

DIGESTIBILIDAD DEL BAGACILLO DE CAÑA DE AZÚCAR¹

FEDERICO RODRÍGUEZ GARZA²

Resumen

Se realizó un experimento para determinar la digestibilidad del bagacillo de la caña de azúcar y el consumo voluntario de raciones que contenían distintos niveles de este producto. Se utilizaron ocho dietas con niveles crecientes de bagacillo (0-50%, que fueron suministradas a ovinos hembras de la raza Pelibuey, alojados en jaulas metabólicas. A medida que se incrementaron los niveles de bagacillo en la ración, se produjo un decremento de la digestibilidad de la materia seca ($P < 0.05$) y una reducción de consumo voluntario de las dietas ($P < 0.05$). La digestibilidad de la proteína cruda y de la proteína verdadera, no se afectó por el nivel de bagacillo en el alimento. Los coeficientes de digestibilidad de paredes celulares y de celulosa decrecieron a medida que se incrementó el nivel de bagacillo en la dieta. La digestibilidad de las paredes celulares en general, y en particular la de la celulosa, parecen ser los determinantes del efecto observado en la digestibilidad de la materia seca de las raciones ($r = 0.8838$ y $r = 0.9592$, respectivamente). Utilizando las fórmulas obtenidas de la regresión, el valor estimado de la digestibilidad del bagacillo de caña fue de 47.24%.

Introducción

La utilización de subproductos de la caña de azúcar tiende a ser cada día más frecuente. El bagacillo de caña de azúcar se obtiene en forma directa por el manejo del

bagazo, o en forma indirecta por el descortezado del bagazo, destinado a la producción de celulosa para papel. El bagacillo tiene una composición química relativamente pobre, cuando se compara con otros ingredientes o forrajes utilizados en la alimentación del ganado, pero contiene algunos nutrientes aprovechables por los rumiantes a un costo tan bajo que resulta importante estudiar sus posibilidades de empleo.

La determinación de la digestibilidad de los forrajes bastos es una fase muy importante en la evaluación nutritiva de estos alimentos; el grado de digestibilidad que alcanzan algunas de las fracciones de fibra, es un buen indicador de las posibilidades de utilización y aprovechamiento de los forrajes fibrosos.

Tejada (1976), encontró que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del bagacillo de caña es de 17.65%. Johnson y Pezo (1975), informaron que la digestibilidad *in vitro* de varias muestras de bagacillo varía de 14.2 a 21.6%. En la literatura revisada no se encontraron datos referentes a la digestibilidad *in vivo* del bagacillo, existen solamente informes de digestibilidad de dietas que incluyen este subproducto (Soriano, Tejada y Shimada, 1976; La Hoz, *et al.*, 1976) o bagazo de caña (Conrad y Chapman, 1976) en su formulación.

Castellanos *et al.* (1976), utilizando dietas integrales con un contenido de 40% de bagacillo (base húmeda), suministradas a novillos en engorda en corral, encontraron ganancias de peso superiores a los 600 gramos diarios. La Hoz *et al.* (1976), utilizando una dieta con 40% de bagacillo tratado con Na OH en toretes, encontraron ganancias de peso diario de 858 gramos. Estas experiencias indican que el bagacillo de caña de azúcar es un recurso alimenticio potencial para el ganado y que debe ser estudiado con más amplitud.

¹ Este trabajo es parte del proyecto "Producción de carne y leche a partir de caña de azúcar", patrocinado por el IDRC de Canadá y administrado por CONACyT de México.

² Departamento de Nutrición Animal. INIP-SARH Pacífico Norte, Av. López Mateos Sur No 117, Guadalajara, Jal.

Material y métodos

Se utilizaron 16 borregas de la raza Pe-libuey, con un peso promedio de 30 kg, que fueron distribuidas al azar en ocho tratamientos y dos períodos. Los tratamientos consistieron en ocho dietas, cuya composición se muestra en el Cuadro 1, que fueron suministradas a dos animales por período, lo que totalizó cuatro observaciones por tratamiento.

Los animales fueron colocados en jaulas metabólicas, que permitieron la medición individual del alimento consumido, las heces y orina producidas. Para asegurar la separación de heces y orina se colocaron sondas urinarias en todas las borregas, 24 horas antes del período de colección; de acuerdo con la metodología descrita por Rodríguez (1980). Al inicio de la prueba los animales fueron desparasitados y se les aplicaron 500,000 UI de vitamina A. Como medida preventiva se aplicaron 400,000 UI de penicilina por animal, en el momento de colocar las sondas.

Cada uno de los dos períodos experimentales se formó por diez días de adaptación

a las dietas y 6 días de mediciones de consumo de alimento y de colección de heces y orina. Antes del primer período los animales permanecieron 10 días en las jaulas metabólicas para su adaptación al equipo y manejo. Los alimentos fueron suministrados a libertad y todos los animales tenían acceso libre a agua fresca.

Las heces se deshidrataron a humedad ambiente constante y se prepararon muestras compuestas por observación. Las muestras de orina (alícuotas), se mantuvieron congeladas hasta su análisis de laboratorio, con el propósito de hacer balance de nitrógeno.

Los análisis proximales de alimentos, heces y orina, se efectuaron siguiendo las técnicas descritas por la A.O.A.C. (1970), los análisis de fracciones de fibra por el método de Van Soest (Goering y Van Soest, 1970), y los de proteína verdadera por diferencia de la determinación de nitrógeno no proteico (Jacobs, 1965).

Los análisis estadísticos se realizaron de acuerdo con los métodos descritos por Snedecor y Cochran (1973); las diferencias entre tratamientos por el método de la di-

CUADRO 1
Composición de las dietas experimentales (% base seca)

Ingredientes	DIETAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Bagacillo de caña de azúcar		20	25	30	35	40	45	50
Heno de zacate estrella	67	41	35	29	22	15	9	3
Harinolina de algodón		6	7	8	10	12	13	14
Puliduras de arroz	5	5	5	5	5	5	5	5
Sal	1	1	1	1	1	1	1	1
Minerales	1	1	1	1	1	1	1	1
Urea	1	1	1	1	1	1	1	1
Melaza	25	25	25	25	25	25	25	25
Proteína cruda (determinada)	11.7	12.6	12.4	12.4	14.0	12.7	14.2	14.1
Energía dig. calc. (Mcal/kg)	1.69	1.65	1.64	1.64	1.62	1.61	1.59	1.58 ¹

¹ ED calculada con valores tabulados, estimando 1.83 Mcal/kg para el bagacillo.

ferencia mínima significativa, descrito por Steel y Torrie (1960).

Resultados y discusión

El consumo voluntario de las dietas se consideró dentro de los límites normales para el tipo y peso de los animales en experimentación, los valores promedio por tratamiento se presentan en el Cuadro 2. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, con una esperada tendencia a la disminución en el consumo voluntario, en aquellos tratamientos con niveles altos de bagacillo. En el mismo Cuadro 2 se muestran los valores promedio por tratamiento del balance de nitrógeno, que en la mayoría de los animales fue positivo, lo que da un indicio de que al menos se cubrieron los requerimientos proteínicos de mantenimiento de los animales.

Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca de las dietas se presentan en el Cuadro 3. Los valores promedio muestran una tendencia a decrecer a medida que aumenta el porcentaje de bagacillo en la dieta. El efecto encontrado es de tipo lineal y con una correlación altamente significativa, como se muestra en la Gráfica 1.

La digestibilidad del bagacillo considera-

CUADRO 2
Consumos de materia seca y balance de nitrógeno

Dieta	Bagacillo %	C. M. S.*	B. N.
1	0	847 abc	+ 0.1
2	20	819 abc	+ 7.8
3	25	1048 a	+ 27.1
4	30	890 ab	+ 20.0
5	35	779 abcd	+ 18.1
6	40	798 abcd	+ 12.3
7	45	623 bcd	+ 6.3
8	50	535 d	+ 2.6

C.M.S. = Consumo de materia seca en gramos por dña.

* Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

CUADRO 3

Digestibilidad de la materia seca y de las proteínas

Dieta	D. M. S. *	D. P. C. %	D. P. V. %
1	70.4 a	65.9	52.9
2	66.6 ab	68.0	57.6
3	65.3 bc	68.4	59.9
4	62.9 bcd	65.1	59.2
5	60.3 d	66.7	60.6
6	60.7 cd	63.3	56.6
7	60.8 cd	69.4	61.2
8	59.5 d	65.5	59.1

D.M.S. = Digestibilidad de la materia seca.
D.P.C. = Digestibilidad de la proteína cruda.
D.P.V. = Digestibilidad de la proteína verdadera.

* Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

do como ingrediente, estimada mediante regresión, resultó ser de 47.24%, valor muy superior a aquellos observados en pruebas de digestibilidad *in vitro*, que alcanzan solamente 17.65% (Tejada, 1976) y 14.2 a 14.6% (Johnson y Pezo, 1975). La gran diferencia entre estos valores se debe posiblemente a que en las pruebas *in vitro*, se utilizó bagacillo puro y en el presente experimento se trabajó con alimentos balanceados que constituyen un mejor sustrato para el desarrollo y la actividad bacteriana en el rumen, propiciando una digestibilidad mayor de los componentes fibrosos.

La digestibilidad de la proteína no fue aparentemente afectada por el nivel de bagacillo en la dieta, ni por el consumo total de proteína. Los valores promedio de la digestibilidad de proteína constan en el Cuadro 3. Estas observaciones coinciden con otros informes en los que la digestibilidad de la proteína tiende a ser constante cuando su consumo es superior a los requerimientos de mantenimiento y no hay cambios importantes en el nivel de energía o calidad de la proteína (Schneider y Flatt, 1975; Rodríguez, 1976). La digestibilidad de la proteína verdadera se mos-

tró con tendencias muy similares a las observadas para la proteína cruda, los valores promedio por tratamiento se anotan también en el Cuadro 3.

Los coeficientes de digestibilidad de las paredes celulares, particularmente la fracción de celulosa, mostraron una marcada tendencia a decrecer a medida que aumentó el porcentaje de bagacillo en la dieta. Los valores promedio para cada tratamiento figuran en el Cuadro 4. En el mismo

materia seca mostraron una alta correlación con los coeficientes de paredes celulares ($r = 0.8838$) y especialmente para la fracción celulosa ($r = 0.9592$). El alto grado de asociación entre las variables mencionadas y el alto contenido de estas fracciones fibrosas en la dieta, sugiere que la indigestibilidad de las paredes celulares y particularmente la de celulosa determinan el grado de la digestibilidad de la materia seca total de las dietas. Efectos similares fueron observados al incluir niveles crecientes de otros materiales fibrosos en dietas suministradas a bovinos (Rodríguez, 1976).

Tomando en cuenta que niveles de bagacillo de caña hasta de 40% en raciones para ovinos, no afectan significativamente el consumo de materia seca y que niveles de 30% permiten una digestibilidad aceptable (63%) de dietas del tipo utilizado en este experimento, se considera que la utilización de este subproducto puede y debe incrementarse en la alimentación de rumiantes.

CUADRO 4

Digestibilidad de fracciones de fibra

Dieta	DPAC %**	DCEL %**	D. Lig. %
1	61.2 a	71.4 a	46.4
2	58.7 ab	63.7 ab	29.8
3	56.6 abc	61.6 abc	33.1
4	51.0 bcd	60.9 abc	33.2
5	53.5 abc	54.4 bc	9.2
6	49.7 bcd	57.3 bc	15.4
7	47.4 cd	52.4 bc	35.8
8	42.5 d	50.3 c	24.3

DPAC = Digestibilidad de paredes celulares.

DCEL = Digestibilidad de celulosa.

D. Lig. = Digestibilidad de lignina.

** Valores en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro se encuentran los valores de digestibilidad de lignina, que además de su gran variabilidad, no mostraron correlación clara con los niveles de bagacillo en las raciones. Este fenómeno es frecuente, Van Soest (1964) lo asocia con la dificultad de remover algunas proteínas del material lignificado que se ligar por el calentamiento que sufren las muestras durante los análisis de laboratorio.

El efecto negativo que producen niveles crecientes de bagacillo en las raciones sobre la digestibilidad de paredes celulares y en particular de la fracción de celulosa, es de tipo lineal, como se muestra en la Gráfica 1. Los valores de digestibilidad de

Agradecimientos

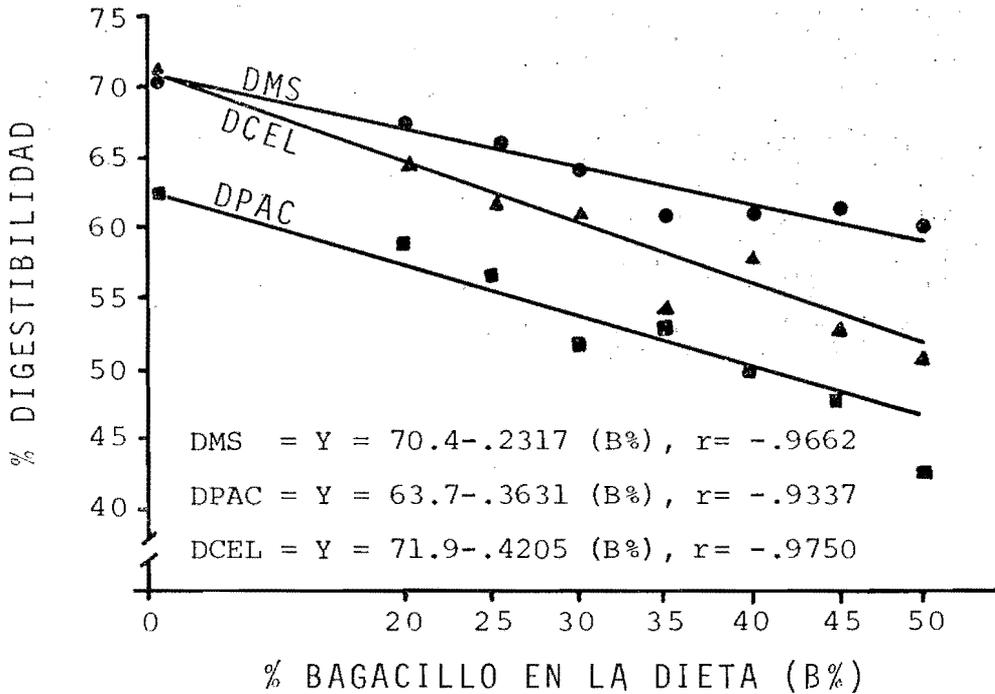
El autor agradece la valiosa colaboración de Irma Tejada de H., Francisca Robledo y Guadalupe Téllez, en la realización de análisis de laboratorio, en el presente experimento.

Summary

A digestibility trial was conducted to determine voluntary intake and digestibility coefficients for diets containing sugar cane pith (SCP). Eight different diets, with increasing levels of SCP (0 to 50%), were fed to 16 female Pelibuey sheep confined in metabolism stalls. Increasing levels of SCP were correlated with decreasing voluntary intake and dry matter digestibility ($P < 0.05$) of the experimental diets. Crude protein and true protein digestibilities were not affected by the level of SCP in the rations. Digestibility coef-

GRAFICA 1

EFFECTO DEL NIVEL DE BAGACILLO DE CAÑA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA (DMS), PAREDES CELULARES (DPAC) Y CELULOSA (DCEL).



ficients of cell-walls, particularly the cellulose fraction, were lower for diets containing high levels of SCP. Indigestibility of cell-wall constituents, specifically cellu-

lose, appeared to have the most significant effect on dry matter digestibility ($r = 0.9592$). Digestibility of SCP, determined by regression, was 47.24%.

Literatura citada

AOAC, 1970, Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.

CASTELLANOS, R.S., H. BARRADAS L., J. LAGUNES L. y H. MERINO Z., 1976, Evaluación del bagazo y bagacillo de caña de azúcar en la alimentación de bovinos en confinamiento. *Resúmenes de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de la Caña de Azúcar en la alimentación animal*. Veracruz, Ver., México, 20.

CONRAD, J.H. y H.L. CHAPMAN JR., 1976, Valor nutritivo del bagazo en las raciones del ganado. *Resúmenes de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal*. Veracruz, Ver., México, 26.

GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST, 1970, Forage fiber analysis. Agricultural Handbook N° 397. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C.

- JACOBS, M.B., 1965, The chemical analysis of food and food products. *D Van Nostrand*, 3th ed. Toronto.
- JOHNSON, W.L. and D. PEZO, 1975, Cell-wall fractions and *in vitro* digestibility of peruvian feed-stuffs. *J. Anim. Sci.* 41:185.
- LA HOZ, E., J. RUIZ, C. ARENAS, A. BACIGALUPO, M. VARA y M. TIMANÁ, 1976, Uso del bagacillo de caña tratado con NaOH en raciones de engorda de bovinos. *Resúmenes de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal*. Veracruz, Ver., México, 23.
- RODRÍGUEZ, G.F., 1976, The nutritive value of plant cell-wall material recovered from bovine feces. MSc. Thesis. *North Carolina State University*. Raleigh, N.C., U.S.A.
- RODRÍGUEZ, G.F., 1980, Determinación de la digestibilidad *in vivo* y balance de nutrientes. Manual de técnicas de investigación en nutrición de rumiantes. *INIP-SARH*. Mimeografiado.
- SCHNEIDER, B.H. and W.P. FLATT, 1975, The evaluation of feeds through digestibility experiments. *The University of Georgia Press*. Athens, Georgia, U.S.A.
- SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN, 1973, Statistical methods. *Iowa State University Press*. Ames, Iowa, U.S.A.
- SORIANO, T.J., I. TEJADA DE H. y A.S. SHIMADA, 1976, Digestibilidad en borregos del Biofermel. *Resúmenes de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal*. Veracruz, Ver., México, 19.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE, 1960, Principles and procedures of statistics. *McGraw-Hill Book Co., Inc.* New York, U.S.A.
- TEJADA DE H., I., 1976, Digestibilidad *in vitro* del bagacillo de caña solo y tratado con NaOH. Informes Comisión del Papaloapan, *INIP-SARH*. Mimeo.
- VAN SOEST, P.J., 1964, Symposium on nutrition and forage and pastures: New chemical procedures for evaluating forages. *J. Anim. Sci.* 23: 828.