

# COMPORTAMIENTO DEL BORREGO PELIBUEY EN CRECIMIENTO, ALIMENTADO CON DIETAS CON BASE EN RASTROJO DE MAÍZ TRATADO CON ALCALIS ( $\text{NH}_3$ , NaOH, UREA)

ALVARO JIMÉNEZ DUARTE <sup>1</sup>  
ARMANDO S. SHIMADA <sup>1</sup>

En nuestro país es frecuente el empleo del rastrojo de maíz como único alimento para rumiantes, a pesar de su escaso valor alimenticio, su baja digestibilidad y su poca gustosidad, todo lo cual se debe principalmente a su estado de lignificación (Sánchez, 1976).

En los últimos años se ha despertado interés por el estudio de los métodos para tratar forrajes fibrosos, siendo la aplicación de soluciones alcalinas la que ha tenido mayor consideración (Klopfenstein, 1978; Sánchez, 1976), encontrándose en la mayoría de los casos un efecto benéfico en cuanto al consumo voluntario, la digestibilidad y la ganancia de peso (Al-Rabbat y Heaney, 1978; Horton, 1978; Jorgensen, 1978; Rexen, 1979; Soundara Rajan y Khan, 1978; Sundstol, Coxwort y Mowat, 1978).

En términos generales, el método de acción de los álcalis es a través de la ruptura de las paredes celulares por medio de la solubilización de la hemicelulosa, la hidrólisis de los ésteres de ácidos urónico y acético, y aumentando la tasa de digestión ruminal de la celulosa y la hemicelulosa al sufrir un incremento en sus dimensiones (hinchado) (Jackson, 1977 citado por Kellaway, 1980; Klopfenstein, 1978).

El objetivo de este trabajo fue observar si existe un efecto sobre la composición química del rastrojo de maíz tratado con diferentes álcalis, además de estudiar la respuesta del borrego Pelibuey alimentado con los forrajes tratados.

El experimento se llevó a cabo en los co-

rrales experimentales del Depto. de Nutrición Animal en la Unidad Central del INIP en Palo Alto, D.F. Para la prueba se utilizaron 60 borregos de la raza Pelibuey, machos enteros, procedentes del C.E.P. de Tizimín, Yucatán, con un peso de 19.4 a 38.8 kg.

Los animales fueron acogidos en 12 corraletas con piso de cemento, contando cada una de ellas con techo de lámina de asbesto, bebedero de pileta, comedero de canoa y saladero.

El diseño utilizado fue de bloques al azar, con 3 tipos de rastrojo tratado con álcalis ( $\text{NH}_3$ , NaOH y urea), y 2 bloques, uno de animales con peso de 31 a 38.8 kg y otro con peso de 19.4 a 30.4 kg, empleando 4 repeticiones por tratamiento y 5 animales por repetición.

Los borregos fueron desparasitados <sup>2</sup> e implantados <sup>3</sup> previamente al inicio de la prueba; asimismo se registró el peso al principio del período experimental y subsecuentemente cada 28 días (previo ayuno de 24 horas), hasta alcanzar el peso para el mercado, que es de 35 a 40 kg.

A continuación se contemplan los tratamientos usados en la fase experimental:

T-1. Rastrojo de maíz tratado con urea.

Para obtener este tratamiento fue necesario el empleo de una mezcladora mecánica, en la cual se combinaron los siguientes ingredientes: rastrojo de maíz molido, 44.2%; pasta de girasol, 26%; sorgo, 24%; urea, 0.8%; melaza, 5%.

T-2. Rastrojo de maíz tratado con NaOH.

Para la obtención de este tratamiento, se

<sup>1</sup> Coordinación Nacional de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Apartado Postal 41-652, México, D.F.

<sup>2</sup> Valbazen de Norden de México.

<sup>3</sup> Ralgró de International Minerals and Chemicals.

utilizaron por cada 96 kg de rastrojo de maíz molido 10 litros de una solución saturada (40%) de NaOH y 10 litros de agua, realizando la mezcla con pala y bieldo para posteriormente cubrirla con plástico por espacio de 48 horas con objeto de que el rastrojo se impregnase en forma homogénea; después del lapso antes mencionado, el rastrojo tratado se destapó dejándose airear durante 24 horas para su posterior utilización en una fórmula igual a la anterior.

### T-3. Rastrojo de maíz tratado con NH<sub>3</sub>.

En esta ocasión el rastrojo de maíz, previamente molido, fue almacenado en un cuarto, el cual fue sellado con impermeabilizante para posteriormente inyectar el NH<sub>3</sub> hasta lograr una concentración calculada en 3.5% de la materia seca. El cuarto permaneció cerrado durante un mes para permitir que el NH<sub>3</sub> se distribuyera homogéneamente en el rastrojo; al cabo del mes se abrió procediéndose a utilizar el rastrojo ya tratado en la siguiente fórmula: rastrojo de maíz tratado con NH<sub>3</sub>, 45%; pasta de girasol, 26%; sorgo, 24%; melaza, 5%.

Por cada tonelada de alimento preparado, sin importar el tratamiento, se agregaron 25 g de monesina sódica.<sup>4</sup>

La dieta basal empleada se calculó para cubrir un requerimiento de 14% de proteína cruda y 3.0 Mcal E.D./kg. Los tratamientos fueron analizados para determinar

<sup>4</sup> Rumensin de Elanco Mexicana, S.A. de C.V.

su contenido de fracciones de nitrógeno y de fibra (Goering y Van Soest, 1975; Jacobs, 1965).

Cada una de las dietas, así como el agua y las sales minerales fueron ofrecidas a libre acceso.

Los parámetros medidos fueron: consumo diario de alimento; ganancia de peso y conversión alimenticia cada 28 días.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente siguiendo el método de análisis de varianza descrito por Snedecor y Cochran (1967).

En el Cuadro 1 se muestran los datos obtenidos en el análisis de las fracciones de nitrógeno del rastrojo del maíz solo y tratado con álcalis. El contenido de proteína total, nitrógeno no-proteico y proteína verdadera fue superior en el rastrojo tratado con NH<sub>3</sub>, seguido por el tratado con urea. En cuanto al nitrógeno insoluble en solución detergente ácida, se observa similitud entre el rastrojo tratado con NH<sub>3</sub> y con NaOH.

Los resultados del análisis de las fracciones de fibra se muestran en el Cuadro 2; la fibra detergente neutro (FDN) y sus principales componentes, hemicelulosa, celulosa y lignina, se redujeron con los tratamientos con NH<sub>3</sub> y con NaOH.

Los resultados de comportamiento animal se presentan en el Cuadro 3.

La ganancia de peso de los animales que consumieron los rastrojos de maíz tratados con NH<sub>3</sub> y con NaOH, fue significativa.

CUADRO 1

#### Fracciones de nitrógeno del rastrojo de maíz solo y tratado con álcalis

Tratamiento	Materia seca	Proteína Total, %	NNP	NFAD	Proteína verdadera
Rastrojo	94.8	5.2	0.33	0.43	3.15
Rastrojo + NaOH	93.6	5.1	0.42	0.93	2.40
Rastrojo + NH <sub>3</sub>	93.8	12.9	1.41	0.90	3.80
Rastrojo + Urea	94.8	7.5	0.70	0.74	3.12

CUADRO 2

## Fracciones de fibra del rastrojo de maíz solo y tratado con álcalis, base seca

Tratamiento	FND <sup>a</sup>	CC <sup>b</sup>	Hemicelulosa	FAD <sup>c</sup>	Celulosa	Lignina
Rastrojo	79.7	20.1	29.6	50.3	36.7	9.3
Rastrojo + NaOH	66.9	33.1	22.8	44.1	34.0	6.8
Rastrojo + NH <sub>3</sub>	56.3	43.7	7.4	48.9	36.8	6.9
Rastrojo + Urea	79.9	20.1	29.6	50.3	36.7	9.3

a Fibra Neutro Detergente.

b Contenido Celular.

c Fibra ácido detergente.

mente mayor ( $P < 0.05$ ) que la de los animales alimentados con el rastrojo de maíz tratado con urea. Se observó un aumento en la ganancia de peso de los animales que recibieron el rastrojo de maíz tratado con NH<sub>3</sub> sobre los que recibieron rastrojo tratado con NaOH; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En lo que respecta al consumo de alimento, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre los animales alimentados con rastrojo tratado con NH<sub>3</sub> y NaOH y los que consumieron rastrojo tratado con urea. En este parámetro se observó un mayor consumo por parte de los borregos alimentados con rastrojo tratado con NH<sub>3</sub> en relación al de los animales que recibieron el tratado con NaOH, pero no se detectaron diferencias estadísticas.

Los consumos por kg de peso metabólico de los animales alimentados con rastrojos de maíz tratado con NH<sub>3</sub> y con NaOH fueron estadísticamente mayores ( $P < 0.05$ ) que el de los animales que consumieron el rastrojo tratado con urea, no observándose diferencia estadística entre el NH<sub>3</sub> y NaOH.

El análisis estadístico de la conversión alimenticia no mostró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre ninguno de los tratamientos.

Se han desarrollado diversos métodos físicos y químicos tendientes a elevar la di-

gestibilidad de la materia seca de los residuos agrícolas; en muchos países el tratamiento de pajas y de rastrojos con hidróxido de sodio (NaOH) o amonio anhidro (NH<sub>3</sub>) han producido resultados promisorios (Horton, 1978; Klopfenstein, 1978; Rexen, 1979), destacándose ventajosamente la amonización, la cual a la vez que incrementa la digestibilidad del forraje, aumenta el contenido proteínico de éste, al impregnarse de nitrógeno proveniente del NH<sub>3</sub>.

El contenido de nitrógeno total medido con proteína cruda se duplicó (5.2 a 12.9%) por efecto del tratamiento con NH<sub>3</sub> al rastrojo de maíz; resultados similares han sido observados por Sundstol *et al.* (1978), Waage-Petersen y Vestergaard-Thomsen (1977) y Garret *et al.* (1979), quienes informan de incrementos semejantes al tratar pajas de trigo, de cebada y de arroz con amoníaco.

En la literatura existe información suficiente para no dudar que el nitrógeno ligado al pienso por medio de la amonización puede utilizarse para la síntesis proteínica en el rumen en forma similar a otras fuentes de nitrógeno no-proteínico (NNP).

El tratamiento de pajas y rastrojos con álcalis disminuye marcadamente el porcentaje de paredes celulares, aumentando con esto el contenido celular del material tratado e incrementando el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad (Klopfenstein, 1978).

Los cambios observados en las fracciones de fibra del rastrojo de maíz tratado con NaOH y NH<sub>3</sub> están acordes con lo informado por la literatura. En cuanto a la fibra detergente neutro, el NH<sub>3</sub> mostró tener mayor eficiencia al disminuir el porcentaje de paredes celulares, y aumentar el contenido celular, de igual forma el NH<sub>3</sub> fue el que mayor hemicelulosa solubilizó, lo cual concuerda con lo informado con Sundstol *et al.* (1978) en el sentido de que cuanto más pobre sea el forraje tratado, mayor será el efecto benéfico de la aplicación de NH<sub>3</sub> sobre el valor nutritivo del mismo.

Con respecto a las otras fracciones de la fibra, los resultados obtenidos entre el NaOH y el NH<sub>3</sub> son similares.

El consumo voluntario y la digestibilidad de los alimentos son parte primordial del valor nutritivo, y el objeto del tratamiento químico de pajas y rastrojos es incrementarlos (Rexen, 1979; Sundstol, *et al.*, 1978; Klopfenstein, 1978). El mayor consumo de alimento fue registrado por los animales que consumieron rastrojo de maíz tratado con NH<sub>3</sub>, seguido del de NaOH, lo cual concuerda con lo informado por los autores antes mencionados.

La ganancia diaria de peso fue mayor en los animales que consumieron rastrojo ed maíz tratado con NH<sub>3</sub>, seguidos por los que recibieron el tratamiento con NaOH, observándose una gran diferencia con los animales que consumieron el tratamiento con urea. Lo anterior es similar a lo informado con ovejas y novillos por Garret *et*

*al.* (1979), con olote de maíz por Erling y Klopfenstein (1975), con paja de trigo por Garret y Kohler (1974) y con rastrojo de maíz por Oji *et al.* (1976); debido a que todos los tratamientos recibieron el mismo tipo y cantidad de suplemento, las diferencias obtenidas pueden ser atribuibles al tipo de tratamiento del rastrojo.

Es interesante observar cómo en los parámetros anteriores existe una diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) de los tratamientos con NH<sub>3</sub> y NaOH sobre el tratamiento con urea, sin embargo, la eficiencia en la utilización del alimento (conversión alimenticia) no tuvo diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre los diferentes tratamientos.

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente trabajo, se puede concluir:

Que el tratamiento químico de pajas y rastrojos para alimentación animal es una práctica recomendable para obtener mayores beneficios de los alimentos fibrosos.

Los tratamientos del rastrojo de maíz con NH<sub>3</sub> o con NaOH mostraron tener las mejores respuestas en cuanto al consumo de alimento y la ganancia de peso, sin embargo, para la elección de su utilización deberá considerarse el costo y la disponibilidad de dichas sustancias químicas.

### Summary

An experiment was conducted to observe the effect of the alkali treatments of corn stover on the growth of Pelibuey sheep.

CUADRO 3

Comportamiento de borregos alimentados con rastrojo de maíz tratado con álcalis <sup>a</sup>

Parámetro	Urea	NaOH	NH <sub>3</sub>
Ganancia diaria $\bar{X}$ , g	184 <sup>b</sup>	209 <sup>c</sup>	234 <sup>c</sup>
Consumo diario $\bar{X}$ , kg	1.2 <sup>b</sup>	1.4 <sup>c</sup>	1.5 <sup>c</sup>
Consumo/kg de peso metabólico, g	87 <sup>b</sup>	100 <sup>c</sup>	103 <sup>c</sup>
Conversión alimenticia	6.6 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	6.2 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Veinte animales por tratamiento.

<sup>b, c</sup> Diferentes literales en la misma línea difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

Sixty lambs were used and distributed in a randomized block design with three treatments, two blocks and two replicates. Three different alkalis were used:  $\text{NH}_3$ , NaOH and urea. The addition of  $\text{NH}_3$  and NaDH to corn stover increased significantly ( $P <$

0.05 weight gain (234.0 and 208.5 g) and voluntary dry matter intake (1.5 and 1.4 kg) in comparison with the urea treatment (184 g; 1.2 kg). Feed efficiency was not significantly different ( $P > 0.05$ ) between treatments.

#### Literatura citada

- AL-RABBAT, M.F. and D.P. HEANEY, 1978a, The effects of anhydrous ammonia treatment of wheat straw cooking of aspen wood on their feeding value on ruminal microbial activity. I. Feeding value on ruminal microbial using sheep. *Can. J. Anim. Sci.*, 58:443.
- Agriculture Handbook, Nº 379, 1975, *United States Department of Agriculture*.
- ERLING, L.L. and T. KLOPFENSTEIN, 1975, Ammoniated acid hydrolyzed wood residue as a source of nitrogen for ruminants. *J. Anim. Sci.* 41:1189.
- GARRET, W.N. and H.G. KOHLER, 1974, Nutritive value of NaOH and  $\text{NH}_3$  treated rice straw. *J. Anim. Sci.* 38:1342.
- GARRET, W.N., H.L. WALKER, H.G. KOHLER and U.R. HART, 1979, Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. *J. Anim. Sci.* 48:92.
- HORTON, G.M., 1978, The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 58:471.
- JACOBS, M.B., 1965, The chemical analysis of foods and food products. 3th Ed., *D. Van Nostrand Company Inc.*, Princeton, New Jersey, p. 667.
- JORGENSEN, L.M., 1978, Wheat straw +  $\text{NH}_3$  could feed cattle if corn price climbs. *Feedlot Management*, 20:13.
- KELLAWAY, R.C., 1980, Improving the nutritive value of low quality forages, Recent advances in Animal Nutrition. *The Univ. of New England Publishing Unit.*, Armidale, Australia.
- KLOPFENSTEIN, T., 1978, Chemical treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.* 46:841.
- OJI, U.I., D.N. MOWAT, J.E. WINCH and J.G. BUCHANAN-SMITH, 1976, Alkali treatment of corn stover. *J. Anim. Sci.*, 42:1366.
- REXEN, F., 1979, Low-quality forages improve with alkali treatment. *Feedstuffs*, 51:42.
- SÁNCHEZ, E.G., 1976, Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva mediante el uso de diversos compuestos químicos. *Téc. Pec. Méx.*, 31:68.
- SNEDECOR, G.W. and E.G. COCHRAN, 1967, *Statistical Methods*, sixth Ed., *The Iowa State University Press*, Ames, Iowa, U.S.A.
- SOUNDARA RAJAN, S.N. and M.Y. KHAN, 1978, Effect of sodium hydroxide or lime-treated wheat straw on the digestibility of nutrients. *Indian J. Anim. Sci.* 48: 9.
- SUNDSTOL, F., E. COXWORT y D.N. MOWAT, 1978, Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoniaco. *Rev. Mundial de Zootec.*, 26:13.
- VAN SOEST, P.J., 1963, Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. Rapid methods for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Official Anal. Chem.*, 4:829.
- VAN SOEST, P.J. and R.H. WINE, 1967, Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV. The determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Official Anal. Chem.*, 50:50.
- VAN SOEST, P.J. and R.H. WINE, 1968, Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. *J. Assoc. Official Chem.* 51: 780.
- WAAGE-PETERSEN, J. and K. VESTERGAARD-THOMSEN, 1977, Effect on digestibility and nitrogen content of barley straw of different ammonia treatments. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 2:131.