

CALIDAD NUTRITIVA DE *BRACHIARIA HUMIDICOLA* CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN SUELOS ÁCIDOS¹

NUTRITIVE VALUE OF *BRACHIARIA HUMIDICOLA* WITH ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZATION IN ACID SOILS

Jiménez, O.M.M.^{2*}, Granados, L.², Oliva, J.², Quiroz, J.² y Barrón, M.²

²Campo Experimental Huimanguillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apartado Postal 17. Huimanguillo. CP. 86400. Tabasco. México. *jimenez.manuela@inifap.gob.mx

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Gramínea tropical. Compost. Proteína bruta. Digestibilidad. Acrisol. Trópico húmedo.

ADDITIONAL KEYWORDS

Tropical grass. Compost. Crude protein. Digestibility. Acrisol. Humid tropic.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de fertilizante orgánico e inorgánico sobre la calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola*, en tres épocas climáticas del año a los 21, 28 y 35 días de crecimiento. El estudio se condujo sobre una pradera localizada en suelos ácidos. Los efectos principales estudiados fueron: época climática (E), sequía, lluvias e invierno; tipo de fertilizante (TF), sin fertilizante, fertilizante inorgánico (150-60-00 NPK) y orgánico (15-4,8-8,4 NPK); edad de corte 21, 28 y 35 días y sus interacciones. Se utilizaron tres réplicas por tratamiento. Las variables estudiadas fueron: proteína bruta (PB), digestibilidad *in situ* de la materia seca (DIMS), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad de la FDN (DFDN). Los efectos principales estudiados y sus interacciones afectaron ($p < 0,0001$) los valores de PB y DIMS de *B. humidicola*. La FDN resultó afectada ($p < 0,05$) por TF, edad, y las interacciones TF x edad y E x TF x edad. La DFDN de *B. humidicola* únicamente resultó afectada ($p < 0,05$) por E. Se concluye, que la aplicación del fertilizante orgánico en suelos ácidos, no incrementó el valor nutritivo de *B. humidicola* con respecto a lo observado con la aplicación del fertilizante inorgánico a través de un año y con diferentes edades de corte. Los valores de digestibilidad de la materia seca y fibra detergente neutro en el pasto húmedicola resultaron

similares entre el tratamiento fertilizante orgánico y sin fertilizante.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of organic and inorganic fertilization on nutritive value of *Brachiaria humidicola* during three climatic seasons at the 21, 28 and 35 days old of growth. The study was carried out on grassland in acid soil. The main effects were climatic season (E), dry, rainfall and winter; kind of fertilizer (TF), without fertilizer, inorganic fertilizer (150-60-00 NPK) and organic fertilizer (15-4,8-8.4 NPK); age of harvest (21, 28 y 35 days) and their interactions. Three replicate were used by treatment. The response variables were crude protein (PD), digestibility *in situ* of the dry matter (DIMS), neutral detergent fiber (FDN) and digestibility of the FDN (DFDN). The main effects studied and their interactions affected ($p < 0.0001$) the PD and DIMS of *B. humidicola*. The FDN was affected ($p < 0.05$) by TF, age and the interactions TF x age and E x TF x age. The DFDN of *B. humidicola* only was affected ($p < 0.05$) by E. In conclusion, the use of organic fertilizer on acid soil didn't increase the nutritive value of *B. humidicola* with respect to inorganic fertilizer through of one year of study and with different age of harvest. The digestibility of the dry matter and the neutral detergent fiber of *B. humidicola* were similar between organic fertilizer and without fertilizer.

¹Proyecto financiado parcialmente por la Fundación Produce Tabasco A.C.

INTRODUCCIÓN

En la región tropical húmeda, una parte importante de la ganadería bovina es alimentada con base en el pastoreo y se desarrolla sobre suelos con pH ácido. Este tipo de suelos, se caracteriza por presentar una alta fijación de fósforo, baja tasa de formación de amonio y nitratos, bajo contenido de calcio y magnesio y moderado contenido de potasio (Velasco *et al.*, 1999). Aunque en los suelos ácidos es factible encontrar un alto contenido de materia orgánica, el nitrógeno total es de baja disponibilidad, de ahí que resulte importante estudiar los efectos de los fertilizantes de tipo inorgánico (NPK) y orgánico sobre la calidad nutritiva de los pastos con mayor presencia y tolerancia a este tipo de suelos.

Cuando la pradera se utiliza como base de alimentación de los bovinos, el retorno de nutrientes al suelo se realiza de manera natural a través de hojarasca producida por el pastizal y por las excretas de animales en pastoreo; sin embargo, altas intensidades de pastoreo, reducen la acumulación de hojarasca y el reciclaje de nutrientes se produce solamente a través de las excretas animales en forma deficiente (Rodríguez *et al.*, 2001), por lo que se requiere aportar al suelo los nutrientes que requiere para apoyar la producción de biomasa.

El pasto *B. humidicola* cv Chetumal se encuentra ampliamente disseminado en la región tropical de México, debido a su capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de esta región (Enríquez, 1994). Tan solo en el período de 1989 a 1992, se establecieron en México más de 112 664 ha con semilla, sin contar las extensiones establecidas con material vegetativo (Peralta y Enríquez, 1993). Adicionalmente, este tipo de pasto se encuentra ampliamente disseminado en regiones con suelos ácidos.

La producción de forraje de las *Brachiarias* es muy variable entre especies (Reyes *et al.*, 2004). Se han reportado (Enríquez,

1994) producciones anuales de materia seca de hasta 15 t ha⁻¹ en *B. humidicola* en condiciones de suelos ácidos e infértiles. Sin embargo, las *Brachiarias* tienen como desventaja su bajo contenido de proteína bruta (5%) y digestibilidad de la materia seca (55%) (Teixeira *et al.*, 1999; Da Silva-Souza *et al.*, 1992; Moura *et al.*, 2002).

La composición química y digestibilidad de los forrajes es influida por diversos factores, entre los cuales se encuentran: el fotoperíodo (Sinclair *et al.*, 2001), temperatura ambiente (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007), edad de la planta (Pérez *et al.*, 2004; Arthington y Brown, 2005), disponibilidad de agua en el suelo (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007) y la fertilidad del suelo (Johnson *et al.*, 2001).

La fertilidad de los suelos ácidos se puede incrementar con la aplicación de fertilizantes de tipo inorgánico y orgánico. Los fertilizantes inorgánicos (por ejemplo, la urea), si bien aumentan el nitrógeno disponible para la planta, no producen cambios importantes en la textura y población bacteriana en el suelo. A diferencia de estos, los de tipo orgánico sí producen efectos positivos sobre la textura del suelo, enriquece el medio con fauna y flora, especialmente de bacterias logrando un beneficio para la nutrición de cultivos (Muñoz, 1994). En este sentido, un manejo estratégico del pastoreo, en condiciones de insumos orgánicos e inorgánicos, requiere ser comparado para conocer su influencia en la estabilidad del sistema.

Adicionalmente, en México, un alto número de trabajos en gramíneas tropicales (Enríquez *et al.*, 1999), se han efectuado con fertilización inorgánica y son casi nulas las evaluaciones con fertilizantes orgánicos basados en el uso de compost (Castellanos *et al.*, 1996). Con base en lo indicado anteriormente, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre la calidad nutritiva del pasto humidícola, en tres épocas climáticas del año a los 21, 28 y 35 días de crecimiento.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN HUMIDÍCOLA

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en La Sabana de Huimanguillo, Tabasco, México (17°45' y 17° 5' LN y 93°24' y 93°43' LO (Calderon, 1972). La región tiene un clima Af(m)w" (i) g, cálido húmedo con altas precipitaciones en verano (García, 1981) y un promedio en la temperatura ambiente anual de 26,5°C, máxima de 39,7°C y mínima de 13,7°C; precipitación pluvial anual de 2123 mm. El suelo es Acrisol húmico (FAO, 1989), localmente conocido como *terrenos de Sabana*, con pH de 4,6 a 5,4.

El estudio tuvo una duración de un año y se consideraron las tres épocas climáticas prevalecientes en la región, las cuales se encuentran bien definidas: Sequía (16 de marzo al 15 de junio) se caracteriza por presentar menor precipitación (de 0 a 25,5 mm) y altas temperaturas; Lluvias (16 de junio al 15 de octubre) periodo donde ocurren precipitaciones uniformes que llegan a prolongarse por varias horas; Invierno (16 de octubre al 15 de marzo) caracterizado por bajas temperaturas, onda fría con precipitaciones finas persistentes y por vientos provenientes del norte .

El área experimental fue una pradera de 6711,15 m² establecida con pasto húmicola (*B. humidicola*), la cual se dividió en nueve secciones de 745,7 m² cada una. En cada sección se aplicó diferentes tipos de fertilizantes (tratamientos): testigo (sin fertilizante), fertilizante inorgánico (150-60-00 NPK) y fertilizante orgánico (15-4,8-8,4 NPK) con abono orgánico (1,5 t ha⁻¹ de abono orgánico tipo Bocashi). Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas subdivididas (Herrera, 1997), donde la parcela grande fue la época climática, la subparcela el tipo de fertilizante y la edad de corte como una subdivisión más del arreglo. El término de error para época climática fue repetición por época climática. Mientras que para tipo de fertilizante y la interacción época climática con tipo de fertilizante el

término de error fue la repetición por tipo de fertilizante dentro de época climática.

El fertilizante inorgánico estuvo compuesto por urea (46% N) y superfosfato triple de calcio (46% P). Mientras que el fertilizante orgánico lo constituyó la compost tipo Bocashi elaborado con (base húmeda): paja de trigo molida (20%), tierra de hojarasca seca (30%), estiércol de bovino (30%), carbón de olote (5%), harina de grano de maíz y olote molido (5%), cal (1%), levadura (0,8%), melaza de caña de azúcar (0,8%) y agua (7,4%). La dosis del fertilizante orgánico utilizada corresponde a la empleada para el cultivo del maíz (Valero, 1998), debido a que este tipo de compost no se ha estudiado en pastos tropicales. La dosis total de los fertilizantes se dividió en tres fracciones, cada fracción se aplicó al inicio de cada época climática del año, excepto la dosis total de fósforo, la cual se aplicó al inicio del estudio (época de sequía).

Dentro de cada época climática, y de manera previa a la evaluación agronómica, se realizó un corte manual del pasto para uniformar todas las unidades experimentales.

Las edades de corte del pasto correspondieron a 21, 28 y 35 días de rebrote.

En cada muestra de pasto se determinó su valor de proteína bruta (PB), en % (AOAC, 1990), digestibilidad *in situ* de la MS (DIMS) durante 48 h, en % (Tilley y Terry, 1963), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad de la FDN, en % (Van Soest *et al.*, 1991).

Para la determinación de DIMS, se utilizó un toro con fistula ruminal, el cual permaneció en pastoreo, en una pradera de pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*).

Las muestras se trabajaron en el laboratorio de nutrición animal del Colegio de Postgraduados (CP) Campus Tabasco.

Para el análisis estadístico, se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2001) para el diseño descrito. Las comparaciones de medias entre tratamientos se efectuaron con la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el transcurso del estudio se presentó un accidente en el cuarto de almacenamiento de las muestras de forraje, dañándose de manera irreparable algunas muestras correspondientes al tratamiento sequía/fertilizante inorgánico/21 días de edad. Por lo que no se muestran las medias de DIMS y FDN para el tratamiento descrito.

Proteína bruta. Los efectos mayores época climática, tipo de fertilizante y edad de corte afectaron ($p < 0,0001$) el contenido de PB del pasto humidícola.

Los valores más altos de PB (%) se detectaron en la época de invierno, seguido de sequía y lluvias $5,7 \pm 0,4^a$, $5,3 \pm 0,3^b$ y $7,3 \pm 0,5^c$, respectivamente.

Tanto la fertilización inorgánica como la orgánica tuvieron una mayor influencia sobre la PB del pasto ($7,6 \pm 0,5^a$ y $5,7 \pm 0,3^b$, respectivamente) que el tratamiento sin fertilizante ($5,1 \pm 0,2^c$).

Conforme se incrementó la edad de corte

del pasto, 21, 28 y 35 días, se aumentó el valor de PB en el pasto, $5,5 \pm 0,4^a$; $6,2 \pm 0,5^b$ y $6,6 \pm 0,4^c$, respectivamente.

Las interacciones época con tipo de fertilizante, época con edad de corte, tipo de fertilizante con edad de corte, y la triple interacción época con tipo de fertilizante y edad de corte resultaron significativas ($p < 0,0001$), tal como se indica en la **tabla I**.

Este tipo de resultados muestran lo complejo que resulta establecer un manejo agronómico de la pradera orientado a obtener el mayor valor de proteína cruda en el pasto a través de diferentes épocas climáticas. Por ejemplo, al contrastar los tratamientos, fertilizante inorgánico vs. sin fertilizante, se detectó que en el tratamiento fertilizante inorgánico (en la dosis utilizada), se obtuvo un mayor valor de PB en el pasto humidícola durante las épocas climáticas de sequía y lluvias, pero sólo en las edades de corte de 28 y 35 días. Sin embargo, en la época de invierno, la fertilización inorgánica mostró una clara superioridad sobre sin fertiliza-

Tabla I. Influencia de la interacción época climática con tipo de fertilizante y edad de corte del pasto sobre la proteína bruta (% , media ± error estándar) de *Brachiaria humidicola* Rendle Schw en suelos ácidos. (Influence of the interaction of season of year with kind of fertilization and harvest age of grass on the crude protein (%) of *Brachiaria humidicola* Rendle Schw in acid soils).

Época climática/ Tipo de fertilizante	Edad de corte (días)		
	21	28	35
Sequía			
sin fertilizante	5,0±0,1 ^{ijkl}	4,2±0,1 ^{klm}	4,1±0,0 ^{lm}
inorgánico ¹	4,8±0,2 ^{klm}	8,4±0,1 ^c	7,9±0,1 ^c
orgánico ²	4,3±0,1 ^{klm}	6,7±0,1 ^{de}	6,1±0,0 ^{efg}
Lluvias			
sin fertilizante	4,9±0,0 ^{ijkl}	3,9±0,0 ^m	4,7±0,1 ^{ijklm}
inorgánico	4,2±0,1 ^{klm}	7,9±0,1 ^c	5,7±0,4 ^{fghi}
orgánico	5,1±0,0 ^{hik}	5,6±0,0 ^{ghij}	5,9±0,1 ^{efgh}
Invierno			
sin fertilizante	7,0±0,0 ^{cd}	5,2±0,0 ^{ghij}	6,6±0,0 ^{def}
inorgánico	9,3±0,1 ^b	10,2±0,0 ^a	10,0±0,2 ^{ab}
orgánico	5,2±0,4 ^{ghij}	4,1±0,2 ^{lm}	8,4±0,1 ^c

abcdefghijklm valores dentro de un mismo renglón o columna con diferente letra son diferentes ($p < 0,0001$).

¹Fertilizante inorgánico: 150-60-00 NPK.

²Fertilizante orgánico: 15-4,8-8,4 NPK con abono orgánico tipo Bocashi, 1,5 t ha⁻¹.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN HUMIDÍCOLA

ción en las tres edades de corte estudiadas (**tabla I**).

La comparación de los tratamientos fertilizante orgánico vs. sin fertilizante, muestra que el fertilizante orgánico ejerció un efecto positivo sobre la PB del pasto humidícola, aunque de menor magnitud al registrado con el fertilizante inorgánico, durante las épocas de sequía y lluvias en las edades de corte 28 y 35.

Ambos, fertilizante inorgánico y orgánico, no ejercen un efecto sobre la PB del pasto estudiado durante la sequía a una edad de corte de 21 días. Al parecer, los beneficios de la fertilización orgánica e inorgánica no resultan evidentes en la PB del pasto humidícola a una edad temprana de corte (21 días) y en condiciones de baja humedad en el suelo (sequía). Al respecto, Pérez *et al.* (2004) muestran que el porcentaje de nitrógeno en el pasto *Brachiaria* híbrido cv se incrementa hasta la cuarta semana de edad, posteriormente empieza a descender. Este tipo de cambio en el contenido de PB en pasto humidícola no fue detectado en ninguno de los tratamientos estudiados, probablemente por el reducido número de edades de corte estudiadas (21, 28 y 35 días). Sin embargo, tanto la aplicación del fertilizante orgánico como el inorgánico, permitieron reducir los efectos negativos de la sequía sobre la PB del pasto a edades de corte de 28 y 35 días. Es probable que la respuesta observada en esta época este explicada por una interacción entre factores ambientales, p. ej., humedad del suelo y temperatura ambiente (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007) y microbianos del suelo (Vieira y Nahas, 2005; Merkl *et al.*, 2006), lo que permitió incorporar de forma más efectiva los nutrientes a la planta y se reflejó en el nivel de nitrógeno en la planta.

En diversos estudios (Mata, 1989; Bolívar e Ibrahim, 1999) se muestra que la PB de *B. humidicola* se encuentra entre 3,5 y 4,7%. Los resultados de este estudio muestran una mayor variación en los valores de

PB de *B. humidicola* (**tabla I**), en donde las interacciones entre época, tipo de fertilizante y edad de cosecha del pasto tiene una participación importante para explicar los cambios en la PB.

La diferencia en el contenido de PB en el forraje puede ser indicativa de variaciones en la respuesta fotosintética a la radiación, ya que ésta depende en gran medida del contenido de nitrógeno en la hoja. Esto se sustenta en trabajos que indican que el nivel de nitrógeno en la hoja está correlacionado con el área foliar específica y que éste disminuye al incrementarse la biomasa (Enríquez *et al.*, 1999; Navarro y Vázquez, 1997), ya que con el desarrollo del dosel se establece un gradiente en el contenido de nitrógeno en la hoja y que normalmente las hojas sombreadas presentan una menor concentración de nitrógeno que las expuestas al sol (Juárez *et al.*, 2004), por lo que la hoja juega un papel importante en la asimilación del carbono, relaciones hídricas y equilibrio energético.

En el tratamiento fertilización inorgánica, durante la época de lluvias, se registró un menor contenido de PB en el pasto con una edad de 21 días con relación a las edades 28 y 35 días. Al respecto, las condiciones ambientales presentes en la época lluviosa (alta precipitación pluvial y mayor número de horas luz) aceleran el crecimiento en *B. humidicola* y permiten que el pasto alcance su estado de madurez en menor tiempo, lo que reduce el contenido de PB en el forraje. En contraste a lo detectado en lluvias, durante la época de invierno, la constante precipitación pluvial y alta nubosidad, propician un crecimiento lento de la planta, condición que se relaciona con un nivel de PB más alto (Heinemann *et al.*, 2005).

Adicionalmente, evaluaciones realizadas con *B. humidicola* durante la época de invierno, muestran una correlación negativa entre el contenido de PB y la producción de materia seca en suelos donde la fertilidad no es limitante, aunque en otros reportes se señala una correlación positiva entre el ni-

vel de nitrógeno aplicado y la PB en el forraje (Del Pozo *et al.*, 2002).

DIMS. La época climática ($p < 0,05$), tipo de fertilizante ($p < 0,05$) y edad de corte afectaron ($p < 0,0001$) la digestibilidad de la materia seca del pasto humidícola.

Los valores más altos de DIMS se detectaron en la época de sequía, seguido de lluvias e invierno $59,0 \pm 1,6^a$, $57,3 \pm 1,1^b$ y $55,7 \pm 1,0^c$, respectivamente.

La fertilización inorgánica mostró mayor influencia sobre la DIMS del pasto ($58,4 \pm 1,6^a$ %) que los tratamientos fertilización orgánica y sin fertilización ($56,5 \pm 1,2^b$ y $57,0 \pm 1,0^b$ %, respectivamente).

La mayor DIMS del pasto se registró a la edad de corte de 28 días ($59,2 \pm 1,5^a$ %) con respecto a las edades de corte de 21 y 35 días ($55,5 \pm 0,9^b$ y $56,8 \pm 1,0^c$ %, respectivamente).

Las interacciones época con tipo de fertilizante, época con edad de corte, tipo de fertilizante con edad de corte, y la triple interacción época con tipo de fertilizante y

edad de corte resultaron significativas ($p < 0,0001$).

En la **tabla II** se muestran los valores de DIMS del pasto humidícola considerando la triple interacción señalada previamente. Cuando se aplica el tratamiento fertilizante inorgánico en sequía y lluvias, se obtienen mayores valores de DIMS en la edad de 28 días, con respecto a los 21 y 35 días. En el caso del tratamiento fertilización orgánica, se detecta amplia variación en los valores de DIMS obtenidos. Por ejemplo, en la sequía e invierno se registraron mayores valores de DIMS en las edades de corte de 35 días que en los 21 días. Mientras que en la de lluvias, la DIMS fue similar en las tres edades de corte estudiadas.

La DIMS de los pastos tropicales es considerada baja (menor al 50%) con respecto a la indicada en pastos localizados en zonas templadas (60 a 70%) (NRC, 1984). Entre los factores que se han identificado como responsables de la baja digestibilidad

Tabla II. Influencia de la interacción época climática con tipo de fertilizante y edad de corte del pasto sobre la digestibilidad de la materia seca (%), media \pm error estándar) de *Brachiaria humidicola* Rendle Schw en suelos ácidos. (Influence of the interaction of season of year with kind of fertilization and harvest age of grass on the dry matter digestibility (%) of *Brachiaria humidicola* Rendle Schw in acid soils).

Época climática/ Tipo de fertilizante	Edad de corte (días)		
	21	28	35
Sequía			
Sin fertilizante	57,8 \pm 0,8 ^{defg}	55,3 \pm 1,8 ^{efghij}	56,50 \pm 0,5 ^{defghi}
Inorgánico ¹	-	71,0 \pm 0,5 ^a	54,3 \pm 0,8 ^{ghij}
Orgánico ²	51,0 \pm 0,0 ^{hij}	62,5 \pm 0,5 ^{bcd}	63,50 \pm 1,5 ^{bc}
Lluvias			
Sin fertilizante	57,5 \pm 1,4 ^{defgh}	64,6 \pm 1,5 ^{ab}	60,8 \pm 0,1 ^{bcd}
Inorgánico	51,1 \pm 1,0 ^{hij}	59,4 \pm 1,7 ^{bcd}	51,1 \pm 0,4 ^{hij}
Orgánico	59,7 \pm 0,1 ^{bc}	54,6 \pm 0,2 ^{efghij}	56,7 \pm 0,6 ^{defghi}
Invierno			
Sin fertilizante	55,0 \pm 1,2 ^{efghij}	55,1 \pm 0,3 ^{efghij}	50,2 \pm 0,2 ^j
Inorgánico	60,0 \pm 1,2 ^{bc}	61,0 \pm 1,2 ^{bcd}	59,1 \pm 1,0 ^{bc}
Orgánico	52,1 \pm 0,8 ^{ghij}	49,4 \pm 0,1 ^j	59,2 \pm 0,3 ^{bc}

^{abcde}valores dentro de un mismo renglón o columna con diferente letra son diferentes ($p < 0,0001$).

¹Fertilizante inorgánico: 150-60-00 NPK.

²Fertilizante orgánico: 15-4,8-8,4 NPK con abono orgánico tipo Bocashi, 1,5 t ha⁻¹.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN HUMIDÍCOLA

de los pastos tropicales, se encuentran la temperatura ambiente, el estado de madurez de la planta, el tipo de suelo, el nivel y tipo de fertilización y la época de crecimiento (Jiménez y Avendaño, 1988; Navarro *et al.*, 1992; Bolívar e Ibrahim, 1999). En el presente trabajo, se corrobora la influencia de la época climática, el tipo de fertilización y la edad de crecimiento sobre la DIMS del pasto humidícola.

Los valores de DIMS obtenidos (en condiciones de suelos ácidos) muestran que esta variable resultó mayor al 50%, incrementándose su valor cuando se aplica un fertilizante de tipo inorgánico con respecto al orgánico y ausencia de fertilización. En apoyo a los resultados obtenidos en este estudio, Navarro *et al.* (1992) indican que la DIMS del pasto *B. humidicola* es afectada positivamente por el nivel de fertilizante inorgánico aplicado al suelo (de 0 a 112,5 kg de nitrógeno ha⁻¹).

Los factores de tipo climático (por ejem-

plo, precipitación pluvial y horas brillo) que caracterizan a cada época del año influyen sobre la tasa de crecimiento, grado de madurez de los pastos tropicales y DIMS (Bolívar e Ibrahim, 1999), tal como lo muestran los resultados del presente trabajo.

FDN. La época climática no afectó ($p > 0,05$) el valor de FDN del pasto humidícola. Sin embargo, tipo de fertilizante y edad de corte sí mostraron una influencia ($p < 0,05$) sobre la FDN del pasto humidícola.

La FDN del pasto resultó menor con aplicación del fertilizante inorgánico (74,2±0,7^a %) que con fertilizante orgánico (75,9±0,5^b %) y sin fertilizante (74,6±0,4^b %).

El menor valor de FDN del pasto se registró a las edades de corte de 28 y 35 días (74,9±0,4^a y 74,0±0,6^a %, respectivamente) con respecto a la edad de corte de 21 días (75,9±0,4^b %).

Únicamente las interacciones tipo de fertilizante con edad de corte y la triple interacción época con tipo de fertilizante y

Tabla III. Influencia de la interacción época climática con tipo de fertilizante y edad de corte del pasto sobre la fibra detergente neutra (%), media±error estándar) de *Brachiaria humidicola* Rendle Schw en suelos ácidos. (Influence of the interaction of season of year with kind of fertilization and harvest age of grass on the neutral detergent fiber (%) of *Brachiaria humidicola* Rendle Schw in acid soils).

Época climática/ Tipo de fertilizante	Edad de corte (días)		
	21	28	35
Sequía			
Sin fertilizante	75,7±1,0 ^{abcdef}	76,2±1,8 ^{abcde}	72,9±1,3 ^{efghi}
Inorgánico ¹	-	72,5±3,1 ^{fghi}	72,7±2,1 ^{efghi}
Orgánico ²	78,5±0,3 ^a	73,7±2,6 ^{defghi}	71,9±1,6 ^{ghi}
Lluvias			
Sin fertilizante	76,0±0,6 ^{abcdef}	74,1±1,0 ^{odefgh}	76,0±1,5 ^{abcdef}
Inorgánico	77,7±1,8 ^{abc}	76,5±1,0 ^{abcde}	73,2±0,7 ^{defghi}
Orgánico	74,7±0,7 ^{bdefgh}	76,7±0,3 ^{abcd}	78,1±0,2 ^{ab}
Invierno			
Sin fertilizante	73,9±0,8 ^{defghi}	71,4±0,4 ^{hi}	75,1±0,9 ^{abcdefgh}
Inorgánico	75,0±0,8 ^{abcdefgh}	75,5±0,2 ^{abcdefg}	70,2±0,5 ⁱ
Orgánico	75,8±0,1 ^{abcdef}	77,8±0,5 ^{ab}	75,7±0,2 ^{abcdef}

^{abcdefghi} valores dentro de un mismo renglón o columna con diferente letra son diferentes ($p < 0,05$).

¹Fertilizante inorgánico: 150-60-00 NPK.

²Fertilizante orgánico: 15-4,8-8,4 NPK con abono orgánico tipo Bocashi, 1,5 t ha⁻¹.

edad de corte resultaron significativas ($p < 0,05$).

En la **tabla III** se muestran los valores de FDN del pasto humidícola considerando la triple interacción señalada anteriormente. Los valores de FDN del pasto humidícola variaron entre 70 y 78% al considerar la época, tipo de fertilizante y edad de corte. Destacando los menores valores de FDN para el tratamiento fertilizante inorgánico entre las edades de corte de 28 y 35 días.

Los valores de FDN reportados para *B. humidicola* se encuentran entre 57 y 86% (Bolívar e Ibrahim, 1999; Tavares *et al.*, 2001). Cuando se compara los valores de FDN del pasto *Brachiaria* en diferentes épocas climáticas (sequía vs. lluvia) en pasto con la misma edad, no se ha encontrado efecto de la época del año (Bolívar e Ibrahim, 1999). En el presente estudio no se detectó efecto de la época climática sobre la FDN lo cual coincide con lo señalado previamente.

La variación en los valores de FDN fue explicada, en parte, por la interacción entre los efectos principales estudiados. Los menores valores de FDN se presentaron en fertilización inorgánica en invierno a los 35 días de edad. Al respecto, Field (1983) reporta una correlación negativa entre el aporte de nitrógeno y el contenido de FDN en *Cynodon dactylon* y *C. nlemfuensis* al cambiar gradualmente de cero a 157 kg nitrógeno ha^{-1} . Sin embargo, en otros estudios (Johnson *et al.*, 2001) se indica que un incremento en la dosis de fertilizante nitrogenado no afecta el contenido de FDN.

En el tratamiento fertilizante orgánico, la amplia variación en los valores de FDN en el pasto humidícola detectados entre épocas y edades no permitió detectar diferencias

significativas ($p < 0,05$). Sin embargo, los valores detectados de FDN en este estudio fueron inferiores a los determinados por Bolívar e Ibrahim (1999) con *B. humidicola* durante la época de sequía (85,7%) y lluvias (85,4%).

Digestibilidad de la FDN. El único factor que afectó la digestibilidad de la FDN del pasto humidícola fue la época climática. En lluvias y sequía se registró la mayor digestibilidad de la FDN ($52,2 \pm 1,1^a$ y $51,8 \pm 1,9^a$ %, respectivamente) con relación a invierno ($49,3 \pm 1,0^b$ %). El efecto de la época climática sobre la digestibilidad de la FDN ha sido reportado previamente por Bolívar e Ibrahim (1999), en donde la mayor digestibilidad de la FDN, al igual que en este estudio, se ha detectado en la época de lluvias con respecto a sequía (52,9 vs. 44,9%).

CONCLUSIÓN

Se concluye que la aplicación del fertilizante orgánico tipo Bocashi en suelos ácidos, no incrementó el valor nutritivo de *B. humidicola* con respecto a lo observado con la aplicación del fertilizante inorgánico a través de un año y con diferentes edades de corte. La aplicación de fertilizante inorgánico permitió obtener en el pasto *B. humidicola* mayor proteína bruta durante las épocas climáticas de sequía e invierno con respecto al fertilizante orgánico y sin fertilizante.

AGRADECIMIENTOS

Al productor Ing. Gilberto Moreno Sánchez, por colaborar con su finca *Las Lauras de los Moreno* para la realización del experimento.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. USA.
- Arthington, J.D. and Brown, W.F. 2005. Estimate of feeding value of four tropical forage species at two stages of maturity. *J. Anim. Sci.*, 83: 1726-1731.
- Bolívar, V.D.M. e Ibrahim, M. 1999. Solubilidad de la proteína y degradabilidad ruminal de *Brachiaria humidicola* en un sistema silvopastoril con *Aca-*

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN HUMIDÍCOLA

- cia mangium*. www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/BolivarC.htm (08/02/08).
- Calderón, C.F. 1972. Características pedológicas de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. En: Estudio de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Seminario del semestre otoño 1971. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tabasco. México. pp. 20-40.
- Castellanos, J.Z., Márquez, O.J.J., Etchevers, J.D., Aguilar, S.A. and Salinas, J.R. 1996. Long-term effect of dairy manure on forage yields and soil properties in an arid irrigated region of Northern México. *Terra*, 14: 151-158.
- Da Silva-Souza, F.A.P., Dutra, S. e Serrão, E.A.S. 1992. Productividade estacional e composição química de *Brachiaria humidicola* e pastagem nativa de campo cerrado do estado de Amapá, Brasil. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 14: 11-16.
- Del Pozo, P.P., Herrera, R.S. y García, M. 2002. Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con aplicación de nitrógeno y sin ella. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*, 36: 275.
- Enríquez, J.F. 1994. *Brachiarias* en el trópico, producción y manejo. En: XVIII Simposium de ganadería tropical. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Posta, Veracruz, México. Publicación Especial N° 6. 90 pp.
- Enríquez, J.F., Meléndez, F. y Bolaños, E.D. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Fundación Produce Tabasco A.C. Libro Técnico N° 7. División Pecuaria. Veracruz, México. 262 pp.
- FAO. 1989. FAO/UNESCO: Carte mondiale des sols legende revisée. Rapport sur les ressovices en sols du monde, N° 60. FAO. Roma. Italia. 125 pp.
- Field, C. 1983. Allocating leaf nitrogen for the maximization of carbon gain: leaf age as a control on the allocation program. *Oecologia*, 6: 341-347.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. pp. 1-50.
- Heinemann, A.B., Fontes, A.J., Paciullo, D.S.C., Rosa, B., Macedo, R., Moreira, P. e Aroeira, L.J.M. 2005. Potencial productivo e composição bromatológica de seis gramíneas forrageiras tropicais sob duas doses de nitrógeno e potasio. *Pasturas Tropicales*, 27: 123.
- Herrera, J.G. 1997. Análisis de experimentos con animales (aplicaciones del programa SAS). Colegio de Postgraduados. México. 138 pp.
- Jiménez, M.A. y Avendaño, M.J.C. 1988. Producción de forrajes. Sección de forrajes. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Johnson, C.R., Reiling, B.A., Mislevy, P. and Hall, M.B. 2001. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *J. Anim. Sci.*, 79: 2439-2448.
- Juárez, H.J., Bolaños, E.D. and Reinoso M. 2004. Content of protein per unit of dry matter accumulated in tropical pastures. *Cuban J. Agr. Sci.*, 38: 415-422.
- Juárez-Hernández, J. y Bolaños-Aguilar, E.D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23: 81-90.
- Mata, D.P. 1989. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del sureste del estado de Guarico. *Zootecnia Tropical*, 7: 69-89.
- Merkel, N., Schultze-Kraft, R. and Arias, M. 2006. Effect of the tropical grass *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf on microbial population and activity in petroleum-contaminated soil. *Microbiol. Res.*, 1: 80-91.
- Moura, L.O., Braga, C.M., Bastos de Veiga, J. e Amador da Costoa, N. 2002. Avaliação de pastagem de quicuí-da-amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt) en sistema de pastejo rotacionado intensivo, en Belén, Pará. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 24: 30-39.
- Muñoz, A.R. 1994. Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. En: Silva, M.F. (ed.). Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santa Fe de Bogotá. Colombia. pp. 293-304.
- Navarro, D.L. y Vásquez, D. 1997. Respuesta de *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada en un suelo de la mesa de Guanipa. *Zootecnia Tropical*, 2: 135-158.
- Navarro, D.L., Vásquez, D. y Torres, A. 1992.

JIMÉNEZ, GRANADOS, OLIVA, QUIROZY BARRÓN

- Efecto de la dosis de nitrógeno y la edad en el rendimiento, tasa de acumulación de materia seca y en el valor nutricional del pasto *Brachiaria humidicola*. *Zootecnia Tropical*, 1: 65-86.
- NRC. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. Sixth edition. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C. U.S.A. 90 pp.
- Peralta, M.A. y Enríquez, J.F. 1993. Evaluación de especies para pasturas tropicales. Informe Final. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Veracruz, México. p. 7.
- Pérez, J.A., García, E., Enríquez, J.F., Quero, A.R., Pérez, J. y Hernández, A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Téc. Pecu. Méx.*, 42: 447-458.
- Reyes, P.A., Bolaños-Aguilar, E.D. e Izquierdo, R.F. 2004. Producción de materia seca de 21 genotipos de *Brachiaria humidicola* durante la estación seca. En: Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán, Mérida. Yucatán, México. p. 165.
- Rodríguez, I., Crespo, G. y Fraga, S. 2001. Efecto de las excreciones del ganado vacuno en el rendimiento y composición mineral del pasto y en la composición química del suelo. En: Primer foro Latinoamericano Pastos y Forrajes. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. pp. 6-12.
- SAS. 2001. Institute Inc. User's guide. Statistics. (Version 8) Sixth edition. SAS Inc. Cary. North Carolina. USA.
- Sinclair, T.R., Mislevy, P. and Ray, J.D. 2001. Short photoperiod inhibits winter growth of subtropical grasses. *Planta*, 213; 3: 488-491.
- Steel, R.D.G. y Torrie, J.H. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª ed. McGraw-Hill. México. 622 pp.
- Tavares, R.S., Teixeira, J.C., Ricardo, E.A., Minati, G.E., Teixeira, De R.L.A., De Gouveia, N.E. e Conceiç, M.B. 2001. Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro de gramíneas tropicales em diferentes idades de cortes. En: Pastos y forrajes de la XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. La Habana. Cuba. pp. 205-209.
- Teixeira, N.J.F., Lourenço, J.J.B., Couto, W.S., Camargo, A.P. e Moraes, M.P.S. 1999. Proteína bruta e toores de minerais em *Brachiaria humidicola* nallha de majaró Pará. Brasil. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 21: 49-53.
- Tilley, J. and Terry, K. 1963. A two stages techniques for the *in vitro* digestión of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.*, 18; 2: 131-163.
- Valero, J. 1998. El abono orgánico fermentado "Bocashi". Serie: Agricultura Orgánica. Campo Experimental Querétaro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 2 pp.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 35-83.
- Velasco, T.J.A., Camargo, G.J.C., Andrade, C.H.J. e Ibrahim, M. 1999. Mejoramiento del suelo por *Acacia mangium* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria humidicola*. www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Velasco.htm (12-01-08).
- Viera, F.C. and Nahas, E. 2005. Comparison of microbial numbers in soils by using various culture media and temperatures. *Microbiol. Res.*, 2: 197-202.