

## Crecimiento de plántulas de *Brachiaria brizantha* en respuesta a la aplicación de hongos micorrizógenos y bacterias diazotróficas

### *Growth of Brachiaria brizantha seedlings in response to the application of mycorrhizal fungi and diazotrophic bacteria*

Mónica Guadalupe Lozano-Contreras, F. Rivas-Pantoja y J. E. Castillo-Huchim

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Campo Experimental Mochochá, km 25, antigua carretera Mérida-Motul, Mochochá, Yucatán, México

E-mail: lozano.monica@inifap.gob.mx

#### RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el crecimiento de plántulas de pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*), tratadas con hongos micorrizógenos y pseudomonas como inóculos simples o asociados. En condiciones de casa-sombra se evaluaron los siguientes tratamientos: T1: *Glomus mosseae* cepa 1; T2: *G. mosseae* cepa 2; T3: *G. mosseae* cepa 3; T4: *Gigaspora albida* cepa 4; T5: *Gigaspora* sp. cepa 5; T6: *Glomus coremioides* cepa 6; T7: *Rhizophagus intraradices* cepa INIFAP; T8: *Pseudomonas* sp. bacteriano 2709 INIFAP; T9: mezcla de T7 y T8; T10: mezcla del T1 al T7; T11: mezcla del T1 al T8; T12: testigo sin inocular; y T13: testigo sin inocular, fertilizado con la fórmula 120-80-00 de NPK. Las variables cuantificadas fueron: producción total de biomasa (aérea y raíz) por planta (g MS/planta), volumen radical (cm<sup>3</sup>/planta), tasa absoluta de emergencia de hojas (número de hojas semana<sup>-1</sup>), tasa absoluta de crecimiento en altura (cm semana<sup>-1</sup>) y longitud de la raíz (cm planta<sup>-1</sup>). Las evaluaciones se efectuaron desde que comenzó la emergencia de las plántulas hasta que alcanzaron 54,6 cm de altura promedio. El diseño fue de bloques completos al azar, con 10 repeticiones por tratamiento. Los datos se sometieron a un análisis de varianza mediante un modelo general lineal, con arreglo bifactorial 13 (inoculantes) x 2 (tratamientos de suelo). Las plantas inoculadas con *G. mosseae* cepa 3 y con la mezcla de micorrizas y *Pseudomonas* sp. (T11) tuvieron una mayor producción total de biomasa (P<0,05), si se compara con plantas de pasto Insurgente sin inocular y con aquellas que no se inocularon y fueron tratadas con el doble de fertilización nitro-fosforada. Los resultados evidenciaron la especificidad inóculo-hospedero en plantas de pasto *B. brizantha* cv. Insurgente y demostraron los beneficios del mutualismo facultativo para el crecimiento de esta especie forrajera.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, micorrizas, *Pseudomonas*

#### ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the growth of seedlings of Insurgente pasture (*Brachiaria brizantha*), treated with mycorrhizal fungi and pseudomonads as simple or associated inocula. Under net house conditions the following treatments were evaluated: T1: *Glomus mosseae* strain 1; T2: *G. mosseae* strain 2; T3: *G. mosseae* strain 3; T4: *Gigaspora albida* strain 4; T5: *Gigaspora* sp. strain 5; T6: *Glomus coremioides* strain 6; T7: *Rhizophagus intraradices* strain INIFAP; T8: bacterial *Pseudomonas* sp. 2709 INIFAP; T9: mixture of T7 and T8; T10: mixture of T1 to T7; T11: mixture of T1 to T8; T12: control without inoculation and T13: control without inoculation, fertilized with the formula 120-80-00 of NPK. The quantified variables were: total (aerial and root) biomass production per plant (g DM/plant), root volume (cm<sup>3</sup>/plant), absolute leaf emergence rate (number of leaves week<sup>-1</sup>), absolute growth rate in height (cm week<sup>-1</sup>) and root length (cm plant<sup>-1</sup>). The evaluations were conducted since seedling emergence started until they reached 54,6 cm of average height. The design was completely randomized, with 10 repetitions per treatment. The data were subject to a variance analysis through a general linear model, with bifactorial arrangement 13 (inoculants) x 2 (soil treatments). The plants inoculated with *G. mosseae* strain 3 and with the mixture of mycorrhizae and *Pseudomonas* sp. (T11) had higher total biomass production (P<0,05), as compared with *B. brizantha* Insurgente plants without inoculation and with

those that were not inoculated and were treated with double nitrogen-phosphorus fertilization rate. The results showed the inoculum-host specificity in plants of *B. brizantha* pasture cv. Insurgente and proved the benefits of facultative mutualism for the growth of this forage species.

Key words: *Brachiaria brizantha*, mycorrhizae, *Pseudomonas*

## INTRODUCCIÓN

En Yucatán, México, la mayoría de los suelos tropicales dedicados a la ganadería presentan limitaciones de fertilidad para el óptimo desarrollo de los pastos (Pech, Santos y Montes, 2002). Unido a lo anterior, los productores de ganado que manejan los pastizales de una manera extensiva y sin tecnificación ocasionan un daño severo, debido al sobrepastoreo y a la quema de potreros; lo cual ocasiona la erosión, la lixiviación de nutrientes, la compactación del suelo y la desertificación. Finalmente, la pérdida acelerada de la fertilidad del suelo repercute de forma desfavorable en la disponibilidad de biomasa para la alimentación del ganado (Sánchez, Hernández y Ruz, 2011).

Una opción tecnológica para aminorar el impacto de la pobreza de los suelos es el uso de biofertilizantes, conocidos también como organismos promotores de crecimiento vegetal. Las bacterias diazotróficas (cepas bacterianas del suelo capaces de colonizar las raíces y el entorno rizosférico) y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) desempeñan funciones que benefician el suelo y el crecimiento de las plantas, ya que fijan nitrógeno, solubilizan minerales, producen estimuladores del crecimiento vegetal, biocontrolan patógenos y fitorremedian suelos contaminados, entre otras (Javot, Pumplín y Harrison, 2007; Saldajeno, Chandanie, Kubota y Hyakumachi, 2008; Maldonado, Rivera, Izquierdo y Palma, 2010; Kelemu *et al.*, 2011; Mena *et al.*, 2011; Bécquer *et al.*, 2012).

En las gramíneas forrajeras tropicales, la especificidad de la cepa, el tipo de planta hospedera y las condiciones del suelo parecen ser factores críticos que determinan la respuesta de las plantas.

Garrido, Cárdenas, Bonilla y Baldani (2010) señalan que, en condiciones de estrés hídrico, aumentar la población de bacterias diazotróficas en ambientes donde se cultivan pastos del género *Brachiaria* podría ser útil para la supervivencia y la productividad de estas gramíneas. Además, sugieren realizar estudios que involucren bacterias y cepas de HMA como requisito indispensable para

identificar inóculos que permitan que las plantas expresen su máximo potencial productivo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de plántulas de pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*) en respuesta a la aplicación de HMA y *Pseudomonas* sp., como inóculos simples o asociados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tuvo una duración de cinco meses (septiembre de 2010 a enero de 2011) y se condujo en condiciones de casa-sombra en terrenos del campo experimental Mocochoá-INIFAP, Yucatán, México. Las semillas de pasto Insurgente (*B. brizantha*) fueron inoculadas y distribuidas en los siguientes tratamientos: T1: *Glomus mosseae* cepa 1, T2: *G. mosseae* cepa 2, T3: *G. mosseae* cepa 3, T4: *Gigaspora albida* cepa 4, T5: *Gigaspora* sp. cepa 5, T6: *G. coremioides* cepa 6, T7: *Rhizophagus intraradices* cepa INIFAP, T8: *Pseudomonas* sp. bacteriano 2709 INIFAP, T9: mezcla de T7 y T8, T10: mezcla del T1 al T7, T11: mezcla del T1 al T8, T12: testigo sin inocular y T13: testigo sin inocular fertilizado con 120-80-00 de NPK kg ha<sup>-1</sup>. Las cepas de micorrizas fueron proporcionadas por la Dra. María de los Ángeles Peña-Río, investigadora del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Dichas cepas forman parte del proyecto de colección nacional de biofertilizantes de México, la cual se localiza en el C. E. Bajío-INIFAP, en Celaya, Guanajuato.

Las semillas inoculadas se sembraron en bolsas de polietileno negro; estas contenían 5 kg de suelo natural (Cambisol calcárico de textura media, con pH 7,8 y 26 % de materia orgánica) sin desinfectar (SD) y 5 kg de suelo natural desinfectado (D) químicamente con metam-sodio (N-metilditiocarbamato sódico). En el momento de la emergencia se realizó una selección y se dejó una planta por bolsa. Con excepción del T13, el resto recibió 60-40-0 kg de NPK ha<sup>-1</sup>. La fertilización nitro-fosforada se efectuó a las 10 semanas postsiembrada. Las variables cuantificadas fueron: producción total de biomasa (aérea y raíz) de la planta (g MS/planta), volumen radical (cm<sup>3</sup>/planta),

tasa absoluta de emergencia de hojas (número de hojas semana<sup>-1</sup>), tasa absoluta de crecimiento en altura (cm semana<sup>-1</sup>) y longitud de la raíz (cm planta<sup>-1</sup>). Las evaluaciones se efectuaron desde la emergencia de las plántulas hasta que alcanzaron 54,6 cm de altura promedio. Los datos expresados en peso de la planta se transformaron para su análisis a  $\log + 1$  (Lentner y Bishop, 1993), y se sometieron a un análisis de varianza mediante el modelo general lineal, con arreglo bifactorial 13 (inoculantes) x 2 (tratamientos de suelo), en un diseño de bloques completos al azar con 10 repeticiones por tratamiento. Las medias de mínimo cuadrado se compararon a través de pruebas de t pareadas, al 0,05 de probabilidad; ambos análisis se efectuaron con el software del SAS (2012) versión 9.2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Producción total de biomasa.* La biomasa de la materia seca aérea y de la raíz respondió a la interacción entre los inóculos y al manejo de desinfección del suelo. A las 22 semanas de la siembra, las plantas en suelo sin desinfectar crecieron de manera similar ( $P > 0,05$ ), indistintamente del tratamiento administrado. En contraste, en los

suelos desinfectados, el pasto tratado con *G. mosseae* cepa 3 (T3) y con la mezcla de hongos y bacterias (T11) tuvo una significativa acumulación ( $P < 0,05$ ) de biomasa, la cual fue superior a la del testigo sin inocular y la de las plantas que recibieron el doble de fertilización nitro-fosforada (tabla 1).

En el suelo desinfectado, la ausencia de colonización nativa permitió identificar, al menos, a *G. mosseae* cepa 3 (T3) como un inóculo con alta especificidad mutualística para el pasto Insurgente. Además, es probable que esta cepa haya contribuido de manera importante a que el T11 propiciara una alta producción de biomasa total. No obstante, la naturaleza de la múltiple asociación de hongos y bacterias del T11 no permitió discernir el grado de participación de cada uno de sus componentes en la simbiosis. La colonización nativa de microbiota en los suelos sin desinfectar (Nogales, 2005; Sivila y Angulo, 2006) puede explicar los similares rendimientos de forraje en dicho pasto ( $P > 0,05$ ), que se observaron a través de los inóculos aplicados. Esta colonización permitió el aprovechamiento de los recursos minerales, ya que la acumulación de materia seca en las plantas –dosificadas con 60 y 40 kg/ha de nitrógeno y fósforo– fue similar a la de las tratadas con el doble de fertilización.

Tabla 1. Producción total de biomasa (aérea y de raíz) de plantas de pasto Insurgente.

No.	Tratamiento	Biomasa total (g de MS/planta $\pm$ ES)	
		D	SD
1	<i>Glomus mosseae</i> cepa 1	9,7 $\pm$ 3,6 <sup>BCa</sup>	9,3 $\pm$ 1,8 <sup>Aa</sup>
2	<i>Glomus mosseae</i> cepa 2	6,3 $\pm$ 2,4 <sup>Ca</sup>	6,7 $\pm$ 1,9 <sup>Aa</sup>
3	<i>Glomus mosseae</i> cepa 3	25,6 $\pm$ 15,7 <sup>Aa</sup>	7,8 $\pm$ 2,4 <sup>Ab</sup>
4	<i>Gigaspora albida</i> cepa 4	10,1 $\pm$ 2,9 <sup>BCa</sup>	5,5 $\pm$ 0,7 <sup>Aa</sup>
5	<i>Gigaspora</i> sp. cepa 5	9,7 $\pm$ 2,5 <sup>BCa</sup>	5,0 $\pm$ 1,1 <sup>Aa</sup>
6	<i>Glomus coremioides</i> cepa 6	1,8 $\pm$ 0,5 <sup>Ca</sup>	4,7 $\pm$ 0,8 <sup>Aa</sup>
7	<i>Rhizophagus intraradices</i> cepa INIFAP	3,1 $\pm$ 1,4 <sup>Ca</sup>	9,2 $\pm$ 1,9 <sup>Aa</sup>
8	<i>Pseudomonas</i> sp. bacteriano 2709 INIFAP	1,3 $\pm$ 0,9 <sup>Ca</sup>	10,0 $\pm$ 3,8 <sup>Aa</sup>
9	Mezcla del T7 y T8	6,1 $\pm$ 1,7 <sup>Ca</sup>	7,9 $\pm$ 2,9 <sup>Aa</sup>
10	Mezcla del T1 al T7	3,4 $\pm$ 1,1 <sup>Ca</sup>	5,8 $\pm$ 1,2 <sup>Aa</sup>
11	Mezcla del T1 al T8	18,8 $\pm$ 4,6 <sup>ABa</sup>	9,1 $\pm$ 1,5 <sup>Ab</sup>
12	Testigo sin inocular	6,6 $\pm$ 3,5 <sup>Ca</sup>	8,7 $\pm$ 2,7 <sup>Aa</sup>
13	Testigo sin inocular fertilizado con 120-80-00	2,2 $\pm$ 0,7 <sup>Ca</sup>	9,7 $\pm$ 2,9 <sup>Aa</sup>

D: suelo desinfectado, SD: suelo sin desinfectar.

<sup>a,b</sup> Promedios seguidos por la misma literal mayúscula dentro de cada columna y literales minúsculas entre hileras para cada variable son similares ( $P > 0,05$ ).

Salamanca (1999) observó que las cepas nativas de micorrizas presentaron una mayor afinidad y eficiencia en los pastos *Brachiaria decumbens* y *B. dictyoneura* que las registradas con cepas introducidas. También indicó que estas dos especies forrajeras respondieron mejor a la inoculación que el pasto *Panicum maximum*, y que el género *Glomus* se destacó entre las micorrizas debido a su afinidad con ambas especies de *Brachiaria*.

*Volumen y longitud radical.* El volumen radical de las plantas de Insurgente mostró interacción entre los inóculos y el manejo del suelo, mientras que la longitud radical no tuvo cambios importantes como respuesta a estos tratamientos (tabla 2).

En el suelo sin desinfectar, la aplicación artificial de inóculos en la gramínea no generó ( $P > 0,05$ ) una respuesta positiva en el desarrollo del volumen radical, lo cual significa quizás que la microbiota indígena permitió un eficaz aprovechamiento de los recursos minerales del sustrato utilizado en las plantas con estos tratamientos. Rajan, Reddy y Bagyaraj (2000) reportaron que las plantas micorrizadas se desarrollan mejor que las no micorrizadas en suelos no estériles, debido a un incremento en la nutrición mineral a través de las hifas, las cuales ayudan a explorar un mayor volumen de suelo.

En contraste, en suelos desinfectados se observó que la inoculación con micorrizas y bacterias (T11) promovió incrementos de volumen radical en 258 % y 767 % por encima del registrado en plantas sin inocular y en aquellas sin inocular pero con el doble de fertilización nitro-fosforada, respectivamente. Este mismo tratamiento (T11) estimuló en más del doble el volumen radical ( $28,6 \text{ cm}^3$ ) del pasto Insurgente comparado con su homólogo en suelos sin desinfectar ( $12,5 \text{ cm}^3$ ). Por otra parte, la inoculación con *Pseudomonas* sp. en el pasto cultivado en suelos sin desinfectar ocasionó un importante aumento ( $P < 0,05$ ) en el volumen radical ( $14,8$  vs.  $1,6 \text{ cm}^3$ ), el cual se pudo originar por una interacción sinérgica de este inóculo con la microbiota indígena. En ciertas plantas, la inoculación con *Pseudomonas* en presencia de micorrizas en la rizosfera ha ocasionado sustanciales incrementos en el volumen radical de las especies estudiadas (Wilson y Hartnett, 1998). Estudios realizados por Garrido *et al.* (2010) señalan que las bacterias diazotróficas, como es el caso de *Pseudomonas* sp., pueden presentar selectividad al cultivo e inclusive a variedades dentro de una misma especie y al tipo de suelo. Estimular en el pasto Insurgente un mayor volumen radical es fundamental, ya que este presenta una elevada y positiva correlación ( $r = 0,93$ ) con la producción forrajera de las plantas (tabla 3).

Tabla 2. Volumen y longitud radical de plantas de pasto Insurgente.

No.	Tratamiento	Volumen radical ( $\text{cm}^3 \pm \text{ES}$ )		Longitud de la raíz ( $\text{cm} \pm \text{ES}$ )
		D	SD	
1	<i>Glomus mosseae</i> cepa 1	$16,5 \pm 6,5^{\text{Ba}}$	$11,8 \pm 3,2^{\text{Aa}}$	$34,8 \pm 2,7^{\text{a}}$
2	<i>Glomus mosseae</i> cepa 2	$7,6 \pm 3,7^{\text{BCDa}}$	$8,4 \pm 3,3^{\text{Aa}}$	$28,7 \pm 2,9^{\text{a}}$
3	<i>Glomus mosseae</i> cepa 3	$11,8 \pm 3,8^{\text{BCDa}}$	$9,8 \pm 3,4^{\text{Aa}}$	$33,1 \pm 2,9^{\text{a}}$
4	<i>Gigaspora albida</i> cepa 4	$12,2 \pm 3,8^{\text{BCa}}$	$6,6 \pm 1,0^{\text{Aa}}$	$36,9 \pm 3,2^{\text{a}}$
5	<i>Gigaspora</i> sp. cepa 5	$14,2 \pm 4,9^{\text{Ba}}$	$5,7 \pm 1,6^{\text{Aa}}$	$34,5 \pm 3,4^{\text{a}}$
6	<i>Glomus coremioides</i> cepa 6	$1,4 \pm 0,5^{\text{Da}}$	$5,5 \pm 1,5^{\text{Aa}}$	$34,1 \pm 3,7^{\text{a}}$
7	<i>Rhizophagus intraradices</i> cepa INIFAP	$3,4 \pm 1,3^{\text{CDa}}$	$12,6 \pm 4,2^{\text{Aa}}$	$36,5 \pm 3,3^{\text{a}}$
8	<i>Pseudomonas</i> sp. bacteriano 2709 INIFAP	$1,6 \pm 1,1^{\text{Db}}$	$14,8 \pm 6,4^{\text{Aa}}$	$27,7 \pm 3,1^{\text{a}}$
9	Mezcla del T7 y T8	$7,3 \pm 2,2^{\text{BCDa}}$	$10,9 \pm 4,4^{\text{Aa}}$	$32,3 \pm 3,3^{\text{a}}$
10	Mezcla del T1 al T7	$3,6 \pm 1,1^{\text{CDa}}$	$8,9 \pm 2,1^{\text{Aa}}$	$34,9 \pm 3,0^{\text{a}}$
11	Mezcla del T1 al T8	$28,6 \pm 7,9^{\text{Aa}}$	$12,5 \pm 2,6^{\text{Ab}}$	$36,8 \pm 2,0^{\text{a}}$
12	Testigo sin inocular	$8,0 \pm 4,0^{\text{BCDa}}$	$13,2 \pm 5,0^{\text{Aa}}$	$39,2 \pm 2,7^{\text{a}}$
13	Testigo sin inocular fertilizado con 120-80-00	$3,3 \pm 1,1^{\text{CDa}}$	$10,1 \pm 3,6^{\text{Aa}}$	$34,8 \pm 3,5^{\text{a}}$

D: suelo desinfectado, SD: suelo sin desinfectar.

<sup>a,b</sup> Promedios seguidos por la misma literal mayúscula dentro de cada columna y literales minúsculas entre hileras para cada variable son similares ( $P > 0,05$ ).

Tabla 3. Matriz de correlación entre variables vegetativas del pasto Insurgente influenciadas por los inóculos y el manejo del suelo, en condiciones de casa-sombra.

Variable	X1	X2	X3	X4	X5
X1 Biomasa total	1,00				
X2 Longitud radical	0,27***	1,00			
X3 Volumen radical	0,93***	0,28***	1,00		
X4 TAC en altura	0,53***	0,47***	0,54***	1,00	
X5 Emergencia de hojas	0,88***	0,33***	0,79***	0,62***	1,00

\* P&lt;0,05; \*\* P&lt;0,01; \*\*\* P&lt;0,0001

La longitud radical del pasto no respondió en este caso a los tratamientos aplicados (tabla 2); sin embargo, es posible que esto se deba a restricciones de espacio vertical para la libre elongación subterránea, ya que algunas especies del género *Brachiaria* se caracterizan por tener raíces profundas que les permiten sobrevivir durante largos períodos de sequía (Olivera, Machado y Pozo, 2006).

*Tasa absoluta de emergencia de hojas y altura.* La tasa de emergencia de hojas en el pasto Insurgente varió significativamente entre los inóculos aplicados (tabla 4).

De todos los tratamientos evaluados, los inóculos de *G. mosseae* cepa 3 (T3) y la mezcla de hongos y bacterias (T11) fueron los únicos que se destacaron, ya que originaron una mayor (P<0,05) emergencia semanal de hojas (1,4 hojas semana<sup>-1</sup>) comparados con T6, T7, T8, T9, T10 y

T13, los cuales registraron entre 0,7 y 0,9 hojas semana<sup>-1</sup>. Algunas micorrizas del género *Glomus* han sobresalido por sus efectos beneficiosos en el desarrollo de distintas especies vegetales (Roveda y Polo, 2007; Baños *et al.*, 2008; Díaz, Aguirre y Díaz, 2013); no obstante, todos los tratamientos tuvieron una producción semanal de hojas similar a la registrada en el testigo sin inocular (T12).

La tasa de crecimiento en altura no fue afectada significativamente (P>0,05) por los tratamientos aplicados. Parada, Jaén, Becerril y García (2001) reportaron que la inoculación con *G. mosseae* y la fertilización en plantas de Chicozapote (*Manilkara sapota* L.) no ocasionaron incrementos significativos en la altura de las plantas; sin embargo, el peso seco total aumentó de manera importante, lo cual fue similar a lo registrado en el pasto Insurgente.

Tabla 4. Tasa absoluta de emergencia de hojas y la altura de las plantas de pasto Insurgente.

No.	Tratamiento	Tasa absoluta	
		Emergencia (hojas semana <sup>-1</sup> ± ES)	Altura (cm semana <sup>-1</sup> ± ES)
1	<i>Glomus mosseae</i> cepa 1	1,2 ± 0,2 <sup>ab</sup>	2,5 ± 0,2 <sup>a</sup>
2	<i>Glomus mosseae</i> cepa 2	1,0 ± 0,2 <sup>abc</sup>	2,0 ± 0,2 <sup>a</sup>
3	<i>Glomus mosseae</i> cepa 3	1,4 ± 0,4 <sup>a</sup>	2,4 ± 0,3 <sup>a</sup>
4	<i>Gigaspora albida</i> cepa 4	1,0 ± 0,1 <sup>abc</sup>	2,4 ± 0,2 <sup>a</sup>
5	<i>Gigaspora</i> sp. cepa 5	1,1 ± 0,1 <sup>abc</sup>	2,4 ± 0,2 <sup>a</sup>
6	<i>Glomus coremioides</i> cepa 6	0,7 ± 0,1 <sup>c</sup>	1,9 ± 0,1 <sup>a</sup>
7	<i>Rhizophagus intraradices</i> cepa INIFAP	0,9 ± 0,1 <sup>bc</sup>	2,2 ± 0,2 <sup>a</sup>
8	<i>Pseudomonas</i> sp. bacteriano 2709 INIFAP	0,7 ± 0,1 <sup>c</sup>	2,0 ± 0,3 <sup>a</sup>
9	Mezcla del T7 y T8	0,9 ± 0,1 <sup>bc</sup>	2,3 ± 0,2 <sup>a</sup>
10	Mezcla del T1 al T7	0,8 ± 0,1 <sup>bc</sup>	2,0 ± 0,2 <sup>a</sup>
11	Mezcla del T1 al T8	1,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	2,8 ± 0,2 <sup>a</sup>
12	Testigo sin inocular	1,1 ± 0,2 <sup>abc</sup>	2,2 ± 0,2 <sup>a</sup>
13	Testigo sin inocular fertilizado con 120-80-00	0,8 ± 0,1 <sup>bc</sup>	2,3 ± 0,2 <sup>a</sup>

a,b Promedios seguidos por la misma literal minúscula dentro de cada columna o variable son similares (P&gt;0,05).

Se concluye que el HMA de *G. mosseae* cepa 3 (T3), en ausencia de competencia de microbiota indígena, promueve en *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente un mayor rendimiento de forraje comparado con aquellas plantas sin inoculación artificial o que reciben el doble de fertilización nitro-fosforada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baños, R. *et al.* 2008. Efecto del uso del humus de lombriz y los hongos micorrízicos arbusculares en rendimientos de gramíneas. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2 (2):87.
- Bécquer, C.J. *et al.* 2012. Efecto de la inoculación con rizobios procedentes de Sancti Spiritus, Cuba, en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), bajo condiciones de campo. *Pastos y Forrajes*. 35:57.
- Díaz, B.G.; Aguirre, J.F. & Díaz, V.H. 2013. Rendimiento de *Jatropha curcas* L. inoculada con micorriza y aplicación de composta de caña. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (4):599.
- Garrido, M.F.; Cárdenas, D.M.; Bonilla, R.R. & Baldani, V.L. 2010. Efecto de los factores edafoclimáticos y la especie de pasto en la diversidad de bacterias diazotróficas. *Pastos y Forrajes*. 33:403.
- Javot, H.; Pumplin, N. & Harrison, M.J. 2007. Phosphate in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: transport properties and regulatory roles. *Plant Cell and Environment*. 30 (3):310.
- Kelemu, S. *et al.* 2011. Detecting bacterial endophytes in tropical grasses of the *Brachiaria* genus and determining their role in improving plant growth. *African Journal of Biotechnology*. 10 (6):965.
- Lentner, M. & Bishop, T. 1993. Experimental design and analysis. Valley Book Company. Blacksburg, USA. 585 p.
- Maldonado, E.; Rivera, M.C.; Izquierdo, F. & Palma, D.J. 2010. Efectos de rizosfera, microorganismos y fertilización en la biorremediación y fitorremediación de suelos con petróleos crudo nuevo e intemperizado. *Universidad y Ciencia*. 26 (2):121.
- Mena, E.A. *et al.* 2011. Influencia de la inoculación con *Glomus hoi*-like y un conglomerado de especies de HMA en el crecimiento de plantas de sorgo sometidas o no a estrés hídrico. *Cultivos Tropicales*. 32 (1):11.
- Nogales, B. 2005. La microbiología del suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg. *Ecosistemas*. 14 (2):41.
- Olivera, Y.; Machado, R. & Pozo, P.P. del. 2006. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 29 (1):5.
- Parada, F.A.; Jaén, D.; Becerril, A.E.; & García, E. 2001. Desarrollo y calidad del portainjerto de chicozapote inoculado con *Glomus mosseae*, aspersión de AG<sub>3</sub> y fertilización NPK al suelo y foliar. *Terra*. 19 (2):133.
- Pech, M.V.; Santos, F.J. & Montes, P.R. 2002. Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria México*. 40 (2):187.
- Rajan, S.K.; Reddy, B.J.B.; & Bagyaraj, D.J. 2000. Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis*. *Forest. Ecol. Manage.* 126:91.
- Roveda, G. & Polo, C. 2007. Mecanismos de adaptación de maíz asociado a *Glomus* spp. en suelos con bajo fósforo disponible. *Agronomía Colombiana*. 25 (2):349.
- Saldajeno, M.G.B.; Chandanie, W.A.; Kubota, M. & Hyakumachi, M. 2008. Effects of interactions of arbuscular mycorrhizal fungi and beneficial saprophytic mycoflora on plant growth and disease protection. In: *Mycorrhizae: sustainable agriculture and forestry*. (Eds. Z.A. Siddiqui, A.M. Sayeed and F. Kazuyoshi). Springer Science, Netherlands. p. 211.
- Salamanca, C.R. 1999. Las micorrizas como estrategia de mejoramiento nutricional de pasturas y especies frutales en el departamento del Guaviare. Memorias. Jornada de Socialización Tecnológica. CORPOICA. Villavicencio, Colombia. p. 12.
- Sánchez, Saray; Hernández, Marta & Ruz, F. 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*. 34: 375.
- SAS. 2012. SAS Software v. 9.2. Sas Institute Inc.. Cary, NC, USA.
- Sivila, C.R. & Angulo, W. 2006. Efecto del descanso agrícola sobre la microbiota del suelo (Patarani-Altiplano Central boliviano). *Ecología en Bolivia*. 41 (3):103.
- Wilson, G.W.T. & Hartnett, D.C. 1998. Interspecific variation in plant responses to mycorrhizal colonization in tallgrass prairie. *American Journal of Botany*. 85 (12):1732.

Recibido el 8 de febrero de 2012

Aceptado el 10 de abril del 2013