

INFLUENCIA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (*Rhizoglyphus intraradices*) Y UN ESTIMULADOR DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115

Influence of arbuscular mycorrhizal fungi (*Rhizoglyphus intraradices*) and plant growth stimulators in *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115

Yonaisy Mujica Pérez¹✉ y Larry Molina Delgado²

ABSTRACT. With the aimed to evaluate the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) (*R. intraradices*) and FitoMas-E[®] effect in production of biomass *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115, this study was carried R. intraradices strain was reproduced in arbuscular mycorrhizal laboratory and plant growth stimulator FitoMas-E from Research Institute derivatives Sugarcane was used. Five treatments were used: T1 (Control), T2 [Production (50 kg ha⁻¹ of urea)], T3 (*R. intraradices*), T4 (FitoMas-E[®]) and T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E[®] + 25 kg ha⁻¹ of urea). A design randomized block with five replications was used. Fungal indicators, leaf contents of N, P and K, fresh and dry biomasses and yield in dry biomass were evaluated. Results showed significant differences between treatments in studies. It was found that treatment with *R. intraradices* and FitoMas-E[®] + 25 kg ha⁻¹ of urea reached values of 5,7 t ha⁻¹. With these products application, biomass production can be increased.

RESUMEN. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (*R. intraradices*) y FitoMas-E en la producción de biomasa de *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115. Se utilizó la cepa eficiente *R. intraradices* se reprodujo en el laboratorio de micorrizas arbusculares del INCA y el estimulador del crecimiento vegetal FitoMas-E proveniente del Instituto de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar. Se utilizaron cinco tratamientos: T1 (Testigo Absoluto), T2 [Testigo de Producción (50 kg. ha⁻¹ de urea)], T3 (*R. intraradices*), T4 (FitoMas-E) y T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E + 25 kg ha⁻¹ de urea). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. Se evaluaron indicadores de funcionamiento fúngico, contenidos foliares de N, P y K así como el rendimiento en masa seca. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Se encontró que el tratamiento con *R. intraradices* y FitoMas-E + 25 kg ha⁻¹ de urea alcanzó valores de 5,7 t ha⁻¹ MS en un corte. Con la aplicación de estos productos se incrementa la producción de biomasa.

Key words: mycorrhiza, grass forage, yield, stimulator

Palabras clave: estimulador, gramínea forrajera, micorriza, rendimiento

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas que enfrenta la ganadería cubana actual es una disminución en la fertilidad de sus suelos, debido a la pérdida en los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio (1, 2);

por lo tanto, se hace necesario la búsqueda de alternativas para aumentar la productividad en estos agroecosistemas (3, 4).

Pennisetum purpureum, es una gramínea con características favorables para su utilización como forraje, debido a su adecuada altura, sus hojas anchas y largas, aceptable rendimiento y composición química (5, 6). Además, por su rusticidad y plasticidad, se adapta a una gran diversidad de suelos (incluyendo los de baja fertilidad), así como a las condiciones climáticas adversas (altas temperaturas y bajas precipitaciones) (7).

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700

²Empresa Pecuaria Genética Valle del Perú, carretera Tapaste-Jaruco km 6½, municipio San José de las Lajas, Provincia Mayabeque, Cuba, CP 32 700

✉ ymujica@inca.edu.cu

El uso de inoculantes microbianos, específicamente los hongos micorrízicos arbusculares (HMA); y estimuladores del crecimiento vegetal se deben considerar en el diseño de cualquier sistema de producción agrícola; ya que, además de ser componentes inseparables de los agroecosistemas, realizan diversas e importantes funciones en su asociación con las plantas (8, 9).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) establecen simbiosis con la mayoría de las plantas superiores. Dentro de sus principales funciones se encuentran: favorecer la superficie de absorción de las plantas además de incrementar la captación de nutrientes minerales (10), mejoran la tolerancia de las plantas frente a condiciones de estrés biótico (patógenos) y abiótico (salinidad, sequía) (11, 12), por lo tanto juegan un papel fundamental en la remediación de áreas contaminadas con metales pesados (13).

Por otra parte, FitoMas-E[®], producto antiestrés con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, se conoce que estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, desde la germinación hasta la fructificación, disminuyendo los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad y fitotoxicidad^A.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de la cepa de HMA *Rhizoglyphus intraradices* y FitoMas-E[®] en la producción de biomasa de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115.

MATERIALES Y MÉTODOS

CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

El estudio se realizó en la granja “La Unión” de la Empresa Pecuaria Genética Valle del Perú, ubicada en San José de las Lajas, provincia Mayabeque, en un suelo Pardo Ócrico Carbonatado (14) y algunas de sus propiedades se muestran en la Tabla I.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. La preparación de suelo consistió en aradura y cruce, con pases alternos de grada media de 4 500 kg. Las parcelas se realizaron con tracción animal; cada una constó de ocho surcos,

un área de 6x5 m² con una separación de un metro entre parcelas. Se utilizaron estacas (20-25 cm) de la gramínea forrajera *Pennisetum purpureum* Schumacher cv. Cuba CT-115. La plantación se realizó por estaca a una profundidad 20 cm y se aplicó un riego durante la primera semana para garantizar la humedad del terreno. Se utilizaron cinco tratamientos: T1 (Testigo Absoluto), T2 [Fertilizante mineral (50 kg ha⁻¹ de urea)], T3 (*R. intraradices*), T4 (FitoMas-E[®]) y T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E[®]+ 25 kg ha⁻¹ de urea). La plantación se realizó en mayo (2012 y 2013), coincidiendo con el periodo lluvioso y el control de las arvenses se realizó manualmente.

Se utilizó la especie fúngica *Rhizoglyphus intraradices* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) (INCAM-11), la cual se reprodujo en el laboratorio de micorrizas arbusculares del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Su inoculación se realizó mediante la técnica de recubrimiento de las semillas en el momento de la plantación (17). Se utilizó inóculo certificado con una pureza de 20 esporas g de suelo⁻¹ como promedio.

El FitoMas-E[®], procedente del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), se aplicó a los 15 y 30 días posterior a la plantación a una dosis de 2 mL L⁻¹ con una mochila manual de 16 litros de capacidad.

DETERMINACIONES REALIZADAS

Los muestreos del cultivo se realizaron a los 45 y 90 días posteriores a la plantación (dpp) en horas bien tempranas de la mañana. Se distribuyeron al azar 10 marcos de 1 m², los cuales constituyeron la unidad experimental. Se tuvo en cuenta el efecto de borde y el corte se realizó con un machete a una altura de 5 cm.

^A Montano, R. *FitoMas-E[®], bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental.* Ed. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), 2008, La Habana, 35 p.

Tabla I. Características químicas del suelo correspondiente al área experimental a la profundidad de 0-20 cm

Variables	pH	MO (%)	P (mg*kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Suma de bases	Esporas HMA/50g
	7,2	1,02	256,43	10,26	3,7	0,42	0,09	14,47	12

Determinaciones químicas: pH al H₂O, Potenciómetro; Materia Orgánica (MO), Walkley Black (15); Fósforo (P), Oniani; Cationes, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺, Método de Maslova; Esporas de HMA, Gerdemann y Nicholson (16)

PARÁMETROS FÚNGICOS

Para la estimación de los indicadores de frecuencia e intensidad de la colonización (IC), las muestras de las raíces del cultivo se lavaron con abundante agua y se colocaron en una estufa a 70 °C hasta obtener peso constante. Posteriormente se tiñeron según la metodología descrita por Phillips y Hayman (18). Para el cálculo de los indicadores se utilizó la metodología que permite evaluar la ocupación fúngica de cada intercepto (19).

Concentración de nutrientes foliares: se tomó una muestra de 250 g y se determinaron los contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) foliar (90 dpp) (20).
Rendimiento: se determinó el porcentaje de masa seca (MS), de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$MS (\%) = [MS \text{ de la muestra (g)} / \text{masa fresca de la muestra (g)}] \times 100$$

El rendimiento de MS se estimó a partir del rendimiento de MV y el porcentaje de MS, mediante la siguiente fórmula:

$$MS (t \text{ ha}^{-1}) = [MV (kg \text{ parcela}^{-1}) \times MS (\%) / 100] \times f$$

donde: f = factor para convertir el rendimiento de MS de kg parcela⁻¹ a t ha⁻¹ (0, 48 para las parcelas de 21m²).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS para Windows (21). Todos los caracteres cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por lo cual se procedió a efectuar un análisis de varianza ANOVA de clasificación simple. Para la discriminación de medias se utilizó el procedimiento de Duncan (22) con una significación de un 5 % en los casos en que el ANOVA resultó significativo.

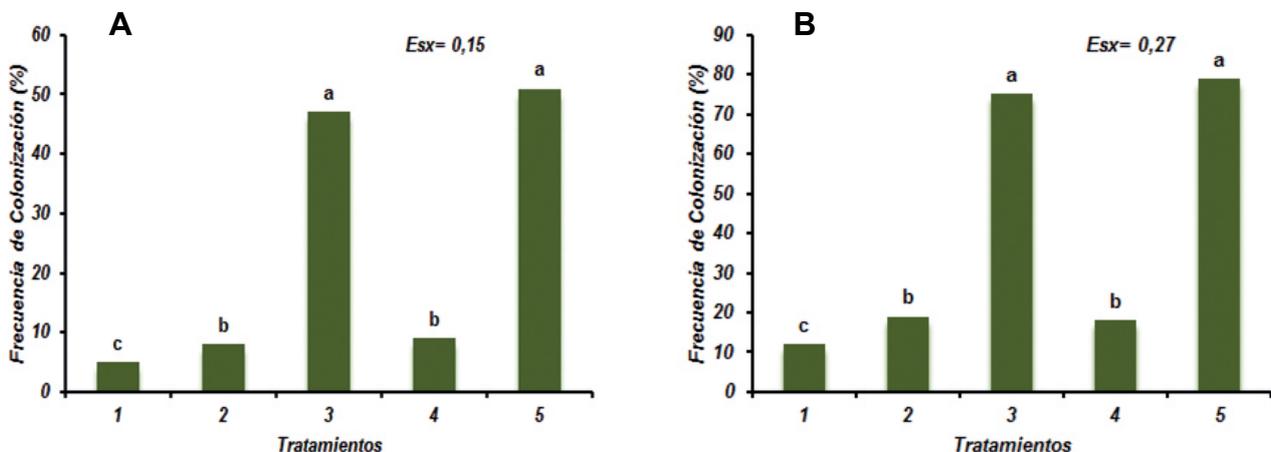
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 (A y B) se muestra el comportamiento de la frecuencia de colonización micorrízica en *P. purpureum* para los dos muestreos realizados. Se encontró que a los 45 dpp los tratamientos T3 (*R. intraradices*) y T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E® + 25 kg ha⁻¹ de urea) alcanzaron valores de frecuencia de colonización de 48 y 50 % respectivamente y superaron al resto de los tratamientos en estudio. Los tratamientos T2 y T4 mostraron un comportamiento similar y superaron al tratamiento control el cual solo obtuvo un 5 %. Los valores obtenidos por los tratamientos T3 y T5 fueron superiores si se comparan con los reportados en *P. clandestinum* con cifras de 41 % de frecuencia de colonización en suelos franco-arcillosos (23).

La respuesta de este indicador en los tratamientos no inoculados (T1, T2 y T4) pudo estar relacionado con la presencia de estructuras residentes de HMA en el suelo en el momento de realizada la plantación del cultivo. Algunos estudios demuestran que la eficiencia de la inoculación de HMA para promover el crecimiento de las plantas, depende de su capacidad para competir con los HMA nativos (24). Esto se relaciona con la infectividad de la cepa, su capacidad para producir hifas externas, la velocidad de la hifa para colonizar las raíces y su habilidad para mantener niveles de colonización en condición competitiva (23).

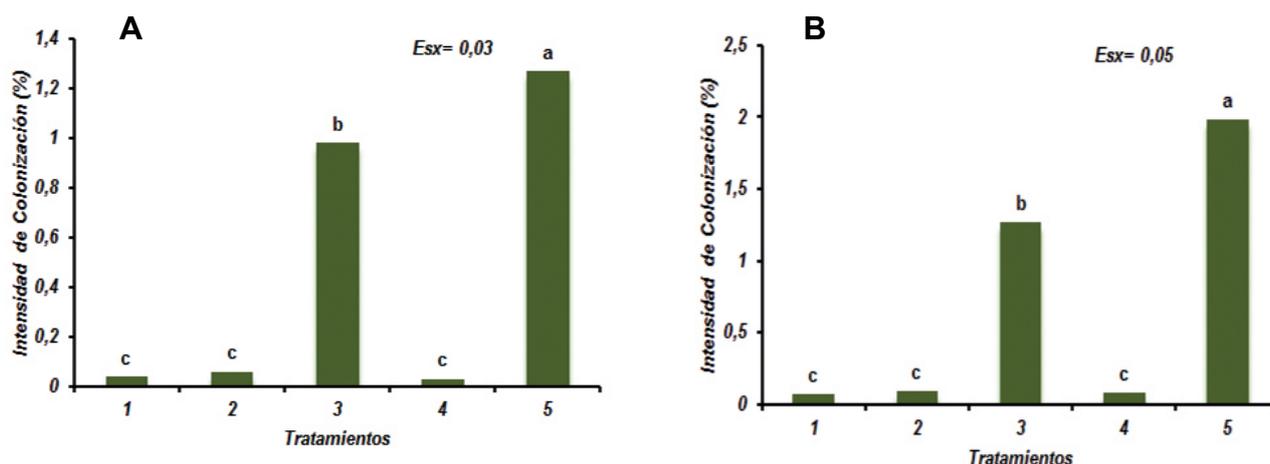
A los 90 dpp (Figura 1B) se comprobó un comportamiento similar entre los tratamientos estudiados, destacándose los tratamientos T3 y T5 con valores superiores (78 y 80 % respectivamente).

En cuanto a la intensidad de colonización micorrízica se comprobó que a los 45 dpp (Figura 2A),



1: Testigo Absoluto; 2: Testigo de producción (50kg.ha⁻¹ urea); 3: *R. intraradices*; 4: FitoMas-E®; 5: *R. intraradices* + FitoMas-E® + 25kg.ha⁻¹ urea

Figura 1. Comportamiento de la frecuencia de colonización micorrízica en *P. purpureum* evaluados a los 45 (A) y 90 dpp (B)



1: Testigo Absoluto; 2: Testigo de producción (50kg ha⁻¹ urea); 3: *R. intraradices*; 4: FitoMas-E®; 5: *R. intraradices* + FitoMas-E®+ 25kg.ha⁻¹ urea

Figura 2. Comportamiento de la intensidad de colonización micorrízica en *P. purpureum* evaluados a los 45 (A) y 90 dpp (B)

el tratamiento T5 alcanzó cifras superiores con valores de 1,28 %, mientras que en orden decreciente, difirió el T3 con cifras de 0,98 %. Para el resto de los tratamientos la respuesta fue similar sin encontrarse diferencias entre ellos. A los 90 dpp (Figura 2B), se mantuvo el mismo comportamiento y se destacó el tratamiento T5 con valores de 1,98 %. La respuesta encontrada en este tratamiento comprueba que la especie *R. intraradices* y el FitoMas-E® estimularon la actividad del simbionte y a su vez demuestra la efectividad del HMA en presencia de baja disponibilidad de nutrientes.

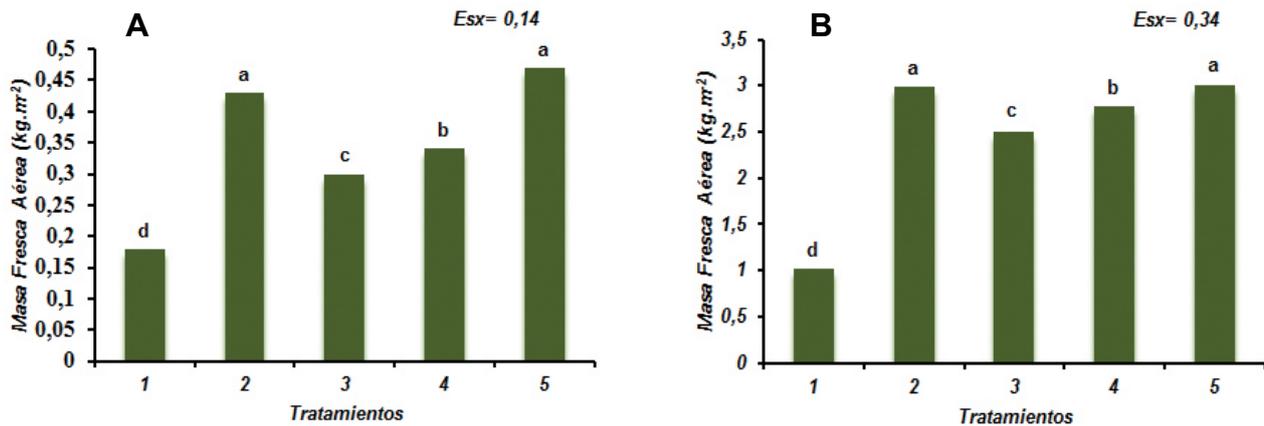
Estos valores de intensidad de colonización micorrízica fueron inferiores si se comparan con los obtenidos al inocular distintas especies de HMA en *Brachiaria decumbens*, donde a los 78 días después de la siembra se alcanzaron valores de 2,5 % en el tratamiento que se inoculó con *Glomus* spp (24). Por otra parte, estos resultados también fueron inferiores a los informados en un estudio realizado con la misma planta hospedera pero con periodos de evaluación de 60, 90 y 120 días después de las inoculaciones (25). En ese estudio los autores demostraron que pasados los 100 días, existe una tendencia a que la intensidad de la colonización disminuya.

Otro elemento distintivo que determina la eficiencia de la simbiosis micorrízica y su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas son las condiciones climáticas. En nuestro país los pastos incrementan la producción de biomasa en el período lluvioso no solo por el efecto de las precipitaciones, sino también por el aumento de la temperatura y la humedad; lo que determina una relación directa entre las estructuras micorrízicas y el crecimiento de los pastos, siendo esta época la más favorable para el establecimiento del hongo (4).

Para la biomasa fresca se observó que en ambos muestreos, los tratamientos T2 (Testigo de producción) y T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E® + 25 kg ha⁻¹ urea) alcanzaron valores superiores sin diferir entre ellos pero sí del resto de las variantes en estudio. En el primer muestreo estos valores fueron de 0,45 kg m⁻² y a los 90 días se incrementaron a 3 kg m⁻². En ambos muestreos se pudo comprobar que la inoculación simple de *R. intraradices* y FitoMas-E® (T3 y T4) estimularon la producción de biomasa fresca al encontrarse valores superiores que en el tratamiento T1 (testigo absoluto), lo que permite comprobar la eficiencia de esta especie de HMA y el FitoMas-E® en el cultivo de *P. purpureum* cv.CT-115 (Figura 3A y B).

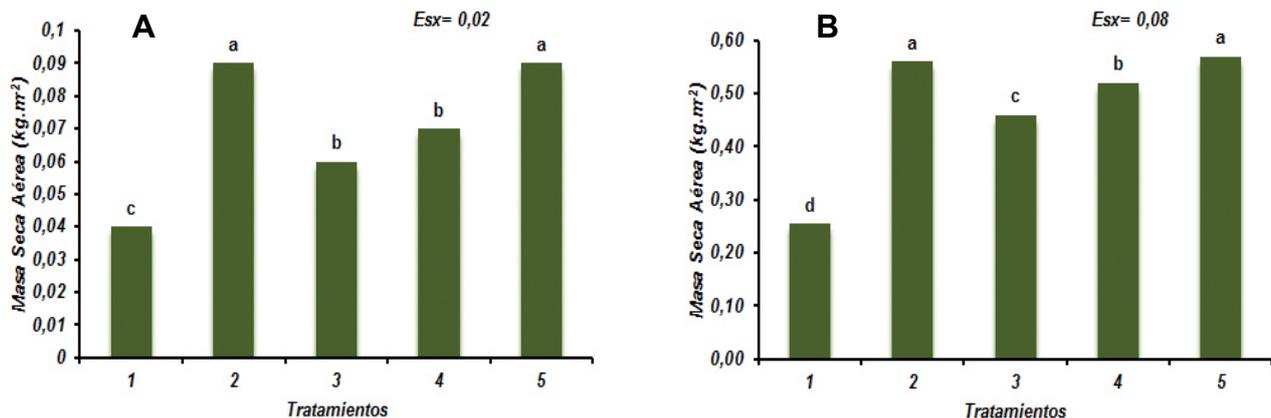
En la Figura 4 (A y B) se muestra el efecto de los tratamientos para la biomasa seca a los 45 y 90 días y se obtuvo que los tratamientos T2 (Testigo de producción) y T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E® + 25 kg ha⁻¹ urea) alcanzaron cifras de 0,09 y 0,57 kg m⁻² respectivamente. Los tratamientos inoculados de forma simple (HMA y FitoMas-E®) mostraron una respuesta positiva y a su vez difirieron del tratamiento testigo absoluto el cual alcanzó valores de 0,04 (45 ddp) y 0,26 kg m⁻² (90 ddp).

El beneficio reportado por el uso de las asociaciones micorrízicas en indicadores de crecimiento y desarrollo de las plantas, particularmente en suelos tropicales, ha sido comprobado por numerosos estudios (9, 23, 25). En tal sentido, se obtuvieron incrementos en indicadores de crecimiento y desarrollo al evaluar el efecto de la inoculación de la cepa *Glomus cubense* (Y. Rodr. & Dalpé) (syn. *G. hoi-like*) en *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum* (26).



1: Testigo Absoluto; 2: Testigo de producción (50kg ha⁻¹ urea); 3: *R. intraradices*; 4: FitoMas-E®; 5: *R. intraradices* + FitoMas-E®+ 25kg ha⁻¹ urea

Figura 3. Influencia de los tratamientos en la masa fresca aérea (MFA) para *P. purpureum* evaluados a los 45 (A) y 90 dpp (B)



1: Testigo Absoluto; 2: Testigo de producción (50kg ha⁻¹ urea); 3: *R. intraradices*; 4: FitoMas-E®; 5: *R. intraradices* + FitoMas-E®+ 25kg ha⁻¹ urea

Figura 4. Influencia de los tratamientos en la masa seca aérea (MSA) para *P. purpureum* evaluado a los 45 (A) y 90 dpp (B)

Los resultados relacionados con las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio foliar en el cultivo correspondientes al segundo muestreo, se describen en la Tabla II. Se pudo comprobar que no se encontraron diferencias entre los tratamientos para los contenidos de fósforo y potasio foliar. Considerando que uno de los principales beneficios de la simbiosis micorrízica es su rol en la absorción de fósforo (10), al analizar los resultados se pudo comprobar que el contenido inicial de este macroelemento en el suelo era alto (Tabla I); lo que pudo estar relacionado con aplicaciones previas de fertilizantes minerales en dichas áreas y por lo tanto permite justificar la no existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

En cuanto al potasio, si bien los estudios relacionados con el papel de los HMA en el transporte de este elemento hacia las plantas son escasos, la respuesta encontrada para este macroelemento pudo estar relacionada a su mayor movilidad en la solución del suelo.

En cuanto al contenido de nitrógeno se pudo comprobar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, destacándose los tratamientos T2 (Testigo de producción) y T5 (*R. intraradices* + FitoMas-E® + 25 kg ha⁻¹ urea) con valores superiores. Los tratamientos T3 y T4 (*R. intraradices* y FitoMas-E®, respectivamente) no difirieron entre sí, pero a su vez superaron al testigo absoluto (T1). La respuesta obtenida para este indicador pudo estar relacionada con las características del cultivo,

debido a que *P. purpureum* es una planta que requiere alto contenido de nitrógeno para incrementar su crecimiento y desarrollo y por lo tanto favorecer la producción de biomasa. El nitrógeno se encuentra disponible en el suelo en formas diferentes, pero las más predominantes son el nitrato, amonio y aminoácidos; los que a su vez conforman la principal reserva de dicho elemento en el suelo. Estudios realizados demostraron que es posible transferir un 42 % del nitrógeno total que requieren las plantas de tomate por medio de las hifas de *Funneliformis mosseae* (27).

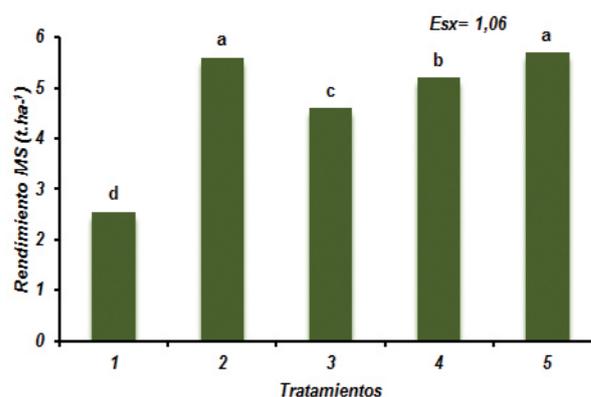
Tabla II. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio foliar en *P. purpureum* a los 90 ddp

Tratamientos	Nitrógeno Foliar (g kg ⁻¹)	Fósforo Foliar (g kg ⁻¹)	Potasio Foliar (g kg ⁻¹)
Testigo Absoluto	152,3 d	33,5	30
Testigo de Producción (25kg ha ⁻¹ urea)	258,9 a	33,9	29
<i>R. intraradices</i>	221,6 b	33,6	26
FitoMas-E®	218,6 c	33,4	26
<i>R. intraradices</i> + FitoMas-E®+ 25kg ha ⁻¹ urea	259,3 a	33,9	28
Esx	0,46*	0,73 n.s.	0,51 n.s.

Medias con letras iguales por cada columna no difieren significativamente (p<0,05)

1. En cuanto al comportamiento del rendimiento en masa seca (t ha⁻¹) del corte realizado a los 90 ddp se encontró que los tratamientos T2 y T5 alcanzaron valores superiores (5,6 y 5,7 t ha⁻¹ MS, respectivamente), si se comparan con el resto de las variantes evaluadas. Los tratamientos donde se aplicó de forma simple la especie *R. intraradices* y FitoMas-E® difirieron entre sí, alcanzando T4 valores superiores si se compara con T3, con cifras de 5,2 t ha⁻¹ MS y superando al tratamiento T1 el cual alcanzó valores de 2,55 t ha⁻¹ MS (Figura 5).

Estos resultados fueron inferiores si se comparan con los obtenidos al evaluar el comportamiento de tres especies diferentes del género *Pennisetum* para condiciones semiáridas. En este caso se obtuvieron rendimientos de 22 t ha⁻¹ MS en cuatro cortes como promedio, lo que permite señalar que la frecuencia de corte constituye uno de los factores de mayor influencia en el crecimiento y calidad de los pastos, debido a que la edad provoca cambios en su morfología y constituyentes químicos. En la medida que la edad se prolonga, sin llegar al punto en que se afecte la calidad del pasto, los rendimientos disminuyen (28).



1: Testigo Absoluto; 2: Testigo de producción (50kg ha⁻¹ urea); 3: *R. intraradices*; 4: FitoMas-E®; 5: *R. intraradices* + FitoMas-E®+ 25kg ha⁻¹ urea

Figura 5. Influencia de los tratamientos en el rendimiento en MS para *P. purpureum* a los 90 ddp

CONCLUSIÓN

La reducción de la dosis del fertilizante mineral (urea) a 25 kg ha⁻¹, la inoculación de *R. intraradices* y la aplicación de FitoMas-E® estimula la producción de biomasa en sistemas de pastizales establecidos en la época lluviosa; sin embargo, se hace necesario desarrollar nuevos estudios para el periodo seco.

BIBLIOGRAFÍA

- Simón, L.; López, O. y Álvarez, D. "Evaluación de vacas de doble propósito de genotipos Holstein x Cebú en sistemas de pastoreo arborizado: I. Primíparas". *Pastos y Forrajes*, vol. 33, no. 1, 2010, pp. 1-2, ISSN 2078-8452. Disponible en: <<http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v33n1/pyf05110.pdf>>.
- Crespo, G.; Ruiz, T. E. y Álvarez, J. "Effect of green manure from *Tithonia (T. diversifolia)* on the establishment and production of forage of *P. purpureum* cv. Cuba CT-169 and on some soil properties". *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 45, no. 1, 2011, pp. 79-82, ISSN 2079-3480.
- Lamela, L.; Soto, R. B.; Sánchez, T.; Ojeda, F. y Montejo, I. "Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego". *Pastos y Forrajes*, vol. 33, no. 3, 2010, p. 1, ISSN 0864-0394. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942010000300007&lng=es&nm=iso&tlng=es>
- Crespo, G.; Rodríguez, I. y Lok, S. "Contribution to the study of soil fertility and its relation to pastures and forages production". *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 49, no. 2, 2015, pp. 211-219, ISSN 2079-3480.
- Miranda, L. M.; Ayala, Y. J. R. y Diez, N. J. "Evaluación agroproductiva del cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en un suelo pardo grisáceo ócrico en el período poco lluvioso en las tunas". *Innovación Tecnológica*, vol. 18, no. 3, 2012, pp. 1-11, ISSN 1025-6504.

7. García, L. M.; Mesa, A. R. y Hernández, M. "Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas". *Pastos y Forrajes*, vol. 37, no. 4, 2014, pp. 413-419, ISSN 0864-0394.
8. Fernández, M. J.; Viamonte, G. M. I.; Fonseca, F. N. y Ramírez, S. A. "Evaluación de dos cultivares de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía en la región de Cauto Cristo, Granma, Cuba". *Ciencia y Tecnología Ganadera*, vol. 9, no. 1, 2015, pp. 23-29, ISSN 1999-4494, 1998-3050.
9. Viñals-Verde, M.; García-García, A.; Montano-Martínez, R. L.; Villar-Delgado, J. C.; García-Martínez, T. y Ramil-Mesa, M. "Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS®; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos". *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, vol. 45, no. 3, 2011, pp. 1-23, ISSN 0138-6204.
10. Reyes-Ramírez, A.; López-Arcos, M.; Ruiz-Sánchez, E.; Latournerie-Moreno, L.; Pérez-Gutiérrez, A.; Lozano-Contreras, M. G. y Zavala-León, M. J. "Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)". *Agrociencia*, vol. 48, no. 3, 2014, pp. 285-294, ISSN 1405-3195.
11. Priyadharsini, P. y Muthukumar, T. "Insight into the Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Sustainable Agriculture" [en línea]. En: eds. Thangavel P. y Sridevi G., *Environmental Sustainability*, Ed. Springer India, New Delhi, 2015, pp. 3-37, ISBN 978-81-322-2055-8, [Consultado: 3 de enero de 2017], Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-81-322-2056-5_1>.
12. Banuelos, J.; Alarcón, A.; Larsen, J.; Cruz-Sánchez, S. y Trejo, D. "Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Meloidogyne incognita* in the ornamental plant *Impatiens balsamina*". *Journal of soil science and plant nutrition*, vol. 14, no. 1, 2014, pp. 63-74, ISSN 0718-9516, DOI 10.4067/S0718-95162014005000005.
13. Cicatelli, A.; Todeschini, V.; Lingua, G.; Biondi, S.; Torrigiani, P. y Castiglione, S. "Epigenetic control of heavy metal stress response in mycorrhizal versus non-mycorrhizal poplar plants". *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 21, no. 3, 2014, pp. 1723-1737, ISSN 0944-1344, 1614-7499, DOI 10.1007/s11356-013-2072-4.
14. Aguirre, W.; Fischer, G. y Miranda, D. "Tolerancia a metales pesados a través del uso de micorrizas arbusculares en plantas cultivadas". *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 5, no. 1, 2012, pp. 141-154, ISSN 2011-2173.
15. Hernández, J. A.; Pérez, J. J. M.; Bosch, I. D. y Castro, S. N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Ed. Ediciones INCA, 2015, Mayabeque, Cuba, 93 p., ISBN 978-959-7023-77-7.
16. Walkley, A. y Black, I. A. "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method". *Soil science*, vol. 37, no. 1, 1934, pp. 29-38, ISSN 0038-075X, 1538-9243.
17. Gerdemann, J. W. y Nicolson, T. H. "Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting". *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 46, no. 2, 1963, pp. 235-244, ISSN 0007-1536, DOI 10.1016/S0007-1536(63)80079-0.
18. Fernández, F.; Gómez, R.; Vanegas, L. F.; Rivera, R.; Noval, B. M. y Martínez, M. A. *Producto inoculante micorrizógeno*. no. 22641, Inst. Oficina Nacional de Propiedad Industrial, 2000, Cuba.
19. Phillips, J. M. y Hayman, D. S. "Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection". *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 55, no. 1, 1970, pp. 158-161, ISSN 0007-1536, DOI 10.1016/S0007-1536(70)80110-3.
20. Trouvelot, A.; Kough, J. y Gianinazzi, P. V. "Mesure du Taux de Mycorrhization VA d'un Systeme Radiculaire. Recherche de Methodes d'Estimation ayant une Signification Fonctionnelle". En: eds. Gianinazzi P. V. y Gianinazzi S., *I European Symposium on Mycorrhizae: Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*, Ed. INRA, Paris, 1986, pp. 217-222.
21. Paneque, P. V. M.; Calaña, N. J. M.; Calderón, V. M.; Borges, B. Y.; Hernández, G. T. C. y Caruncho, C. M. *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos* [en línea]. Ed. Ediciones INCA, 2010, La Habana, Cuba, 157 p., ISBN 978-959-7023-51-7, [Consultado: 27 de enero de 2016], Disponible en: <<http://mst.ama.cu/578/>>.
22. Statistical Graphics Crop. *STATGRAPHICS® Plus* [en línea]. (ser. Profesional), versión 5.1, [Windows], 2000, Disponible en: <<http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>>.
23. Duncan, D. B. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, vol. 11, no. 1, 1 de marzo de 1955, pp. 1-42, ISSN 0006-341X, DOI 10.2307/3001478.
24. Castañeda, S. D. A. y Úsuga, O. C. E. "Fertilización sintética e inoculación de hongos micorriza arbuscular (hma) en: *Pennisetum clandestinum*". *Revista Politécnica*, vol. 7, no. 13, 2011, pp. 9-14, ISSN 2256-5353.
25. Verbruggen, E.; van der Heijden, M. G. A.; Rillig, M. C. y Kiers, E. T. "Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: factors determining inoculation success". *New Phytologist*, vol. 197, no. 4, 2013, pp. 1104-1109, ISSN 0028-646X, DOI 10.1111/j.1469-8137.2012.04348.x.
26. Prieto, B. O.; Belezaca, P. C.; Mora, S. W.; Vallejo, Z. E.; Gutiérrez, L. V. y Pinargote, M. E. "Inoculación de *Brachiaria decumbens* con hongos formadores de micorriza arbuscular nativos del trópico húmedo ecuatorial". *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 4, no. 2, 2011, pp. 9-18, ISSN 2344-9217.
27. González, P. J.; Pérez, G.; Medina, N.; Crespo, G.; Ramírez, J. F. y Arzola, J. "Co-inoculation of ryzobium strains and one of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus cubense*) and its effect on kudzú (*Pueraria phaseoloides*)". *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 46, no. 3, 2012, pp. 331-334, ISSN 2079-3480.
28. Camargo-Ricalde, S. L.; Montaña, N. M.; de la Rosa-Mera, C. y Montaña, S. "Micorrizas: una gran unión debajo del suelo". *Revista Digital Universitaria*, vol. 13, no. 7, 2012, pp. 3-19, ISSN 1607-6079.
29. Cordoví-Castillo, E.; Ray-Ramírez, J.; Nhantumbo, S. y Chimbambala, A. "Comportamiento de tres especies del género *Pennisetum* en clima semiárido del sur de Mozambique". *Revista Granma Ciencia*, vol. 17, no. 3, 2013, pp. 1-10, ISSN 1027-975X.

Recibido: 11 de julio de 2015

Aceptado: 18 de julio de 2016