnson *et al.* (2003) pointed out that the mycorrhizal associations improve pasture nutrition from the increase of soil volume exploited by the roots and the access to less available forms of the elements in the soil.

During the dry season there was also a higher DM yield in the plots that showed the highest level of mycorrhizal colonization, although the contents of nutrients in the biomass did not show significant differences between treatments. In this

de estudios relacionados con los efectos de la micorrización en especies forrajeras tropicales, concluyó que las plantas con mayores niveles de colonización presentaron los contenidos más altos de N, P, K, Ca y Mg en la biomasa. En este sentido, Johnson et al. (2003) señalaron que las asociaciones micorrízicas mejoran la nutrición de los pastos, a partir del aumento del volumen de suelo que exploran las raíces y del acceso a formas menos disponibles de los elementos en el suelo.

Durante el período poco lluvioso también se observó un mayor rendimiento de MS en las parcelas que mostraron los mayores niveles de colonización micorrízica, aunque los contenidos de nutrientes en la biomasa no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. En esta etapa la respuesta de la brachiaria pudo estar más relacionada con la contribución de las micorrizas a atenuar el estrés hídrico, pues se conoce que estas pueden modificar la respuesta de la planta a la desecación del suelo (Auge, Moore, Cho, Stutz, Sylvia, Al-Agely y Saxon, 2003).

Los resultados de este trabajo indican que las micorrizas nativas, el contenido y la extracción de nutrientes y los rendimientos de MS de la brachiaria, pueden ser afectados por los sistemas de cultivo que anteceden a la siembra del pasto; el precedente cultural debe ser un aspecto a tener en cuenta en el momento de emprender acciones para mejorar la efectividad de las asociaciones micorrízicas en los agroecosistemas de pastizales.

Referencias bibliográficas

- AOAC. 1990. Association of Official Agricultural Chemist. Official methods of analysis. 15^{ed}. Virginia, USA. Vol. 1, 648 p.
- Auge, R.M.; Moore, J.L.; Cho, K.H.; Stutz, J.C.; Sylvia, D.M.; Al-Agely, A.K. & Saxon, A.M. 2003. Relating foliar dehydration tolerance of mycorrhizal *Phaseolus vulgaris* to soil and root colonization by hyphae. *J. of Plant Physiol.* 160:1147
- Boddington, C.L. & Dodd, J.C. 2000. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. I. Field studies in an Indonesian ultisol. *Plant and Soil.* 218:137
- season the response of brachiaria may have been more related to the contribution of the mycorrhizae to attenuate the water stress, because it is known that they can modify the response of the plant to the soil desiccation (Auge, Moore, Cho, Stutz, Sylvia, Al-Agely and Saxon, 2003).
- The results of this work indicate that native mycorrhizae, the content and extraction of nutrients and the DM yields of brachiaria, may be affected by the cropping systems that precede the sowing of the pasture; the cultural precedent is an aspect that must be considered at the moment of starting actions to improve the effectiveness of mycorrhizal associations in the agroecosystems of pasturelands.
- End of the English version--
- Eom, A.H.; Wilson, G.W.T. & Hartnett, D.C. 2001. Effect of ungulate grazers on arbuscular mycorrhizal symbiosis and fungal community structure in tallgrass. *Micología.* 93:233
- FAO. 1999. Base referencial mundial del recurso suelo. Informe sobre recursos mundiales de suelos. Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS) -Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC) - FAO. 90 p.
- Galvez, L.; Douds, D.D.; Drinkwater, L.E. & Wagoner, P. 2001. Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas and nutrient uptake on maize. *Plant and Soil.* 228:229
- Gerdemann, J.W. & Nicholson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal endogenous species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46:235
- Giovanetti, M. & Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phitol.* 84:489
- Grigera, G. & Oosterheld, M. 2004. Mycorrhizal colonization pattern under contrasting grazing and topographic condition in the flooding Pampa (Argentina). *J. of Range Management.* 57:601
- Hernández, A. et al. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 64 p.
- Howeler, R.H.; Sieverding, E. & Saif, S.R. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil.* 10:77
- Johnson, N.C.; Coperland, P.J. & Pflieger, F.L. 1992. A possible explanation for yield decline associated

- with continuous cropping of corn and soybean. *Mycorrhiza*. 2:387
- Johnson, N.C.; Rowland, D.L.; Corkidi, L.; Egerton, L.M. & Allen, E.B. 2003. Nitrogen enrichment alters mycorrhizal allocation at five mesic to semi-arid grassland. *Ecology*. 84:1895
- Muthukumar, T. & Udaiyan, K. 2002. Seasonality of vesicular-arbuscular mycorrhizae in sedges in a semi-arid tropical grassland. *J. of Ecology*. 23:337
- Ojeda, L.J. 1998. Efecto de micorrizas vesículo arbusculares del género *Glomus* en la producción de leguminosas forrajeras promisorias de la cuenca pecuaria El Tablón. Tesis de Doctorado. Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes Escambray. Sancti Spíritus, Cuba
- Paneque, V.M. et al. 2001. Manual de técnicas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA. La Habana, Cuba
- Phillips, D.M. & Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158
- Saif, S.R. 1987. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae. 1. Growth, mineral uptake and mycorrhizal dependency. *Plant and Soil*. 97:337
- Trouvelot, A.; Kough, J. & Gianinazi-Pearson, V. 1986. Messure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire. Recherche de methodes d'estimation avant une signification fonctionnelle. Proc. 1st Symp. on Mycorrhizae: Physiological and genetical aspects of mycorrhizae. INRA. Dijon, Paris
- Vestberg, M.; Saari, K.; Kukkonen, S. & Hurme, T. 2005. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. *Mycorrhiza*. 15:447

Recibido el 26 de junio del 2006
Aceptado el 10 de diciembre del 2006

Universidad 2008

6to. Congreso Internacional de Educación Superior

Organizado por el Ministerio de Educación Superior
y las universidades de la República de Cuba

Del 11 al 15 de febrero del 2008

Palacio de Convenciones

La Habana, Cuba

Universidad 2008 se dedica en esta oportunidad a celebrar el 280 aniversario de la educación superior cubana que tuvo su inicio con la fundación de la Universidad de La Habana en 1728.

Desde la primera edición en el año 1998, esos congresos se han afirmado como un espacio reflexivo, profundo, comprometido y plural. En el congreso anterior, celebrado en el 2006, participaron 4 000 delegados de 72 países.

Universidad 2008 propiciará el debate para encontrar soluciones al problema de la educación superior para todos, con calidad y pertinencia a lo largo de la vida, lo que reitera el renovado compromiso de la educación superior con su sociedad y con su tiempo.

EVENTOS INTEGRADOS AL CONGRESO

- IX Taller Internacional “La Educación Superior y sus perspectivas”
- IX Taller Internacional “Junta consultiva sobre el postgrado en Iberoamérica”
- IX Taller Internacional de Extensión universitaria
- VI Taller Internacional de Pedagogía de la educación superior
- VI Taller Internacional “Universidad, ciencia y tecnología”
- IV Taller Internacional de evaluación de la calidad y acreditación en la educación superior
- IV Taller Internacional de Internacionalización de la educación superior
- II Taller Internacional “Universalización de la universidad”
- II Taller Internacional “La virtualización en la educación superior”
- VI Taller Internacional “Universidad, medio ambiente, energía y desarrollo sostenible”
- II Taller Internacional “La formación universitaria del personal docente en el mejoramiento de la calidad de la educación”

Visite el sitio Web: <http://www.universidad2008.cu>

Contacto:

Secretaría Ejecutiva

E-mail: univ2008@reduniv.edu.cu