



09

## Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares y humus de lombriz en el establecimiento de un banco forrajero de *pennisetum purpureum* vc. taiwán morado

Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and earthworm humus in the establishment of a forage bank of *pennisetum purpureum* vc. purple taiwan

Lázaro J. Ojeda Quintana<sup>1</sup>

E-mail: [ljojeda@ucf.edu.cu](mailto:ljojeda@ucf.edu.cu)

Yudeimy Rodríguez González<sup>1</sup>

Celso Frómata<sup>1</sup>

Johanne J. Portero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario Municipal Cumanayagua. Cienfuegos. Cuba.

### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Ojeda Quintana, L. O., Rodríguez González, Y., Frómata, C., & Portero, J. J. (2018). Efecto de la inoculación con Hongos Micorrízicos Arbusculares y humus de lombriz en el establecimiento de un banco forrajero de *Pennisetum purpureum* VC. Taiwán morado. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 84-91. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

### RESUMEN

Con el objetivo de incrementar el rendimiento y la calidad proteica de *Pennisetum purpureum* vc: Taiwán morado se desarrolló un trabajo experimental en áreas de campo de la Estación de Suelos "Escambray", en un suelo Pardo Grisáceo de baja fertilidad natural basado en inoculaciones con diferentes cepas de hongos micorrízicos arbusculares y la aplicación de humus de lombriz. Los análisis estadísticos se realizaron mediante ANOVA y se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan, utilizando como herramienta el programa estadístico SPSS, versión 15.0. Los resultados alcanzados mostraron un mejor comportamiento de los indicadores en la variante con fertilización mineral, de igual forma la aplicación de micorrizas arbusculares y humus de lombriz incrementaron el rendimiento de biomasa, proteína bruta y las extracciones de N, P y K del suelo en relación al testigo, con una eficiencia micorrízica de 100% en *Rhizoglosum intraradices*, lo que permite proponer estas opciones como alternativas para la fertilización del *Pennisetum purpureum* vc: Taiwán morado en las condiciones de suelo evaluadas.

### Palabras clave:

Micorriza, forraje, rendimiento, calidad, fertilizantes.

### ABSTRACT

With the objective of increasing the yield and the protein quality of *Pennisetum purpureum* vc: Purple taiwan an experimental work was developed in areas of field of the Station of Soils "Escambray", in a greyish brown soil of low natural fertility, based on inoculations with different arbuscular mycorrhizal species and the application of worm humus. The statistical analyses were carried out by means of ANOVA and the test of multiple ranges of Duncan was used, using as tool the statistical program SPSS, version 15.0. The reached results showed a better behavior of the indicators in the variant with mineral fertilization, of equal it forms the application of arbuscular mycorrhizal and worm humus they increased the yield of biomass, the gross protein and the extractions of N, P and K of the floor in relation to the witness, with an arbuscular mycorrhiza of 100% in *Rhizoglosum intraradices*, what allows to propose these options like alternatives for the fertilization of the *Pennisetum purpureum* vc: Taiwán morado under the evaluated soil conditions.

### Keywords:

Mycorrhiza, forage, yield, quality, fertilizers.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería de leche y carne en el trópico, depende fundamentalmente de la producción de pastos, la cual está sometida a condiciones ecológicas diversas que la afectan, no sólo en cuanto al volumen de biomasa producida, sino también a una distribución estacional, determinada por variaciones ambientales, dependiente de la distribución de las precipitaciones que ocurren anualmente. Estas características, junto a las de múltiples especies forrajeras y a las razas animales y su mestizaje, conforman un inmenso complejo de factores que, en forma aislada o interaccionada, afectan la productividad de estos ecosistemas. (Murgueitio, et al., 2015).

Los pastizales constituyen un recurso renovable por lo que es necesario usarlos de manera sostenible. En la producción ganadera basada en pastos y forrajes, el sujeto más importante desde el punto de vista biológico, económico y social es el resultado de la combinación equilibrada de todos los factores que intervienen en el complejo “suelo-planta-animal-hombre” y que se define como un ecosistema de pastos. En él influyen y se relacionan todos los factores que determinan la producción, utilización y permanencia del pasto y se diferencia de otro ecosistema, por el suelo o el clima donde se explotan, por los insumos que se destinan al suelo o al animal, por el propósito con que se explotan y por la forma en que el hombre los maneja (Lok, 2015).

En Cuba, al igual que en muchos países de América Latina, el reto que afronta el desarrollo de la producción ganadera en las actuales condiciones de deterioro en que se encuentran los principales recursos naturales disponibles, precisa de la consideración particularizada de las características y el estado de estos recursos en cada territorio, a fin de seleccionar y aplicar casuísticamente las medidas y tecnologías necesarias para un desarrollo sostenible de los sistemas productivos, donde sin lugar a dudas el recurso suelo reviste la mayor importancia, dado su efecto integrador (Acosta, et al., 2015).

El manejo efectivo de las asociaciones micorrízicas puede ser una vía para mejorar la productividad de los pastizales, pues los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son componentes integrales de la rizosfera de estos cultivos, cuyas 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 (Posada, et al., 2008; Leigh, et al., 2009).

La simbiosis micorrízica arbuscular es el resultado evidente de la interacción entre las raíces de las plantas y un hongo, así como es un excelente ejemplo de las extensas alteraciones morfológicas que las raíces experimentan con el fin de acomodarse a la presencia de un simbiote. Los HMA reciben fotosintatos de la planta, mientras que esta mejora su habilidad para la toma de nutrientes y agua a la vez que mejora la tolerancia al estrés tanto abiótico como biótico (Rabie & Almadini, 2005).

El objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de la inoculación con diferentes especies de HFM y la aplicación de humus de lombriz sobre la brotación, indicadores morfofisiológicos, rendimiento de biomasa y proteína bruta del de *Pennisetum purpureum* vc. Taiwán morado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación, se condujo en áreas experimentales de campo de la “Unidad Científica de Base Suelos”, ubicada en el poblado de Barajagua, municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos, región centro sur de Cuba. El suelo se clasifica como Pardo Grisáceo (Hernández, et al., 2015), con un pH 4,74, contenido de materia orgánica de 1,78%,  $P_2O_5$  4,74 y  $K_2O$  2,35 mg/100g de suelo respectivamente. Se estudió la aplicación en Taiwán morado de tres especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), humus de lombriz, fertilización mineral completa y un testigo de referencia, para un total de 6 tratamientos, todos en un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones:

1. *Funneliformis mosseae*.
2. *Glomus cubense*.
3. *Rhizoglyphus intraradices*.
4. Humus de lombriz (Dosis 6t ha).
5. NPK en siembra + N en cortes alternos.
6. Control absoluto.

Las parcelas experimentales fueron de 4.80m<sup>2</sup>. Como unidad de evaluación se tomaron los 2 surcos centrales, descartando los bordes, para un área de 2.10 m<sup>2</sup>. La inoculación se realizó por el método del recubrimiento de las semillas, para lo cual se sumergieron en una pasta fluida, elaborada a partir de la mezcla de una cantidad de inóculo sólido equivalente al 10% de su peso (1 kg) y 600 ml de agua, correspondiente con 5g por orificio (Fernández, et al., 2000).

El NPK se aplicó sólo una vez, después de la siembra, a razón de 45kg ha<sup>-1</sup> de N, kg ha<sup>-1</sup> 40 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  y 120 kg ha<sup>-1</sup>  $K_2O$  a kg ha<sup>-1</sup> de igual forma

el humus de lombriz a razón de 6t/ha. Los portadores minerales utilizados fueron Nitrato de amonio, Superfosfato simple y Cloruro de potasio respectivamente. Se evaluaron indicadores morfofisiológicos del Taiwán morado.

El corte de establecimiento se efectuó a los 133 días, de forma manual a 5 cm sobre el nivel del suelo. En este momento se cuantificó la masa verde en el área evaluable, y se tomaron 200gramos de material verde para análisis de laboratorio, donde se determinó la biomasa área total, de hojas y tallos (BS t ha<sup>-1</sup>).

El rendimiento de BA (t/ha<sup>-1</sup>) y el contenido de proteína bruta (%) se determinaron de acuerdo a las fórmulas que siguen:

1. BA (t há<sup>-1</sup>) = Masa Verde (kg parcela-1) x % MS x 10
2. Área de cálculo (m<sup>2</sup>)

3. Proteína bruta = % de nitrógeno foliar x k (6,25).

El comportamiento de la lluvia y la temperatura se muestra en la Figura 1, donde se aprecia que el nivel de las precipitaciones en el período que se mantuvo el experimento en campo fue bajo. En el mes de septiembre, y posterior a la siembra cero lluvia, reportando la mayor pluviometría en octubre (114,1mm), descendiendo a 9,1 mm en noviembre, sin precipitar diciembre y solo 8,3mm en enero. Las temperatura media descendió en octubre (25,4) y noviembre (23,1) en relación a septiembre (27), pero en diciembre se elevaron hasta 24,6) y superaron al mes de noviembre.

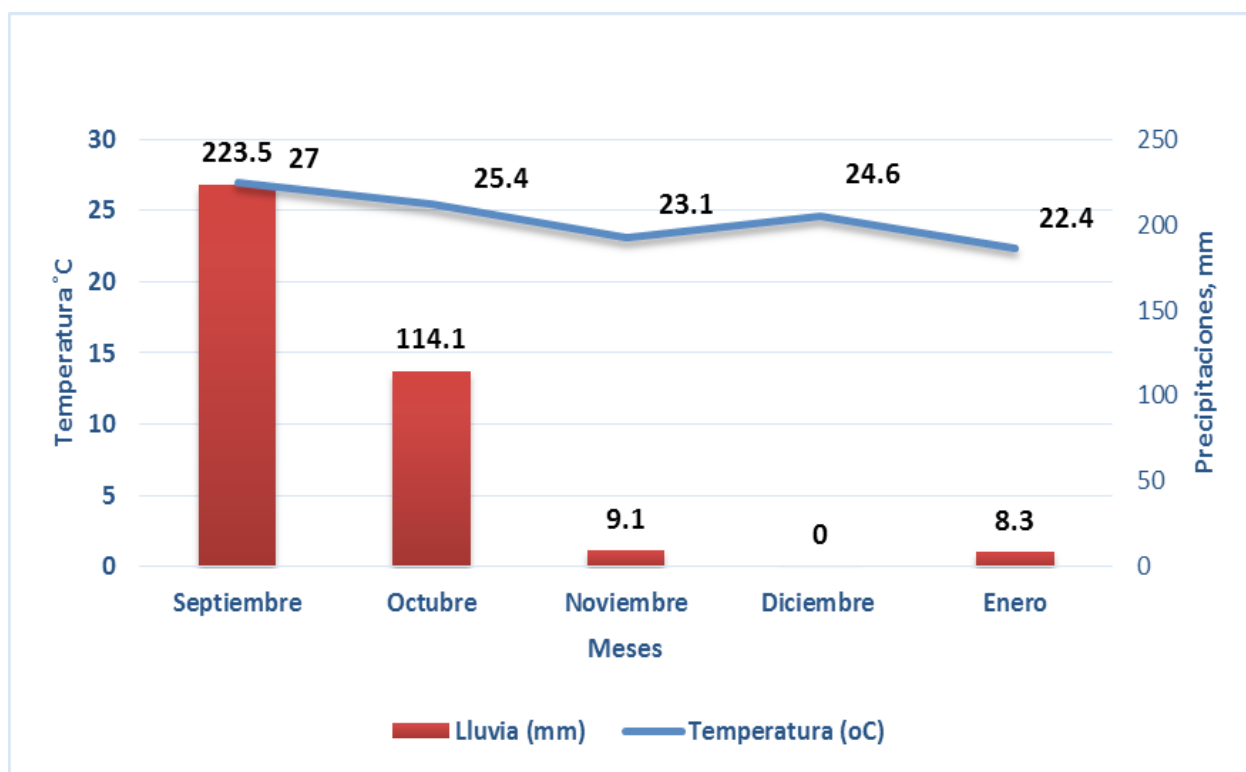


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones y la temperatura en las condiciones del experimento. Fuente: Pluviómetro “Barajagua” y Departamento del Clima del Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos.

Todos los caracteres cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por lo cual se procedió a efectuar un ANOVA de clasificación simple. Para la discriminación de medias se utilizó el procedimiento de Duncan (1955), significación a 5% en los casos en que el ANOVA resultó significativo, como herramienta el programa estadístico SPSS (versión 15.0).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia de las estacas se produjo de manera uniforme entre los 10-12 días de plantadas. Se debe mencionar la ausencia de precipitaciones en el período que antecedió a la emergencia, sin embargo la misma no se afectó. En el momento del corte el 100% de las plantas estaban florecidas.

Dentro de los materiales genéticos del *Pennisetum purpureum*, el pasto morado es un genotipo de gran

potencial; ello, debido a su alto rendimiento y elevada calidad, obtenido por selección de una progenie autopolinizada del pasto Merkeron, híbrido seleccionado del cruce de pasto elefante enano × pasto elefante alto (Herrera & Martínez, 2006).

La Tabla 1 muestra el comportamiento de indicadores morfofisiológicos del cultivar Taiwán morado en el corte de establecimiento. Se aprecia que la altura fue superior en la variante que recibió la fertilización mineral con N.P.K durante la plantación (1,82 m), seguida del humus de lombriz y las variantes *Glomus cubense*. y *Rhizogloium intraradices*, estas últimas, aunque con menor tamaño, no difieren del control.

La especie *Rhizogloium intraradices* y el testigo mostraron la menor altura (1,21 y 1,27 m respectivamente). En cuanto al ancho, largo de la cuarta hoja y el área foliar no hubo diferencias estadísticas entre las diferentes variantes estudiadas ( $p \leq 0,05$ ), aunque pudo apreciarse la mayor tendencia en la variante fertilizada, seguido de *Funneliformis mosseae*, que incluso fue superior al humus de lombriz.

Respecto al diámetro del tallo, fue mayor en la variante N.P.K. (1,24cm), aunque no difirió del humus de lombriz, similar estadísticamente al testigo, *Funneliformis mosseae* y *Rhizogloium intraradices*. El diámetro menor fue en *Glomus cubense* (1,05m).

Tabla 1. Indicadores morfofisiológicos en el momento del corte de establecimiento.

Nro	Altura (m)	Ancho 4ta hoja (cm)	Largo 4ta hoja (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Diámetro del tallo (cm)
Funneliformis mosseae	1,217b	3,70	70,06	258,21	1,13bc
Funneliformis mosseae	1,43ab	3,60	64,96	238,30	1,05c
Rhizogloium intraradices	1,43ab	3,65	66,13	241,17	1,10bc
Humus de lombriz 4	1,55ab	3,60	69,03	249,00	1,17ab
N.P.K	1,82a	3,70	71,40	264,04	1,24a
Testigo	1,27b	3,61	62,50	225,97	1,07bc
ES±	1,761*	1,234ns	1,761ns	1,234ns	1,761*
CV%	10,34	11,25	10,34	11,25	10,34

Letras distintas indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$  según Duncan (1955).

Madera, et al., (2013), evaluaron en condiciones de campo diferentes edades de corte del pasto Taiwán morado, con un incremento en la altura, con la edad, siendo a los 120, 105 y 90 días, donde se reportaron los valores más altos, con 2,03, 2,00 y 1,88 m, Patiño (2006), menciona que el pasto elefante morado es una especie perenne de porte alto, crece

en macollas, y los tallos presentan una altura que varía de 2-3 m, el diámetro del tallo entre 2-4 cm, largo y ancho de la hoja entre 30-70 cm y 2-3 cm respectivamente. Los resultados logrados en este estudio están por debajo en el diámetro del tallo, en el rango de largo de la hoja (ligeramente superior en la variante fertilizada), y por debajo en el ancho de la hoja, donde no superó los 1,25 cm.

Caballero, et al., (2016), al evaluar el rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* en condiciones de producción (King grass, OM-22, CT-169, Taiwán morado y CT-115) en un suelo Ferralítico rojo cuarcítico, se encontró que la altura al año de evaluación fue significativamente superior en CT-169, king grass y CT-115 (1,35, 1,35 y 1,31 m), mientras que Taiwán morado y OM-22 mostraron 1.18 y 1.12 m respectivamente.

Los indicadores morfofisiológicos, en sentido general indicaron un comportamiento superior en la variante fertilizada con N.P.K, las especies de micorrizas superaron al testigo estadísticamente y mantuvieron esa tendencia, aun cuando no hubo diferencias estadísticas. Con mejor respuesta en todos los indicadores, menos la altura estuvo *Funneliformis mosseae*

La Figura 1 refleja el rendimiento de biomasa del Taiwán morado en el corte de establecimiento. El mayor rendimiento se encontró en el tratamiento N.P.K con 10,20 t/ha<sup>-1</sup>, sin diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) de los tratamientos *Glomus cubense* (8,51), Humus, (8,47) y *Rhizogloium intraradices* (8,03). Los menores rendimientos se encontraron en *Funneliformis mosseae* (5,18) y el Testigo (4,25). Se debe señalar que *Funneliformis mosseae* mostró los mejores indicadores morfofisiológicos, y sin embargo deprimió su rendimiento de materia seca.

Resultó evidente el efecto favorable en el incremento de la producción de forraje que representó la inoculación con las micorrizas y la aplicación del humus de lombriz en relación al testigo. Este resultado permite estimar alternativas orgánicas y biológicas que pudieran suplir la ausencia de fertilizantes minerales, dada su carestía y la necesidad de contribuir a la protección del medio ambiente.

Los resultados de producción de biomasa pudieron estar afectados por el volumen y distribución de las precipitaciones, durante el período en que se realizó la investigación (final de septiembre hasta febrero), que aunque octubre es el mes más lluvioso del año se comportó seco, lo que significó poca disponibilidad de humedad en el suelo para el desarrollo vegetativo de la planta.

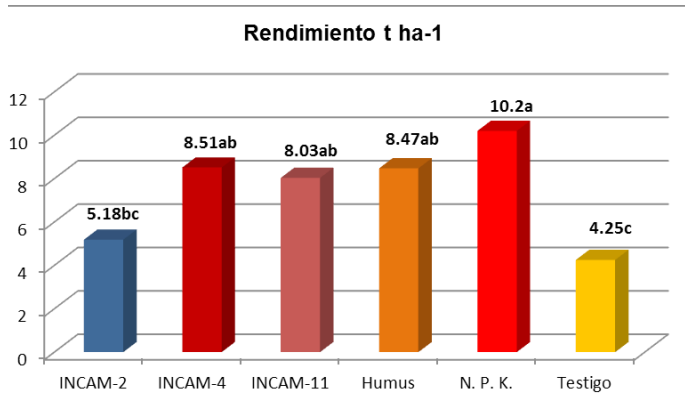


Figura 1. Rendimiento de biomasa (t/ha<sup>-1</sup>) del Taiwán morado.

ES ±: 1,169\* CV (%): 12,34

Letras distintas indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$  según Duncan (1955).

En el estado de Yucatán, el pasto morado (*Pennisetum purpureum*) representa una alternativa para los ganaderos de la región, por su elevada adaptabilidad a suelos moderadamente drenados, de fertilidad media a alta y su tolerancia a la sequía (Ortiz et al., 2010).

Rosthoj & Branda (2001), recomiendan el corte del pasto *Pennisetum purpureum* a los 90-120 días de edad, considerando como mejor opción a los 90 días, con el fin de aprovechar al máximo la producción de hoja y el contenido nutricional del forraje. El incremento de la producción del forraje, con la edad, se puede deber a un aumento en la tasa fotosintética como resultado de la presencia de mayor área foliar; al respecto, Hernández & Guenni (2008), acotaron que las pasturas tropicales tienen mayor capacidad de aprovechar la radiación solar; ante esto, alcanzan su máxima producción con la presencia de mayor área foliar, lo que permite la intercepción de niveles altos de intensidad lumínica. De igual manera, el pasto morado se caracteriza por la elevada capacidad de convertir la energía luminosa en biomasa y su plasticidad ecológica Ortiz, et al., (2010). Estos atributos lo convierten en una especie con capacidad de producir alta cantidad de forraje.

La Figura 2 refleja el rendimiento de biomasa en las hojas y los tallos del clon Taiwán morado. No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, tanto para las hojas y el tallo. Se aprecia en todos los tratamientos que el mayor rendimiento se encontró en los tallos, con el rendimiento más bajo en el testigo (3,59 t/ha<sup>-1</sup>), mientras que el mayor estuvo en la variante que recibió la fertilización mineral (6,43 t/ha<sup>-1</sup>), seguido del humus de lombriz (5,12), *Glomus cubense* (5,06), *Rhizogloium intraradices* (4,81) e *Funneliformis mosseae* (3,36).

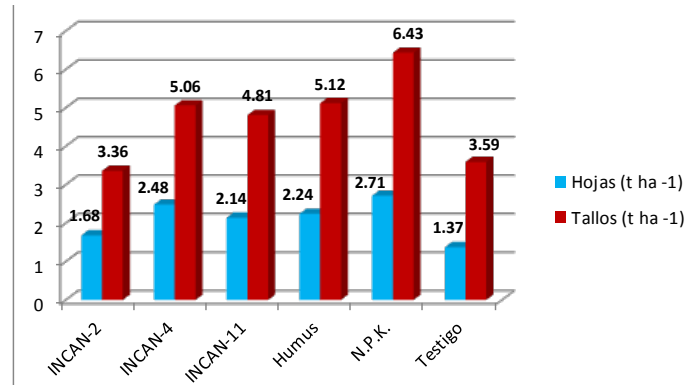


Figura 2. Rendimiento de biomasa seca de hojas y tallos (t/ha<sup>-1</sup>) del Taiwán morado.

ES ±: 1,456<sup>ns</sup>- 1,768<sup>ns</sup> CV (%): 11,23- 12,00

Letras distintas indican diferencias significativas para  $p \leq 0,05$ , según Duncan (1955).

La respuesta alcanzada, pudiera indicar una especificidad de la micorrizas respecto al hospedero. El rendimiento de las hojas, aunque también sin diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) entre sí, mostró el menor rendimiento en el testigo (1,37) y el más altos en la variante fertilizada (2,71), seguida de *Glomus cubense* (2,48), la aplicación de humus de lombriz (2,24), *Rhizogloium intraradices* (2,14) y *Funneliformis mosseae* (1,68). Se puede apreciar de manera general que la mejor respuesta de las micorrizas, tanto en hojas, como en tallos estuvo en *Glomus cubense*, seguida de *Rhizogloium intraradices*.

Al respecto, Hertentains, et al., (2009) coinciden en que *Pennisetum purpureum* produce elevados rendimientos de MS, del cual el 32% corresponde a las hojas. La ms de la planta llega a 20%; mientras que la de las hojas y los tallos puede ser mayor o menor en dependencia del desarrollo de la planta y las prácticas de manejo.

La Figura 4 refleja el contenido de proteína bruta (PB) y su rendimiento t/ha<sup>-1</sup> en los diferentes tratamientos evaluados en el trabajo. Se aprecia que el mayor contenido de proteína bruta se encontró en la variante 3, inoculada con *Rhizogloium intraradices* (5,87%), seguida de la fertilización mineral y del tratamiento humus de lombriz, ambos con 5,50%; en todos los casos sin diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ). A estos tratamientos le sigue *Funneliformis mosseae*, con 5,25% y el testigo con 5,12%, ambos sin diferir estadísticamente de los anteriormente mencionados. El menor porcentaje de proteína bruta se alcanzó en *Glomus cubense*, con 4,31%. Esto indica que la respuesta de la proteína bruta resultó similar a cuando utilizamos los fertilizantes minerales,

inoculamos las cepas de micorrizas, aplicamos el humus de lombriz y la variante testigo.

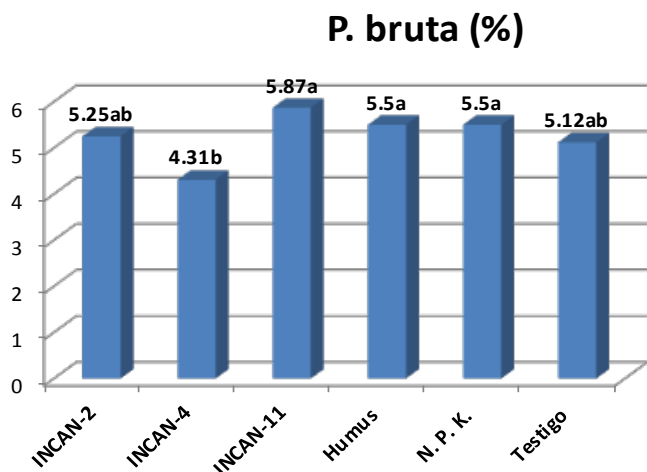


Figura 4. Porcentaje y rendimiento de proteína bruta del Taiwán morado.

ES  $\pm$ : 1,341\* - 0,789<sup>ns</sup> CV (%): 10, 26- 9,76

Letras distintas indican diferencias significativas para  $p \leq 0,05$ , según Duncan (1955).

González, et al., (2011) encontraron un mejor comportamiento del cultivar Elefante morado para los contenidos de proteína bruta con valores de 17,1 %, con el valor más alto (22,6 %) a los 14 días de madurez, manteniéndose por encima de 11% hasta la edad de 70 días, lo cual resulta positivo, dada la distribución y volumen de las precipitaciones en la zona de producción ganaderas durante el período de investigación. Estos resultados superan los del trabajo, obtenidos a los 133 días de establecimiento del pasto.

En la tabla se aprecia que el rendimiento de proteína bruta fue mayor en la variante fertilizada, seguido de *Rhizoglosum intraradices* y el humus, aunque no hubo diferencias estadísticas entre sí, la tendencia expresó este comportamiento. Se debe tener en cuenta que en la determinación del rendimiento de este indicador influye directamente el rendimiento de biomasa, el cual fue mayor en la variante N.P.K.

Las gramíneas tropicales se caracterizan por baja a mediana disponibilidad de energía, lo cual está asociado con un alto contenido de carbohidratos estructurales, bajos contenidos de carbohidratos solubles, contenidos de proteína inferiores al 7% y digestibilidades menores a 55% (Barahona, et al., 2014). Por otra parte, los niveles de proteína cruda, minerales y algunas vitaminas, en las gramíneas tropicales tienden a disminuir rápidamente durante la estación seca. Este criterio corrobora el comportamiento de varios indicadores encontrados en los resultados que se discuten.

A partir de las funciones de los HMA en los agroecosistemas de pastizales, el impacto negativo que los procesos de degradación pueden tener en las comunidades de estos microorganismos, y de las posibilidades de lograr su manejo efectivo mediante la inoculación de cepas eficientes, su inclusión en los programas de recuperación podría ser una opción económica y ecológicamente viable para mejorar la productividad de los pastos y a la vez, reducir los volúmenes de fertilizantes que se utilizan en esta labor (Verbruggen, et al., 2013).

## CONCLUSIONES

La altura fue superior en la variante con fertilización mineral, aunque sin diferencias con el humus de lombriz y las cepas *Glomus cubense* y *Rhizoglosum intraradices*, mientras el diámetro del tallo resultó superior en el N.P. K. y el humus. El largo, ancho de la cuarta hoja y el área foliar no mostraron diferencias entre los tratamientos.

El mayor rendimiento de biomasa seca se encontró en el tratamiento fertilizado, seguido del humus y los tratamientos micorrizados, fue mayor en los tallos que en las hojas, con un comportamiento similar al rendimiento total. En ambos casos *Glomus cubense* mostró la mejor respuesta entre las cepas de micorrizas.

El tratamiento con *Rhizoglosum intraradices* generó mejores porcentajes de proteína bruta (5.91%) sin diferencias del tratamiento con humus y el fertilizante mineral, que a su vez alcanzó el mayor rendimiento (0,50 t/ha<sup>-1</sup>).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Murgueitio, E., Zapata, C., & Solarte, A. (2014). Establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles institucionalmente sostenibles En: A. Acosta, T. Díaz, (Eds.). Lineamientos de Política para el desarrollo sostenible del sector ganadero. Roma: Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- Barahona, R., Sánchez, M. S., Murgueitio, E., & Chará, J. (2014). Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. Revista Carta Fedegán, 140, 66-69.
- Caballero, A., Martínez, R., Hernández, M., & Marlen Navarro. (2016). Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone. Pastos y Forrajes, 39(2), 94-101. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269146602003.pdf>

- González, I., Betancourt, M., Fuenmayor, A., & María Lugo. (2011). Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum sp*) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Trop*, 29(1), 103-112. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?zt11009>
- Herrera, R. S., & Martínez, R. O. (2006). Mejoramiento genético por vías no clásicas. En: R.S., Herrera, G., Febles & G. Crespo, (Editores). *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. La Habana: Instituto de Ciencia Animal.
- Hernández, M., & Guenni, O. (2008). Producción de biomasa y calidad nutricional del estrato graminoide en un sistema silvopastoril dominado por samán (*Samanea saman* (Jacq) Merr). *Zootecnia Trop.*, 26(4), 439-453. Recuperado de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692008000400004](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000400004)
- Hertentains, L. A., Troetsch, S. O., & Santamaría, E. (2009). Manejo y utilización de cultivares *Pennisetum purpureum* en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí. Panamá: Centro de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Hinojosa Y.L.A., Yopez N.D., Rodal C.F., Ríos O.A., Claros B.R., Suárez N.T., Jiménez L.E. (2014). Producción y características agronómicas de cuatro variedades de pasto de corte del género *Pennisetum*, en Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia*, 3, 28-35. Recuperado de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rcaa/n3/n3\\_a04.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rcaa/n3/n3_a04.pdf)
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque: Instituto de Suelos.
- Lok, S. (2005). Determinación y selección de indicadores del sistema suelo-pasto en pastizales dedicados a la producción de ganado vacuno. Tesis de Doctor. La Habana: Instituto de Ciencia Animal.
- Leigh, J., Hodge, A., & Fitter, A. H. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi can transfer substantial amounts of nitrogen to their host plant from organic material. *New Phytol.* 181(1), 199–207. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18811615>
- Madera, N. B., Ortiz, B., Bacab, H. M., & Magaña, H. (2013). Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca, Avances en Investigación Agropecuaria, 17(2), 41-52. Recuperado de <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/3.pdf>
- Murgueitio, E., et al. (2015). Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. Pp. 59-101 En: *Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico 402.* Turrialba: CATIE.
- Ortiz, R. B., Sosa, R. E., & Zavaleta, C. (2010). Manual del pasto morado. Follero Técnico No. 1. Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. Instituto Tecnológico de Conkal. Quintana Roo: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Chetumal.
- Patiño, A. A. (2006). Caracterización de producción de forrajes tropicales para alimentación de conejos. Quimbaya: Universidad de Quindío.
- Posada, R. H., Franco, L. A., Ramos, C., Plazas, L. S., Suárez, J. C., & Alvarez, F. (2008) Effect of physical, chemical and environmental characteristics on arbuscular mycorrhizal fungi in *Brachiaria decumbens* (Stapf) pastures. *J. Appl. Microb.*, 104(1), 132-140. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17850319>
- Rosthoj L., Selma, I., & Branda, L. N. (2001). Determinación de los nutrientes digestibles totales en ovinos a partir del *Pennisetum purpureum* y variedades. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 1(3), 83-90.