

## Digestión de residuos de la cosecha cañera tratados con hidróxido de sodio. 1. Determinación de la digestibilidad *in situ* (Digestion of residuals of the crop cane treatment with OHNa. Determination of digestibility *in situ*)

**Dr. Sc. García Herrera, Ramón:** Carrera Medicina Veterinaria-Zootecnia. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Las Villas. Carretera Camajuaní Km. 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. Professor Associado Faculdade Veterinária. Universidade Eduardo Mondlane. Mozambique. **dramongh** E\_mail: [ramongh@uclv.edu.cu](mailto:ramongh@uclv.edu.cu) || **M.V. Dr. Abreu Morales, Troadio.** Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Las Villas. Carretera Camajuaní Km. 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830 || **MSc Soto Pacheco, Juan Miguel.** Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Las Villas. Carretera Camajuaní Km. 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

### REDVET: 2008, Vol. IX, Nº 11

Recibido 22.01.2008 - Ref. prov. H010 - Revisado 22.06.08 - Ref. def. 111106\_REDVET - Aceptado 20.10.08 - Publicado 01.11.08

Este artículo de investigación está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111108.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111108/111106.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

## Resumen

El objetivo fue conocer el efecto sobre la digestibilidad del tratamiento de los residuos de la cosecha cañera con OHNa.

La digestibilidad *in situ* a las 72 horas se determinó mediante el método de "bolsas en el rumen" en toro con cánula ruminal. Los tratamientos valorados fueron A: Materia seca de residuos de Centros de Acopio sin tratamiento químico (RCA) y B: Materia seca de RCA tratados con 4% de OHNa (RCAt) con diez repeticiones cada uno.

El diseño experimental fue en secuencias simples de tratamientos.

Los resultados de la digestibilidad fueron para los RCA 30,81% y para los RCAt 49,04% haciéndolo similar a los valores de digestibilidad de otros alimentos tradicionales.

Es recomendado continuar estudiando a los RCAt como fuente energética en la alimentación de los rumiantes.

Palabras clave: digestibilidad ruminal | digestibilidad *in situ* | fisiología | nutrición | bovinos | hidróxido sodio | rumiantes

**Digestión de residuos de la cosecha cañera tratados con hidróxido de sodio. 1. Determinación de la digestibilidad *in situ***

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111108/111106.pdf>

## Abstract

The objective was to know the effect of the treatment of the residuals of the crop cane with OHNa in the digestibility.

The digestibility *in situ* at the 72 hours was determined by the method of "bags in the rumen". The valued treatments were A : dry matter of residuals of Centers of Storing without chemical treatment (RCA) and B: dry matter of RCA tried with 4% of OHNa (RCAt) with ten repetitions each one.

The experimental design was in simple sequences of treatments.

The results of the digestibility were for the RCA 30, 81 % and for the RCAt 49, 04% making it similar to the values of digestibility of other traditional foods.

It is recommended to continue studying to the RCAt like energy source in the feeding of the ruminant ones.

Keywords: ruminal digestibility | *in situ* digestibility | physiology | nutrition | bovine | sodium hydroxide | ruminants

---

## Introducción

Durante la Conferencia Internacional sobre Nutrición, realizada en Roma por la FAO y la OMS (1), se informó que a pesar de los avances conseguidos en los últimos decenios, más de 780 millones de personas no tienen alimentos suficientes para satisfacer sus necesidades diarias de energía y proteínas, sobre todo en África, el sur de Asia y América Latina.

El papel de la ganadería bovina dentro del sector agropecuario es decisivo constituyendo la principal fuente proveedora de proteína animal (carne y leche); teniendo en cuenta la utilización eficaz que hace el hombre de la misma, con respecto a la proteína vegetal. Por otra parte, la especie bovina, como todo rumiante, no compite con el hombre por la alimentación, porque utiliza fundamentalmente alimentos fibrosos, ricos en celulosa y además puede utilizar el nitrógeno no proteico (urea, amoníaco y nitratos) (2) (3).

La alimentación bovina en los países tropicales y subtropicales está basada en los pastos y forrajes, pues los cereales deben ser en su mayoría importados. Por tanto, todos los esfuerzos deben ir encaminados a la obtención de alimentos de alto valor biológico, alcanzados con un mínimo de gastos, cumpliendo de esta forma uno de los principios de la racionalidad económica (2) (4) (5). Además, deben aprovecharse alimentos fibrosos a partir de gramíneas destinadas primariamente a obtener otros productos, de las cuales resultan partes no utilizadas en esa producción (hojas), pero que constituyen una fuente de fibra alimentaria para la alimentación de los rumiantes.

La cosecha de la caña azucarera (*Saccharum sp.*) en su proceso de beneficio

industrial aporta una inestimable cantidad de hojas que pueden ser utilizadas en la alimentación de rumiantes. Los Centros de Acopio y Limpieza son instalaciones estacionarias para el troceado y la limpieza neumática de la caña cortada a mano, mientras que los Centros de Limpieza completan la remoción de los residuos en la caña cortada por las combinadas (6).

Según Stuart (7), la cosecha de la caña entrega además de 0.79 toneladas métricas ( $= 10^3 \text{ Kg} = \text{t}$ ) de cogollo y hojas verdes, 0.41 t de hojas secas o paja, para un total de 1.2 t de residuos de la cosecha por t de azúcar producido, que con un rendimiento de 7.1 t de azúcar/ha es de esperar unas 5.6 t de cogollo y 2.9 t de paja por hectárea de tierra.

Para un suministro diario de 20 kg de residuos de la cosecha por cabeza de ganado vacuno (8), cada hectárea dedicada a la producción de azúcar de caña entrega simultáneamente alimentos para 1.17 animales durante todo el año. No obstante, su gran disponibilidad, los residuos de la cosecha cañera, no resuelven la problemática de la alimentación del ganado durante el período seco, debido a la baja digestibilidad de esos materiales, dada por factores químicos-físicos, entre los cuales los más importantes, son: El grado de lignificación y el índice de cristalinidad, impidiendo la acción de los microorganismos del rumen sobre la celulosa (9) (10) (11).

Una vía para aumentar la digestibilidad de estos residuos lignocelulósicos es el tratamiento con OHNa, según el método húmedo o de Beckmann (12) (13) (14).

En Cuba, los resultados del aumento de la digestibilidad obtenidos con niveles del 4 al 6% de OHNa son altamente significativos y alentadores; no obstante, la mayor parte de los experimentos de digestibilidad han sido realizados por métodos *in vitro* e *in situ*. Además, no se han valorado los posibles efectos desfavorables que, las altas inclusiones de OHNa en la dieta, pudieran ocasionar en el metabolismo del rumen en particular y en la fisiología del rumiante en general (homeostasis ácido-básica, metabolismo hidromineral, nefropatías, etc.) (15) (16) (17) (18).

Fue nuestro objetivo estudiar el efecto del tratamiento de los residuos de la cosecha cañera con hidróxido de sodio en su digestibilidad ruminal con vistas a utilizar, de manera más eficiente, este residuo fibroso en la nutrición de los bovinos para la producción de leche y carne.

## **Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en la vaquería de la Estación Experimental Zootécnica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Fue utilizado un toro del cruzamiento genético A-2 (75% Holstein y 25% Cebú), macho de 30 meses de edad y 227 kg de peso vivo. El cual se encontraba en buen estado de salud, desparasitado e inmunizado contra enfermedades infecto-contagiosas.

Al toro le fue implantada en el rumen, a nivel del flanco izquierdo cerca de la fosa del ijar, una cánula de material plástico de 15 cm de diámetro.

El animal se mantuvo aislado en un cubículo individual (9 m<sup>2</sup>), el que posee anexo un corral pequeño de buen relleno para tener acceso al Sol y poder realizar ejercicios.

La dieta consistió en: Forraje fresco de King grass (*Pennisetum purpureum*) a voluntad, y 1.4 Kg. de pienso "Vaca lechera comercial" (Composición, % en base seca de: MS 85.0%, PB 16.0%, Ca 0.8%, P 0.7% y EM 2.6 Mcal/kg MS) (19) distribuido en dos sesiones (mañana y tarde) para garantizar una mayor actividad celulolítica de la microflora del rumen. Disponía de agua fresca *ad libitum*.

El período de adaptación a estas condiciones de manejo fue de 15 días. No fue variado el manejo animal durante el experimento.

La muestra de los residuos de cosecha cañera (RCC) fue recolectada de un Centro de Acopio con una composición, % en base seca de: MS 40.0%, PB 3.5%, Ca 0.3%, P 0.3% y EM 1.8 Mcal/kg MS (19).

La muestra de los residuos de Centro de Acopio (RCA) fue cortada a una longitud de 1 a 2 cm.

El tratamiento químico consistió en añadir 100 mL de la solución de hidróxido de sodio (OHNa) puro para análisis al 4% por cada 100 g de material troceado (en base seca), mezclarlos y dejar reposar 24 horas.

Para desecar los RCA tratados y sin tratar químicamente fueron introducidos en la estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 horas.

Los tratamientos valorados fueron A: Materia seca de residuos de Centros de Acopio sin tratamiento químico (RCA) y B: Materia seca de residuos de Centros de Acopio tratados con 4% de OHNa (RCAt), con diez repeticiones cada uno.

La digestibilidad *in situ* de la materia seca de los RCA tratados o no con OHNa al 4% se determinó por el método "Bolsas en el rumen" (20).

Las bolsas de dacrón se confeccionaron con una dimensión de 10 cm de ancho por 15 cm de largo, siendo identificadas.

Para deshidratarlas fueron introducidas vacías en la estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 horas.

En una balanza analítica, fueron pesadas las bolsas vacías (20 en total) y luego las 10 bolsas conteniendo de 5 a 6 g de materia seca de los RCA y otras 10 bolsas conteniendo de 5 a 6 g de materia seca de los RCAt, siendo

cerradas y unidas a un cordel de nylon de 100 cm de longitud para garantizar el recorrido por todo el rumen. Siendo colocadas en el rumen a través de la cánula implantada.

A las 72 horas se extrajeron las 20 bolsas, para ser lavadas primeramente con agua corriente y luego, con agua destilada. Se siguió el mismo procedimiento desecativo, antes señalado, para ser pesadas nuevamente. Se realizaron los cálculos de digestibilidad mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Digestibilidad} = \frac{PMSa - PMSd}{PMSa} * 100$$

Donde:

PMSa: Peso de la materia seca expresado en gramos de cada bolsa antes de ser introducida en el rumen.

PMSd: Peso de la materia seca expresado en gramos de cada bolsa después de ser extraída del rumen.

Fue empleada una comparación de medias por el Test t-student para muestras independientes.

## Resultados y Discusión

Los valores medios de digestibilidad *in situ* a las 72 horas de la materia seca de los residuos de cosecha cañera procedentes de Centro de Acopio (Tabla 1) fueron 30.81% para la materia seca no predigerida (RCA) y 49.04% para la tratada con OHNa al 4% (RCAt), con una diferencia estadística significativa  $p < 0.00001$ .

**Tabla 1 Digestibilidad *in situ* de la materia seca de los RCA tratados con OHNa al 4%**

Réplicas	Materia seca RCA sin Tratamiento químico (%)	Materia seca RCA con Tratamiento químico (%)
1	27,44	45,78
2	27,52	46,38
3	28,24	48,25
4	29,49	48,38
5	31,11	48,68
6	31,13	49,42
7	32,07	49,69
8	32,14	50,89
9	34,01	51,32
10	34,97	51,56
Medias	30,81 <sup>b</sup>	49,04 <sup>a</sup>

Medias (a, b) con superíndices desiguales difieren a  $p < 0,00001$

Estos resultados son similares a los obtenidos por otros investigadores (12) (14) (16) (17) (21) (22) Tabla 2, en experimentos de digestibilidad, con residuos de cosecha de la caña de azúcar tratados o no con OHNa al 4%.

**Tabla 2 Digestibilidades *in situ* e *in vitro* de la materia seca en residuos de la cosecha de la caña de azúcar tratado o no con OHNa al 4% obtenida por diversos autores**

Técnica empleada	Digestibilidad, % Sin tratar, 0% OHNa	Digestibilidad, % Tratados con 4% OHNa	Autor
<i>In vivo</i>	29.80	46.90	Martín (12)
<i>In vitro</i>	35.80	52.40	Stuart et al. (16)
<i>In situ</i>	30.11	48.24	Pedraza et al. (21)
<i>In vitro</i>	31.90	47.00	Hanke et al. (14)
<i>In situ</i>	31.30	52.20	Estrada et al. (22)
<i>In vivo</i>	36.20	59.20	Estrada (17)

Acorde a estos resultados y a los nuestros, los valores de digestibilidad de los RCC tratados con OHNa al 4% se elevan como promedio un 18%, siendo similares a las digestibilidades informadas (2) de diferentes pastos y forrajes tradicionales como son: pangola (*Digitaria decumbens sp.*) con riego de 8 a 9 semanas alcanza una digestibilidad de un 50%, la bermuda de costa (*Cynodon dactylon sp.*) de más de 10 semanas en tiempo lluvioso alcanza una digestibilidad de 48.3%, un heno de bermuda de 6 a 7 semanas en tiempo de seca teniendo riego su valor es de 47.7% y un ensilado de pangola de 6 a 7 semanas en tiempo de lluvia obtuvo 46.4% de digestibilidad.

## Conclusiones

Basándonos en los resultados obtenidos con el tratamiento químico (pre-digestión) de los RCA con OHNa al 4%, podemos arribar a las siguientes conclusiones:

1. Los valores de digestibilidad de los RCC tratados con OHNa al 4% se elevan como promedio un 18%.
2. La digestibilidad *in situ* aumenta a un 49.04% haciéndolo similar al de algunos pastos y forrajes tradicionales.

## Recomendaciones

Continuar realizando investigaciones *in situ* e *in vivo* de los RCA, utilizando niveles de inclusión de OHNa de 3, 4 y 5%, referidas a:



- Estudios de digestibilidad.
- Estudios microbiológicos del rumen.
- Estudios que permitan evaluar el comportamiento productivo en diferentes categorías de la especie bovina, consumiendo como dieta básica o suplementaria los RCA predigeridos con OHNa.

## Bibliografía

1. FAO. Manejo de proyectos de alimentación y nutrición en comunidades. Guía didáctica. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Italia, 1995, pp. 191-202.
2. Consejo Nacional de Ciencia y Técnica. Metodología del balance alimentario para el ganado vacuno en Cuba. La Habana (Cuba): Editorial Orbe, 1975, pp. 76.
3. Dyer. Residuos de celulosa como fuente energética para producir proteínas de origen animal. Rev. Mundial de Zootecnia, 1975, vol 15, p. 40.
4. González, G. En torno a la interacción producción animal-medio ambiente. An. Real Acad. Farm. 1998, vol 64, p. 93-94, 97-108.
5. O'Donovan, P. Posibilidades para la alimentación del ganado con subproductos en zonas tropicales. Rev. Mundial de Zootecnia, 1975, vol 13, p. 33.
6. González, G. Desarrollo de los Centros de Acopio de caña de azúcar en Cuba. Cuba Azúcar, Abril/Junio 1972, p. 43.
7. Stuart, J. R. Los residuos agrícolas y sus posibilidades de utilización en la alimentación del ganado. Boletín Reseñas del CIDA, Marzo/Abril 1977, n° 12, p. 8.
8. Stuart, J. R. Desarrollo a escala comercial y evaluación zootécnica del uso de los residuos de Centros de Limpieza de la caña en lote seco. ICA. La Habana (Cuba), 1989, p. 18.
9. Pigden, W., Bender, F. Aprovechamiento de lignocelulosa por los rumiantes. Rev. Mundial de Zootecnia, 1972, vol 4, p. 7.
10. Stuart, J. R. Los residuos agrícolas y sus posibilidades de empleo en la alimentación del ganado. Boletín de Reseñas. Serie Ganadería, 1977, vol 4, n° 3 – 4, p. 5-24.
11. Triana. Caracterización de la lignina hidrolítica del bagazo y determinación de sus grupos funcionales. Rev. cubana Cienc. agric., 1977, vol 2, n° 10, p. 43-47.
12. Martin, P. C. Efecto del OHNa y la presión sobre la digestibilidad de la MS del bagazo y bagacillo de caña. Rev. cubana Cienc. agric., 1974, vol 8, n° 1, p. 9-13.
13. Ololade, E., Mowat. M. Effect of processing methods in vitro digestibility of roughages treated with sodium hidróxido. Can. J. Animal, 1975, vol 4, p. 657-662.

14. Hanke, R., Martín, P. C. Utilización de los subproductos fibrosos de la caña de azúcar por los rumiantes. 8. Composición de los residuos de Centros de Acopio y efecto del tratamiento con OHNa en la digestibilidad *in vitro*. Rev. cubana Cienc. agric., 1985, vol 19, p. 153.
15. Boado, A. Nutrición Animal. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana ISCAH, Habana (Cuba), 1974, p. 338-340.
16. Stuart, J. R., Sánchez. R., Monteagudo, F. Efecto del tratamiento con OHNa o NH<sub>3</sub> sobre la digestibilidad de raciones a base de residuos de Centros de Acopio. Resúmenes del Seminario ICA. Habana (Cuba),. 1982. pp: 94.
17. Estrada, F. Digestibilidad de los residuos de caña de azúcar predigeridos con diferentes niveles de OHNa. Rev. Prod. Anim., 1986, vol 2, p. 27.
18. Margolles, E. Principales enfermedades metabólicas de las vacas lecheras. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Dirección de Información Científico-Técnica. Habana (Cuba), 1987. pp: 1-7.
19. Estrada, F. Guías de Nutrición y Alimentación Animal II. Dpto. Nutrición y Bioquímica. UCLV. Santa Clara (Cuba), 1987. pp: 34-36.
20. Vázquez, C. M. Técnicas de digestibilidad. Instituto de Ciencia Animal. Habana (Cuba), 1974. pp: 1-30.
21. Pedraza, R., Hernández. R., Orozco, O., Mardoff, C. Determinación de los coeficientes de digestibilidad de los residuos de Centros de Acopio (corte manual) cuando se mezclan con miel-urea o se tratan con urea o hidróxido de sodio. Rev. Prod. Anim., 1982, vol 3, p. 313.
22. Estrada, F., Toboso, A., Cepero, O. Efecto de la paja de caña predigerida con niveles OHNa en la producción de leche. Rev. Prod. Anim., 1985, vol 1, p. 31.