

EFECTO DE LA "AMONIFICACIÓN SECA" SOBRE EL VALOR NUTRICIONAL DE LA SOCA DE SORGO (SORGHUM BICOLOR).

Effect of "Dry ammoniation" on the Nutritive Value of Sorghum Crop Residue (Sorghum bicolor)

Max Ventura, Alirio Barrios, Ivonne Morales, Carlos Toro, Kazandra Barreto, Francisco Noguera
Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apdo. 526. Maracaibo. Venezuela.

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto del proceso de "amonificación seca" como método mejorador de la calidad de henos tropicales, se desarrolló un estudio en la Hacienda "La Esperanza" de la Universidad del Zulia. El efecto del tiempo de almacenamiento (14 y 21 días), volumen de agua (200 y 400 ml/Kg heno) y cantidad de urea (20, 40 y 60 g/kg heno), sobre el porcentaje Proteína Cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la FND (DIVFND), se estudió con un arreglo factorial ([2 x 2 x 3] + 1 testigo[nivel 0 g/kg o heno sin tratar]) con tres repeticiones por tratamiento. Mini-pacas de 0,8 kg, elaboradas a partir de varias pacas de soca de sorgo (*Sorghum bicolor*) se emplearon como unidad experimental. Tras añadir la solución de urea en recipientes plásticos (19 l), se introdujeron las mini-pacas, evitando el contacto con la solución, y se cubrió herméticamente con plástico para su almacenamiento bajo sombra durante 14 ó 21 días. La "amonificación seca" mejoró el valor nutritivo de la soca de sorgo, observándose incrementos en el porcentaje de PC (pasando de 5,2% a 9,3%) y en la DIVFND (pasando de 50,5 a 62,4%) al comparar el testigo con el promedio de los henos tratados. A los 21 días de amonificación, con 400 ml de solución y a partir de 20 g urea/Kg heno, se observaron los valores más altos de DIVFND (67,6%). Similar comportamiento se observó con la PC (11,9%), excepto para el factor tiempo que no arrojó diferencias ($P > 0,05$).

Palabras clave: Amonificación seca, urea, *Sorghum bicolor*, digestibilidad in vitro, valor nutricional.

ABSTRACT

The "dry ammoniation" method was developed at "La Esperanza" farm, University of Zulia, Venezuela, located in a dry tropical area, as a need to improve the quality of tropical hays without the humidity problems observed with the wet technique. The effect of storage time (14 and 21 days), water volume (200 and 400 ml/Kg hay) and urea quantity (20, 40 and 60 g/Kg hay) on the crude protein content (CP) and in vitro digestibility of NDF (NDFIVD) were studied using a factorial arrangement design (2x2x3) + one control (non treated hay) with three replications per treatment. Small hay bales of 0.8 Kg, made from several commercial hay bales of sorghum crop residue (*Sorghum bicolor*), were used as experimental units. The urea solutions were added into plastic containers (19 l) before placing the hay, leaving a space of 5-8

cm between the hay and the solution. Thereafter the containers were covered hermetically with a plastic sheet and stored under a roofed area. The "dry ammoniation" improved the CP (5.2 to 9.3%) as well as the NDFIVD (50.5 to 62.4%). The highest values of NDFIVD (67.6%) and CP (11.9%) were found with 21 day of storage, 400 ml of solution and 20 g urea/Kg hay

Key words: Dry ammoniation, urea, *Sorghum bicolor*, in vitro digestibility, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

La escasez de forrajes y la baja calidad de los mismos durante la época seca, son los factores que mayormente inciden en los bajos rendimientos productivos observados en los rebaños rumiantes de las regiones tropicales. En general, el alto contenido de paredes celulares, altamente lignificadas y el bajo nivel proteico característico de estos materiales forrajeros, limitan el aprovechamiento ruminal de los mismos y por ende el aporte de nutrientes al animal es limitado [6].

La amonificación es uno de los tratamientos químicos empleados para mejorar el valor nutricional de los forrajes conservados en forma de heno. Ésta, aprovecha el efecto hidrolizante del amoniaco sobre los enlaces existentes entre la lignina y los polisacáridos estructurales, aumentando la digestibilidad del material tratado, además de incrementar su nivel de proteína cruda [2]. Ante los problemas de manejo y de costo del empleo de nitrógeno anhidro aplicado en países desarrollados, y los problemas de manejo, proliferación de hongos y riesgos de toxicidad con el empleo de rociado o inmersión de las pacas con soluciones de urea; en la Hacienda "La Esperanza" de la Universidad del Zulia (Maracaibo-Venezuela) se ha desarrollado una técnica denominada "AMONIFICACIÓN SECA", que combina las propiedades de las dos metodologías anteriormente comentadas, puesto que se emplean los vapores generados por la hidrólisis de la urea sin necesidad de humedecer las pacas, evitándose así, los problemas antes expuestos [2]. A pesar de las bondades encontradas con esta nueva tecnología, es importante evaluar los distintos factores que afectan la eficiencia de esta nueva tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la hacienda La Esperanza propiedad de la Universidad del Zulia, ubicada en una zona con características de Bosque Seco Tropical. La unidad experimental consistió en mini-pacas de 0,8 kg de peso, elaboradas a partir de la mezcla de varias pacas de heno de soca de sorgo (*Sorghum bicolor*). El efecto de los tratamientos: tiempo de almacenamiento (14 y 21 días), volumen de agua (200 y 400 ml/kg heno) y cantidad de urea (20, 40 y 60 g/kg heno) se evaluó sobre las variables porcentaje Proteína Cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la Fibra Neutro detergente (DIVFND).

Una vez asignado el tratamiento, se añadió la solución de urea correspondiente en recipientes plásticos cilíndricos (19 l), en los que posteriormente se introdujeron las mini-pacas, dejando un espacio aproximado de 5 a 8 cm entre el fondo del recipiente y éstas, para evitar el contacto directo de las pacas con la solución de urea. Finalmente, la parte superior del recipiente se cubrió herméticamente con plástico para evitar la pérdida de amoníaco, almacenándose bajo sombra durante 14 ó 21 días, dependiendo del tratamiento asignado. Transcurrido el tiempo de almacenamiento, se retiró el plástico y se dejaron airear las pacas fuera del recipiente durante 3 semanas.

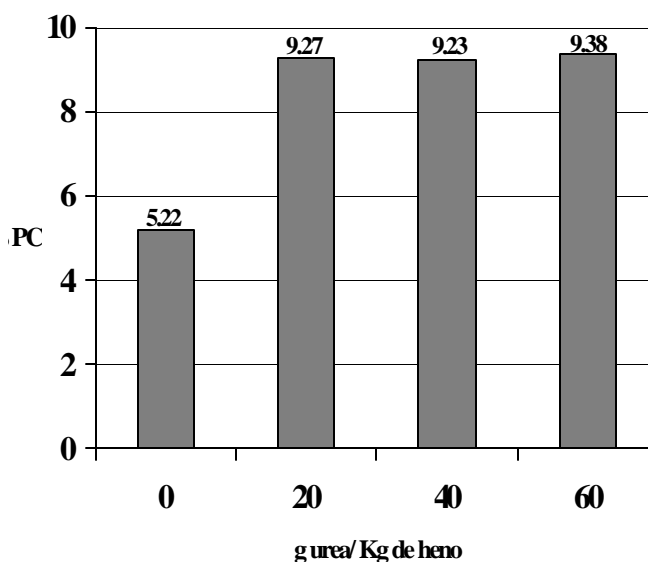
Tras repicar las mini-pacas, muestras de las mismas fueron analizadas en el laboratorio, empleando el método Kjeldal para determinar el porcentaje de proteína Cruda 1 y el método de Tilley and Terry para los análisis de digestibilidad in vitro de la FND (DIVFND), con las modificaciones propuestas por Van Soest, et al.,¹¹, añadiendo solución de FND en vez de pepsina en la segunda fase. La Digestibilidad in vitro de la Materia Seca (DIVMS) se estimó asumiendo un valor de digestibilidad de la fracción Neutro Detergente soluble igual al 100%¹¹.

Se empleó un arreglo factorial ([2 x 2 x 3] + 1 testigo[nivel 0 g/kg o heno sin tratar]) con tres repeticiones por tratamiento, siendo los resultados analizados estadísticamente con el procedimiento GLM⁸. Para comparar los niveles de los factores de estudio (tiempo de amonificación, volumen de solución y cantidad de urea), se empleó el método de Tukey⁹, mientras que, la comparación entre el testigo y el promedio de los tratamientos (cantidad), se realizó mediante contrastes ortogonales⁹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La "AMONIFICACIÓN SECA" mejoró ($P < 0,001$) el valor nutricional del heno de soca de sorgo (*Sorghum bicolor*), observándose incrementos en el porcentaje de PC cercanos al 80% y en la DIVFND superiores al 23%, al comparar el heno no tratado (5,22% PC y 50,48% DIVFND) con el promedio de los henos tratados (9,23% PC y 62,39% DIVFND) (FIGS. 1 y 2). La mejora en el valor nutritivo del sorgo fue inferior a los reportados por Barrios y Ventura², quienes tras aplicar la técnica de "Amonificación Seca" al heno de *Brachiaria humidicola* observaron incrementos en el porcentaje de PC cercanos al 150% y superiores al 50% para el caso de la DIVFND. Estas diferencias pueden ser debidas al menor contenido de PC (3,2 vs. 5,2%) y menor DIVFND (46,2 vs. 50,5%) del heno de *Brachiaria* respecto a la soca de sorgo empleada en esta prueba. Esto coincide con lo observado por otros autores^{4,12}, quienes señalan cambios más impactantes en el valor nutricional del material tratado, a medida que el material original es de menor calidad.

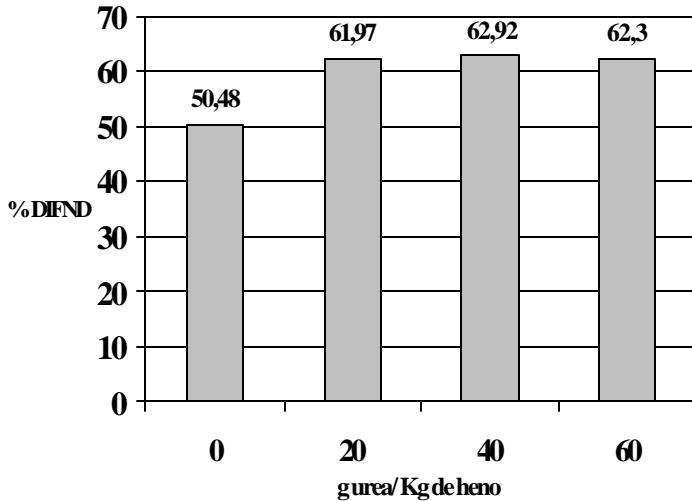
FIGURA 1. EFECTO DE LA CANTIDAD DE UREA (g/Kg DE HENO) SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA (%PC)



Letras diferentes indican diferencias significativas, ($P < 0,001$).

Al comparar los distintos niveles de urea, se observó un incremento significativo ($P < 0,01$) en los porcentajes de PC y DIVFND, alcanzándose el máximo con el nivel 20 g urea/kg heno, sin diferir del resto de los niveles (40 y 60 g urea/kg heno). La mejora significativa en el valor nutricional del heno de soca de sorgo tras la aplicación de la amonificación seca, coincide con los resultados reportados por numerosos autores aplicando las distintas técnicas de amonificación sobre diferentes forrajes o residuos lignocelulósicos^{3,7}. La respuesta diferencial en la proporción de incremento entre la PC y DIVFND observadas en este experimento, al igual que en el reportado por Barrios y Ventura², se corresponden con las encontradas por Klee y Murillo⁵, quienes trabajando con paja de trigo tratada con diferentes niveles de amoníaco anhidro observaron aumentos de entre 178 y 240% y de entre 33 y 39% para la proteína cruda y digestibilidad in vitro de la Materia Seca, respectivamente.

FIGURA 2. EFECTO DE LA CANTIDAD DE UREA (g/Kg DE HENO) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA FIBRA NEUTRO DETERGENTE (DIVFND).



Letras diferentes indican diferencias significativas, (P<0,001).

El volumen de solución afectó significativamente (P<0,01) el valor nutricional del heno de soca de sorgo, pasando de 8,2 a 10,4 % PC y de 60,6 a 64,2 % DIVFND al compararse el volumen 200 con el volumen 400 ml/Kg de heno (TABLA I y FIG. 3). Este efecto puede deberse al incremento en el porcentaje de humedad logrado al someter la muestra al volumen 400 (23,5%) respecto al volumen 200 (17,0%), puesto que el incremento en el contenido de humedad del material tratado favorece la acción del álcali sobre las paredes celulares de los forrajes 10 .

TABLA I.

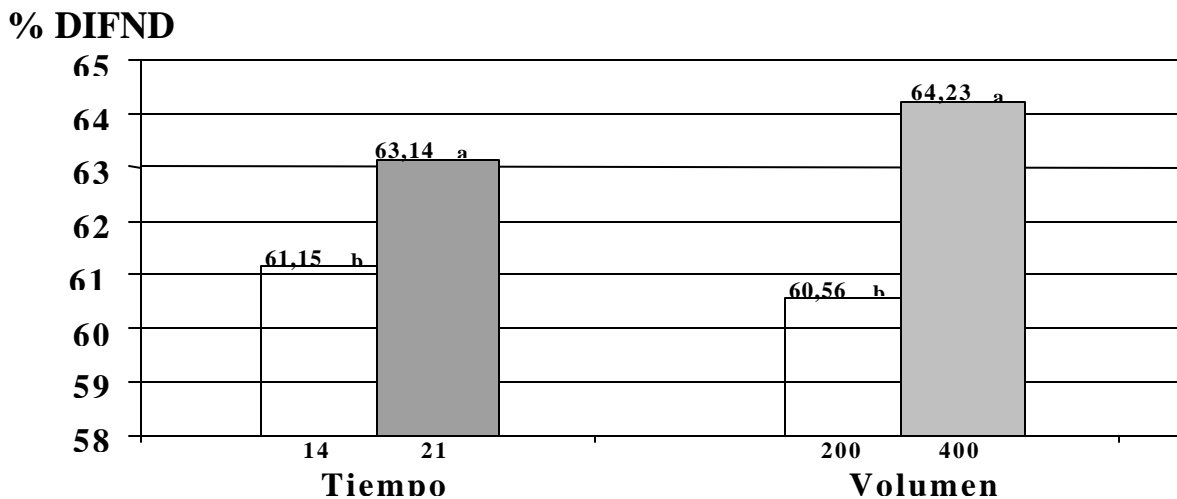
Efecto del tiempo de almacenamiento (días) y el volumen de la solución (ml/Kg heno) sobre el porcentaje de Proteína Cruda (% PC).

Tiempo (d)	Volumen (ml)		
	200	400	
14	8,13	10,53	9,33
21	8,32	10,20	9,26
	8,23b	10,37a	

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,001)

De forma similar a lo observado por Barrios y Ventura 2 el tiempo de almacenamiento no afectó (P>0,05) el porcentaje de proteína cruda del material tratado (TABLA I), mientras que el almacenamiento en atmósfera de amoníaco durante 21 días en vez de 14, aumentó significativamente (P<0,01) la DIVFND (FIG. 3). Estos resultados coinciden con lo reportado por otros autores 7 quienes encontraron incrementos significativos en el valor nutritivo del material tratado al incrementar el tiempo de almacenamiento, lo cual está estrechamente asociado al incremento en el tiempo de exposición.

FIGURA 3. EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS) Y EL VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN (ml/Kg HENO) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA FIBRA NEUTRO DETERGENTE (DIVFND).



Letras diferentes indican diferencias significativas, (P<0,001)

CONCLUSIONES

La "Amonificación Seca" mejoró significativamente el valor nutricional de la soca de sorgo, siendo el empleo de 400 ml de solución, 20 g urea/kg heno y 21 días de almacenamiento los factores con los que se alcanzaron los mayores niveles de proteína y digestibilidad.

AGRADECIMIENTO

Al personal del Laboratorio de Nutrición Animal (Facultad de Agronomía). Este proyecto ha sido financiado por el CONDES-LUZ (Proy. 0561-01).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AOAC. Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis of the 13th edition Washington DC. 1990.
- [2] BARRIOS, A.; VENTURA, M. Uso de la "Amonificación seca" como método para mejorar el valor nutritivo del heno de *Brachiaria humidicola*. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. Vol. 9. Suppl 1:356. 2001
- [3] BROWN, W.F.; ADJEI, M.B.. Urea Ammoniation Effects on the feeding value of Guineagrass (*Panicum maximum*) hay. *J. Anim. Sci.* 73:3085-3093. 1995.
- [4] CHENOST, M.; DULPHY, J.P. Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foins et des pailles par les différent types de traitement. En: *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*. C. Demarquilly (ed.). INRA. Paris. pp. 199-230. 1987.
- [5] KLEE, G.G.; MURILLO, Q.I.. Efecto de diferentes concentraciones de amoníaco anhidro en el tratamiento de paja de trigo tratada con amoníaco anhydro y sin tratar. **Agricultura Técnica** (Chile). Vol. 49: 1-8. 1989.
- [6] MINSON D.J. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. En: *Grazing Animals* . pp 143-157. Ed: F.H.W. Morley. Elsevier, Amsterdam. 1981.
- [7] REIS, R.A.; GARCÍA, R.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, D.J.; FERREIRA, J.Q. Efeitos da amonizacao sobre a qualidade do feno de gramíneas tropicais. **Pesq. Agrop.** Brasil. 26:1183-1191. 1991.
- [8] SAS Institute. SAS User's Guide: Statistics. (version 6.03). SAS Institute, Inc, Cary NC. 1988.
- [9] STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. pp. 622. 1985.
- [10] SUNDSTOL, F. Improvement of low quality forages and roughages. In: *World Anim. Sci. B Disciplinary Approach. Feed Science Chapt.* 10. pp. 257-276. 1998.
- [11] VAN SOEST, P.J.; R.H. WINE.; L.A. MOORE. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. *Proc. 10th Int. Grasslands Congr.*, Helsinki. P.p. 438-441. 1966.
- [12] WALLI, T.K.; ORSKOV, E.R. y BHARGAVA, P.K. Rumen degradation of straw. 3. Botanical fractions of two rice straw varieties and effects of ammonia treatment. **Anim, Prod.**, 46: 347-352.1988.