

**VALOR NUTRITIVO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL HENEQUEN  
(AGAVE FOURCROYDES) PARA EL BORREGO TABASCO**

ROBERTO SANGINÉS G.<sup>1, 2</sup>  
ARMANDO S. SHIMADA <sup>3</sup>

**Resumen**

Se condujeron tres experimentos con objeto de determinar el valor nutritivo de los subproductos del henequén (*Agave fourcroydes*) para el borrego Tabasco. En el primero con 54 machos de 12.7 kg, se estudió la respuesta a suplementar bagazo de henequén con tres niveles de proteína (0.5, 0.7, 0.9% del peso corporal diariamente) proveniente de una combinación con harina de pescado y urea (67 y 33% del nitrógeno suplementario, respectivamente); se observó una tendencia lineal significativa a incrementar las ganancias diarias al aumentar la cantidad de suplemento ( $Y = 27.345 + 0.031X$ ). En el segundo estudio, con 54 machos de 13.2 kg, se suplementó bagazo con 0.7% de proteína cruda (en relación con el peso corporal), proveniente de harina de pescado y urea (33:67, 67:33, 100:0 del N, respectivamente) observándose un aumento lineal significativo en ganancia de peso al incrementar la proporción de harina de pescado ( $Y = 26.252 + 0.297X$ ). Los datos de digestibilidad de la materia orgánica de la pulpa de henequén (63.56%) así como las digestibilidades de las fracciones de fibra (FND, 60.03%; contenido celular, 70.29%; FAD, 67.71% y celulosa, 69.56%) son elevados; sin embargo, la información sobre retención de nitrógeno (48.34%) aunada a la pérdida de peso de los animales (70 g diarios) indica que la pulpa *per se* no es capaz de mantener un balance energético adecuado.

El henequén (*Agave fourcroydes*) es la principal agroindustria del Estado de Yucatán, cultivándose una superficie mayor a las 150,000 ha (Rojas y Castañares, 1977).

El proceso para la obtención de la fibra larga consiste en la separación mecánica y lavado de la pulpa adherida, obteniéndose un desperdicio denominado bagazo. Posteriormente este último subproducto puede ser pasado a través de una criba para la separación de la fibra corta y los jugos, obteniéndose entonces como residuo la pulpa.

Tanto el bagazo como la pulpa de hene-

quén son empleados como fuentes de materia orgánica para el enriquecimiento de los suelos para uso agrícola, requiriéndose dos mil toneladas de subproducto fresco para cubrir una hectárea de terreno (Hurtado, 1976).

Otra posibilidad de utilización de ambos subproductos es la de destinarlos a la alimentación de las especies pecuarias, en especial los rumiantes (Sanginés *et al.*, 1976).

Los estudios que se describen a continuación tuvieron como objetivo la determinación del valor nutritivo de los subproductos del henequén mediante estudios de crecimiento y de digestibilidad.

Se efectuaron tres experimentos empleando 54, 54 y 15 borregos machos de la raza Tabasco o Pelibuey, de 12.7, 13.2 y 24.4 kg, respectivamente. En los primeros dos experimentos los animales fueron distribuidos al azar en grupos de 6 y alojados en corraletas de 2 x 4 m, con piso de tierra, comederos y bebederos de pila, donde se les proporcionó bagazo de henequén,

Recibido para su publicación el 29 de mayo de 1978.

<sup>1</sup> Centro Experimental Pecuario de Mochá, INIP-SARH, Apartado Postal 100, Suc. "D", Mérida, Yuc.

<sup>2</sup> Dirección actual: Dirección General de Sanidad Animal, SARH, Mérida, Yuc.

<sup>3</sup> Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, Apartado Postal 41-652, Palo Alto 10, D.F.

sales minerales y agua *ad libitum*, así como cantidades medidas de los suplementos que se indican posteriormente; los animales fueron pesados, previo ayuno total de 18 horas, al inicio de los estudios y posteriormente cada 14 días hasta su finalización.

*Experimento 1.* Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de animales alimentados con bagazo suplementado con tres niveles de proteína cruda con base en el peso vivo (0.5, 0.7, 0.9% del peso, diariamente), efectuando ajustes cada 14 días. La suplementación consistió en una mezcla de harina de pescado y urea, que proporcionó el 67 y el 33% de la proteína, respectivamente.

*Experimento 2.* El objeto fue observar el comportamiento de borregos alimentados con bagazo, suplementados en tres proporciones diferentes de proteína a partir de harina de pescado: urea (33:67; 67:33; 100:0, respectivamente), en cantidades diarias equivalentes al 0.7% del peso de los animales. Al igual que en el estudio anterior se ajustaron las cantidades de suplemento cada 14 días.

*Experimento 3.* Se efectuó con objeto de determinar la digestibilidad de la pulpa de henequén para el borrego Tabasco. La duración del estudio fue de 15 días, 10 de adaptación y 5 de recolección. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas indi-

viduales donde se les ofreció pulpa de henequén a libertad durante la adaptación y con base en el consumo durante ese período, en cantidades fijas durante la etapa de recolección: asimismo, se ofrecieron 30 g diarios de urea a cada borrego y agua a libertad en todo el estudio. Durante la fase de recolección se registró diariamente el peso de las heces y de la orina de cada individuo, almacenándose una alícuota. Las heces fueron congeladas y las orinas preservadas mediante la adición de HCl para su análisis posterior.

Las muestras de alimento y de heces fueron analizadas para determinar su contenido de las distintas fracciones de la fibra (Harris, 1970), las orinas fueron analizadas para la determinación de nitrógeno (AOAC, 1970). La información de los tres experimentos fue analizada estadísticamente por medio de los métodos usuales (Steel y Torrie, 1967).

## Resultados y discusión

*Experimentos 1 y 2.* Los datos de comportamiento de borregos Tabasco alimentados durante 182 días con bagazo de henequén suplementado diariamente con tres niveles de proteína cruda (0.5, 0.7, 0.9% como por ciento del peso vivo) se muestran en el Cuadro 1. Los resultados del experimento 2 de animales que recibieron durante 168 días bagazo de henequén su-

CUADRO 1

Comportamiento de borregos Tabasco alimentados con bagazo de henequén, suplementado con tres niveles de proteína, a partir de harina de pescado: urea (67:33% del N), durante 182 días, experimento 1

Porcentaje del peso vivo, ofrecido diariamente como proteína cruda	0.5	0.7	0.9
Número de animales	18	18	18
Peso inicial, kg	12.45 <sup>a</sup>	12.94 <sup>a</sup>	12.64 <sup>a</sup>
Peso final, kg	22.41 <sup>a</sup>	24.82 <sup>ab</sup>	25.97 <sup>b</sup>
Ganancia diaria de peso, g	59 <sup>a</sup>	71 <sup>ab</sup>	79 <sup>b</sup>
Consumo diario de bagazo en base seca, g	718 <sup>a</sup>	732 <sup>a</sup>	747 <sup>a</sup>
Consumo diario de suplemento, g	103 <sup>a</sup>	141 <sup>b</sup>	168 <sup>c</sup>

a, b, c Valores con diferente literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

plementado con 0.7% de proteína diaria (como % del peso vivo) en tres proporciones diferentes de N de harina de pescado y urea (33:67; 67:33; 100:0, respectivamente) se muestran en el Cuadro 2.

La respuesta a la harina de pescado puede deberse a varios factores. Por un lado, cabría la posibilidad de que el bagazo de henequén no proporcionara suficientes esqueletos ramificados necesarios para la

CUADRO 2

Comportamiento de borregos Tabasco alimentados con bagazo de henequén, suplementado al 0.7% del peso vivo, con diferentes calidades de proteína cruda, durante 168 días, experimento 2

Porcentajes de proteína proporcionados con harina de pescado y urea	33:67	67:33	100:0
Número de animales	18	18	18
Peso inicial, kg	13.53 <sup>a</sup>	13.28 <sup>a</sup>	12.79 <sup>a</sup>
Peso final, kg	19.89 <sup>a</sup>	24.57 <sup>b</sup>	28.78 <sup>c</sup>
Ganancia diaria de peso, g	38 <sup>a</sup>	67 <sup>b</sup>	95 <sup>c</sup>
Consumo diario de bagazo en base seca, g	757 <sup>a</sup>	748 <sup>a</sup>	730 <sup>a</sup>
Consumo diario de suplemento, g	61 <sup>a</sup>	142 <sup>b</sup>	235 <sup>c</sup>
Consumo diario de harina de pescado, g	44 <sup>a</sup>	130 <sup>b</sup>	235 <sup>c</sup>

a, b, c Para cada parámetro valores con diferente literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

La ganancia diaria de peso de los borregos se incrementó en forma lineal significativa ( $P < 0.05$ ), tanto al aumentar la cantidad de suplemento diario ( $Y = 27.345 + 0.031X$ ) como sucedió en el experimento 1, como al incrementar el porcentaje de harina de pescado en el suplemento ( $Y = 26.252 + 0.297X$ ), como se observó en el experimento 2.

En cada experimento, el consumo de bagazo de henequén fue comparable, siendo las diferencias entre tratamientos no significativas ( $P < 0.05$ ). Las respuestas en ganancias de peso observadas en ambos experimentos son similares dado que de hecho, en el experimento 1, al emplearse tres niveles de un mismo suplemento en el cual el 67% del nitrógeno provenía de harina de pescado y el 33% restante de urea, el comportamiento pudo haberse relacionado directamente con la harina de pescado, como sucedió en el experimento 2.

Del efecto benéfico del empleo de proteína preformada informaron anteriormente Sanginés *et al.* (1976), al comparar pasta de calabaza con gallinaza y con urea, como suplementos para bagazo de henequén.

síntesis óptima de proteína microbiana en el rumen (Cline, Garrigus y Hatfield, 1966). También se podría pensar en que la harina de pescado pudo ser utilizada como fuente de energía ya sea directamente en el rumen, o a nivel metabólico una vez convertida en propionato. Por otra parte, la harina de pescado, por su solubilidad (Pérez-Gavilán, Viniestra y Camacho, 1976), podría también ser una fuente de amonio más eficiente para la utilización de las fracciones de fibra de henequén que constituyen cerca del 35% del mismo; por último en la interpretación de los resultados no debe olvidarse la importancia de la proteína que sobrepasa la digestión ruminal y que se digiere directamente en abomaso y duodeno (Black, Pearce y Tribe, 1973), siendo la calidad de esta proteína entonces tan importante como lo es en aves y cerdos.

Independientemente de la causa por la que la harina de pescado, al ser empleada como suplemento de bagazo del henequén, permite una mejor respuesta animal, puede deducirse que tanto la cantidad del suplemento como la calidad del mismo, deben ser considerados al seleccionar el nivel de

suplementación de subproductos de este tipo.

*Experimento 3.* Los resultados de digestibilidad aparente de las fracciones de fibra de la pulpa de henequén aparecen en el Cuadro 3.

CUADRO 3

Digestibilidad de las fracciones de fibra de la pulpa de henequén, para el borrego Tabasco <sup>a</sup>

	Digestibilidad %
Materia orgánica	63.56±1.56
Fibra neutro detergente	60.03±3.75
Contenido celular	70.29±2.16
Fibra ácido detergente	67.71±3.24
Celulosa	69.56±2.96

<sup>a</sup> Promedio de 15 borregos ± desviación estándar.

Las digestibilidades de la materia orgánica (63.65%), así como la de las fracciones de fibra concuerdan con lo informado por otros autores (Frank, Meissner y Hofmeyer, 1973) y son elevadas al compararlas con los datos de forrajes pobres (Kropp *et al.*, 1977 a, b) lo cual puede deberse al hecho de que la pulpa proviene de plantas verdes poco lignificadas y además es un subproducto de la extracción de fibra, quedando entonces constituida principalmente por glúcidos fácilmente fermentecibles. Sin embargo, el aporte energético de la pulpa de henequén *per se* parece ser limitado, debido a que a pesar de haberse mantenido a los animales en balance positivo de nitrógeno (48.34% de retención), éstos perdieron 70 g diarios durante la duración del estudio; esta suposición se ve reforzada por los resultados del trabajo previo (San-

gínés *et al.*, 1976) en el que la suplementación de bagazo de henequén, con melaza-urea, en vez de urea sola como en el caso presente, permitió ganancias de 18 g diarios en corderos en crecimiento (14.5 kg).

Es necesaria la conducción de estudios posteriores que permitan dilucidar las interrogantes surgidas de estos estudios, para lograr el aprovechamiento óptimo de los subproductos en cuestión.

### Summary

Three experiments were conducted to determine the nutritive value of sisal (*Agave fourcroydes*) by-products for Tabasco sheep. On the first, with 54 males weighing 12.7 kg, sisal bagass was supplemented with three levels of protein (0.5, 0.7, 0.9% of liveweight, daily) from a fishmeal-urea mixture (67 and 33% of the N, respectively). There was a significant linear response in weight gains with increasing levels of supplementation ( $Y=27.345 + 0.031X$ ). On the second study, with 54 males weighing 13.2 kg, sisal bagass was supplemented with 0.7% of protein daily (in relation to body weight), from three mixtures of fishmeal: urea (33:67; 67:33; 100:0 of the N, respectively); weight gains significantly increased with the level of fish meal supplemented ( $Y=26.252 + 0.297X$ ). It appears that fish meal either provides the necessary branched-chain carbon skeletons, the energy or the ammonia needed for optimal microbial synthesis, or by-passes of the rumen for abomaso-duodenal digestion. Digestibility data of organic matter (63.56%); NDF (60.03%); cellular contents (70.29%); ADF (67.71%) and cellulose (69.56%) were high; however, N retention data (48.34%) along with losses in weight gains (70 per day) indicate that sisal pulp *per se* is not capable of maintaining an adequate energy balance.

### Literatura citada

- AOAC, 1970, Official Methods of Analysis, *Association of Official Agricultural Chemists*, USA.
- BLACK, T.L., G.R. PEARCE and D.E. TRIBE, 1973, Protein requirements of growing lambs, *Brit. J. Nutr.*, 30:45.
- CLINE, T.R., U.S. GARRIGUS and E.E. HATFIELD, 1966, Addition of branched and straight chain volatile fatty acids to purified lamb diets and effects on utilization of certain dietary components, *J. Anim. Sci.*, 25:734.
- FRANK, F., H.H. MEISNER and H.S. HOFMEYER, 1973, Feeding value of sisal for sheep, *Nutrition Abstracts and Reviews*, 1975:3636.
- HARRIS, L.E., 1970, Métodos para el análisis químico y evaluación biológica de alimentos para animales, *Center for Tropical Agriculture*, University of Florida, USA.
- HURTADO, H.H., 1976, El bagazo del henequén como formador de suelo artificial, *Seminarios Técnicos*, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán, Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- KROPP, J.R., R.R. JOHNSON, J.R. MALES and F.N. OWENS, 1977 a, Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: isonitrogenous substitution of urea for soybean meal, *J. Anim. Sci.*, 45:837.
- KROPP, J.R., R.R. JOHNSON, J.R. MALES and F.N. OWENS, 1977 b, Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: Level and source of nitrogen, *J. Anim. Sci.*, 45:844.
- PÉREZ-GAVILÁN E., J.P., G. VINIEGRA G. y ROSA CAMACHO, 1976, Evaluación bromatológica de suplementos proteicos para ganado bovino, *Veterinaria*, México, N° Vol. 2, 7:8.
- ROJAS G., R. y J. CASTAÑARES A., 1977, Consideraciones técnico-económicas sobre el empleo de agaváceas, *Tecnología LANFI*, 3:8.
- SANGINÉS G., R., B. CARRASCO, L. MARTÍNEZ, E. SALINAS T. y A.S. SHIMADA, 1976, Composición proximal del bagazo de henequén y su uso en la alimentación del borrego, *Téc. Pec. en Méx.* 31:75.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE, 1967, Principles and Procedures of Statistics, *McGraw-Hill Book Co., Inc.*, USA.