

ESTUDIO DEL VALOR ALIMENTICIO DE SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR CON BOVINOS EN CORRAL ¹

GERARDO LLAMAS LAMAS ²
ARMANDO S. SHIMADA ³
SERGIO CASTELLANOS RUELAS ^{4, 5}
HÉCTOR MERINO ZÚÑIGA ^{3, 6}

Se llevaron a cabo tres experimentos, en el primero de ellos se probaron dietas integrales para novillos en finalización, que incluían como fuentes de forraje, 40% de bagazo, de bagacillo, de bagazo y bagacillo a partes iguales o de silo de sorgo. No hubo diferencias significativas para ganancias diarias de peso (777, 724, 763 y 659 g, respectivamente) ni para consumos diarios de materia seca (7.6, 8.1, 7.5 y 8.8 kg, respectivamente) ($P \geq 0.05$). En la segunda prueba, con microensilajes de bagazo, se estudió el efecto de agregar NaOH a niveles de 0, 2 y 4% de la materia seca del forraje, encontrándose cambios favorables en las fracciones de fibra con la adición del álcali. En el tercer experimento se procedió a tratar bagazo con 6% de NaOH y a evaluar tres fuentes suplementarias de proteína en una dieta para bovinos en finalización, encontrándose que una combinación de pulido de arroz-urea resultaba de igual valor que la harinolina, mientras que una combinación de sorgo-urea era de menor valor (615, 659 y 387 g de ganancia diaria, respectivamente).

Introducción

Un problema generalizado en las explotaciones pecuarias tropicales de nuestro país, es la inseguridad de contar todo el año con forraje para la alimentación del ganado, de manera que en la época de secas los animales sólo pueden producir si se han

manejado racionalmente los potreros, o se ha preservado por henuficación o ensilaje, el forraje necesario para ese período.

Dado que la zafra de la caña de azúcar coincide con la época de sequía, sus subproductos representan una alternativa para la solución de este problema. El bagazo y el bagacillo provenientes de la molienda y desmedulado de la caña de azúcar respectivamente, son subproductos que anualmente se obtienen en volúmenes superiores a los 8 millones de toneladas métricas (DGEA-SAG, 1976). El destino más común de estos materiales es como combustible, práctica ineficiente que además ocasiona problemas de contaminación. El bagazo, una vez desmedulado, también se puede emplear para la fabricación de tablas duras, celulosa y papel; el bagacillo, en ocasiones, se utiliza como vehículo de melaza.

Las características de composición de los subproductos mencionados sugieren la posibilidad de su empleo como alimento para rumiantes; ya sea en dietas integrales en corrales de engorda, o como suplementos alimenticios para suministrarse en el potrero.

¹ Efectuado como parte del programa "Producción de Carne y Leche a partir de la Caña de Azúcar", auspiciado por el International Development Research Centre (IDRC) de Canadá, a través del Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

² Centro Experimental Pecuario "El Verdineño", Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Apartado Postal 139, Tepic, Nayarit.

³ Departamento de Nutrición Animal, INIP-SARH, Apartado Postal 41-652 México 10, D.F.

⁴ Centro Experimental Pecuario La Posta, INIP-SARH, Apartado Postal 898, Suc. "A", Veracruz, Ver.

⁵ Dirección Actual: Juan Soto 1009, Veracruz, Ver.

⁶ Dirección Regional de Investigaciones Pecuarias de la Península de Yucatán, INIP-SARH, Mérida, Yucatán.

El bagazo y el bagacillo, en forma natural o tratados a base de vapor o álcalis y combinados con otros ingredientes, han sido empleados por diversos autores (La Hoz, Ruiz y Bacigalupo, 1976; Pigden y Bey, 1972). Egaña *et al.* (1976), utilizando niveles de 1 a 10% de NaOH (como base seca del forraje) encontraron una disminución en el contenido de hemicelulosa y paredes celulares; mientras que en Cuba (Martín *et al.*, 1974; *idem*, 1976) se informa que con NaOH y presión, se reduce el contenido de lignina, al mismo tiempo que se incrementa el contenido de glúcidos solubles y pentosanas.

Klopfenstein *et al.* (1972), han encontrado que el nivel óptimo de NaOH para el tratamiento de pajas y rastrojos se encuentra entre el 3 y el 5% de la materia seca del forraje; si la aplicación se lleva a cabo en el momento de ensilar, se debe aumentar la humedad del forraje hasta 60%.

El presente estudio se efectuó con objeto de determinar la factibilidad de utilizar el bagazo y el bagacillo en raciones integrales para novillos en corral y la posibilidad de emplear el bagazo tratado con sosa, ensilado y combinado con tres diferentes fuentes proteicas, en dietas para bovinos en corral.

Material y métodos

Se llevaron a cabo tres experimentos, el primero de ellos en el Centro Experimental Pecuario "La Posta" de Paso del Toro, Ver., el segundo y el tercero en el Centro Experimental Pecuario "El Verdineño" de Santa, Nayarit.

En el primer experimento, el bagazo y el bagacillo empleados se almacenaron en una superficie asfaltada y descubierta, apisonando los materiales con un tractor.

Se emplearon 40 novillos encastados de Cebú, facilitados por ganaderos de la región, con peso inicial de 302 kg; fueron alojados en 12 corraletas de 4.5 x 20 m con un tercio del área con piso de cemento y techo y provistas de comederos y bebederos de pila.

Se empleó un diseño completamente al azar y para cada tratamiento experimental

se asignaron dos repeticiones de tres novillos y una de cuatro. Los animales fueron pesados, previo ayuno de 24 hs, al inicio y, posteriormente, cada 28 días hasta la finalización del estudio, que duró 112 días.

Fueron evaluadas 4 raciones integrales (cuadro 1) en las que el 40% (base húmeda) estaba formado por bagazo (T1); bagacillo (T2); partes iguales de bagazo y bagacillo (T3); ensilaje de sorgo (T4). Las raciones se ofrecieron *ad libitum*, pesando y desechando diariamente los residuos.

Los animales se sometieron a un período de adaptación de 20 días, previo al inicio del experimento. En este período se trataron contra ecto y endoparásitos y se identificaron con aretes.

En el segundo experimento se estudió el efecto de adicionar tres niveles de NaOH (0, 2 y 4% de la materia seca del forraje) sobre la composición química del bagazo de caña. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. El NaOH fue añadido diluido en el agua necesaria para que el forraje alcanzara una humedad de 65% aproximadamente; posteriormente se procedió a ensilar el bagazo en frascos de 4 litros. Después de 45 días, a los ensilajes resultantes se les determinó el contenido de humedad y de fracciones de fibra (Van Soest, 1967).

Con base en los resultados del estudio *in vitro*, se procedió a realizar un tercer experimento en el cual el bagazo de caña fue tratado con una solución de sosa cáustica comercial (50% de NaOH), y ensilado en un silo tipo trinchera.⁷ La composición final de este producto puede observarse en el cuadro 2. En este experimento se evaluaron tres diferentes fuentes de nitrógeno; harinolina, una combinación de pulido de arroz-urea y una mezcla de sorgo-urea, en las proporciones necesarias para que los tres suplementos fueran isoproteicos.

Se emplearon 36 toretes y 36 novillos encastados de Cebú con peso promedio inicial de 236.1 kg, los cuales se alojaron en 12

⁷ Aun cuando se hicieron cálculos para tratar el bagazo con 4% de NaOH en base seca, las posteriores determinaciones de laboratorio en la solución utilizada, demostraron que el tratamiento se hizo al nivel de 6% de NaOH.

CUADRO 1

Raciones utilizadas para la evaluación de bagazo y bagacillo de caña de azúcar en la alimentación de novillos en confinamiento, experimento 1

Ingrediente	TRATAMIENTO			
	1 %	2 %	3 %	4 %
Pasta de algodón	10.0	10.0	10.0	10.0
Bagazo de caña	40.0	—	20.0	—
Bagacillo de caña	—	40.0	20.0	—
Ensilaje de sorgo	—	—	—	40.0
Melaza de caña	30.0	30.0	30.0	30.0
Urea	1.0	1.0	1.0	1.0
Cáscara deshidratada de cítricos	16.0	16.0	16.0	16.0
Roca fosfórica	2.0	2.0	2.0	2.0
Sal yodatada	1.0	1.0	1.0	1.0
Materia seca	63.8	69.6	67.4	77.4

CUADRO 2

Cambios en las fracciones de fibra del bagazo de caña a consecuencia del tratamiento con NaOH,^a experimento 2

	0% ^b	0%	2%	4%	6% ^c
Contenido celular	14.3	15.4 ^d ± 0.18	18.2 ^e ± 0.16	24.7 ^f ± 0.38	34.1
Fibra neutro detergente	85.7	84.6 ^d ± 0.97	81.8 ^e ± 0.72	75.3 ^f ± 1.17	65.9
Hemicelulosa	17.5	16.6 ^d ± 0.76	16.3 ^d ± 0.62	12.2 ^e ± 0.85	8.8
Fibra ácido detergente	68.3	68.0 ^d ± 0.28	65.5 ^e ± 1.05	63.0 ^f ± 1.66	57.1
Celulosa	48.9	48.8 ^d ± 0.22	49.3 ^d ± 0.65	47.3 ^d ± 1.44	39.3
Lignina	15.4	15.5 ± 0.07	13.1 ± 1.75	12.8 ± 1.03	12.7

^a Todos los valores en base seca.

^b Bagazo sin tratar.

^c Bagazo utilizado en la prueba de comportamiento.

^{d, e, f} Valores con diferente literal son estadísticamente desiguales (P < 0.01).

corraletas de 10 × 25 m y de características similares a las utilizadas en el primer experimento. Los animales se distribuyeron de acuerdo a su peso en 12 lotes, con tres toretes y tres novillos por lote. Se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los animales fueron manejados en forma similar a los del primer experimento y recibieron ensilaje de bagazo de caña tratado con NaOH a libertad, así como 3.3 kg de melaza en los primeros 42 días y 5 kg en los últimos 56 días, por animal y por día, siendo el promedio de consumo de 4.2 kg; además

recibieron tres concentrados constituyendo los diferentes tratamientos.

TA, 1.210 kg de pulido de arroz y 145 g de urea.

TB, 1.185 kg de sorgo y 170 g de urea.

TC, 1.355 kg de harinolina.

Todos los animales disponían además de una mezcla de sal y minerales a libertad (61.5% roca fosfórica; 36% sal; 2.04% S; 0.09% FeSO₄; 0.09% MnSO₄; 0.24% ZnSO₄; 0.03% CuSO₄; 0.01% CoSO₄).

Todos los alimentos utilizados en este estudio fueron analizados de acuerdo a las técnicas del A.O.A.C. (1970) y a los que

se les determinaron fracciones de fibra, de acuerdo a las técnicas de Van Soest (1967).

Resultados y discusión

En el cuadro 3 se muestran los resultados promedio obtenidos en el primer experimento. No se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las medias para ganancia diaria de peso en los 4 tratamientos experimentales, habiendo sido éstas de 777, 724, 763 y 659 g para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Los consumos diarios de alimento en base seca tampoco mostraron diferencias significativas entre tratamientos, habiendo sido de 7.651, 8.128, 7.623 y 8.796 kg, respectivamente.

El comportamiento con ensilaje de sorgo fue similar al informado por otros autores (Mancera *et al.*, 1977).

La forma más común de aumentar la energía es mediante el empleo de ingredientes altamente digestibles como son los granos; sin embargo, esto se ve limitado por razones de tipo económico. En este experimento se prescindió de los granos mediante el uso de la cáscara de cítricos deshidratada; sin embargo, los datos de composición indican que su concentración energética es reducida.

Los resultados en el segundo experimento pueden observarse en el cuadro 2. El NaOH tuvo un efecto lineal significativo al reducir el contenido de fibra neutro detergente ($Y = - 2.34 X + 85.16$), fibra

CUADRO 3

Comportamiento de bovinos alimentados durante 112 días con raciones integrales a base de bagazo y/o bagacillo de caña, experimento 1

Ferraje	Bagazo	Bagacillo	Bagazo bagacillo	Ensilaje de sorgo
Número de animales	10	10	10	10
Peso inicial, kg	301.6	302.5	300.1	300.6
Peso final, kg	388.6	383.6	385.5	374.4
Ganancia diaria por animal, g	777 ^a	724 ^a	763 ^a	659 ^a
Consumo diario de materia seca por animal, kg	7.651 ^a	8.128 ^a	7.623 ^a	8.796 ^a

^{a, b} Para cada parámetro, valores con la misma letra no difieren significativamente ($P \geq 0.05$).

Los resultados de ganancia diaria de peso y de consumo de materia seca observada en los tratamientos con bagazo y bagacillo, fueron menores que los valores indicados por el N.R.C. (1976), lo que sugiere que el comportamiento animal pudo ser limitado por la concentración energética de la ración, ya que el bagazo y especialmente el bagacillo, son de baja densidad tanto física como energética y su elevado contenido de lignocelulosa se traduce en baja digestibilidad del producto (Rodríguez, 1978). La ganancia diaria en tal caso sólo podría ser incrementada mediante un aumento en la concentración nutritiva de las raciones, en cuyo caso serían factores quimiostáticos los que regulen el crecimiento y el consumo.

ácido detergente ($Y = - 1.26 X + 68.01$) y hemicelulosa ($Y = - 1.10 X + 17.25$), así como al aumentar el contenido celular ($P < 0.01$); para estas fracciones se obtuvieron coeficientes de correlación con el nivel de sosa de -0.97 , -0.97 , -0.96 y $+0.97$, considerando también los valores del bagazo tratado con 6% de NaOH que se utilizó en la última prueba. No se encontró diferencia significativa para contenido de celulosa y de lignina ($P > 0.05$). Estos resultados indican que el tratamiento del bagazo con sosa tiene una acción efectiva sobre su composición química y están acordes con los informados por Egaña *et al.* (1976).

En el cuadro 4 se observan los resultados

CUADRO 4

Comportamiento de novillos y toros alimentados con diferentes raciones basadas en bagazo tratado con sosa, experimento 3

Suplemento Proteico	Pulido urea	Sorgo urea	Harinolina
Peso promedio inicial, kg	235.5	235.2	237.5
Peso promedio final, kg	295.7	273.1	302.1
Ganancia promedio diaria, g	615 ^a	387 ^b	659 ^a
Consumo promedio diario de bagazo, kg	2.85 ^d	2.52 ^c	2.89 ^d
Consumo diario de suplemento, kg	4.282	4.282	4.282
Conversión alimenticia	11.56 ^a	17.49 ^b	10.88 ^a

^{a, b} Valores con diferente literal, son estadísticamente desiguales ($P \leq 0.01$).

^{c, d} Valores con diferente literal, son estadísticamente desiguales ($P \leq 0.05$).

del tercer experimento. Se encontró una menor ingestión de bagazo tratado y de materia seca total ($P < 0.05$) así como una menor ganancia de peso ($P < 0.01$) en los animales que consumieron sorgo-urea como concentrado (TB). El valor de la conversión alimenticia se vio aumentado en ese mismo tratamiento ($P < 0.01$).

Dado que de los suplementos utilizados, el que incluía sorgo-urea era el de más contenido energético, el pobre comportamiento parece indicar una deficiencia de proteína sobre las raciones en esta ración, ya que según Leng *et al.* (1977), del 30 al 50% de la proteína de los granos es fermentada en el rumen. En el caso del pulido de arroz, la mayor parte parece haber escapado a la fermentación ruminal, como fue indicado por Elliot (1978), quien encontró que casi la totalidad de la proteína y del 50 al 100% del almidón proveniente del pulido de arroz, sobrepasan a la fermentación ruminal. En este caso el nitrógeno requerido a nivel ruminal, fue tal vez cubierto casi en su totalidad por la urea. Con respecto a la harinolina, la cantidad de proteína verdadera suministrada parece haber sido suficiente para cubrir el requerimiento en rumen y además asegurar un adecuado sobrepesaje ruminal.

Es importante recalcar el hecho que en tres de las raciones del primer experimento, y las raciones del experimento tres, del 70 al 80%, respectivamente, estaba constituido por subproductos de la caña. El almacenamiento del bagazo y del bagacillo no

representó problemas, ya que en el primer experimento fueron mantenidos a la intemperie y sin cubrir, bastando el apisonamiento con un tractor para conservarlos en condiciones adecuadas para ser destinados a la alimentación animal; en el tercer experimento, el tratamiento con sosa y el ensilado fueron suficientes para mantener en buenas condiciones el forraje.

Los datos aquí presentados muestran la factibilidad nutricional de emplear el bagazo y bagacillo de caña de azúcar, disponible en el trópico durante la época de secas, como alimento para mantener el ritmo de crecimiento de animales que en otra forma podrían bajar de peso o incluso sucumbir por falta de forraje, resolviéndose además el problema que representa la eliminación de los subproductos mencionados. Obviamente que el empleo de bagazo y de bagacillo, por sus características de densidad y problemas de transportación, será más eficiente en las zonas aledañas a los ingenios azucareros y a las plantas desmolidores.

Summary

Three experiments were conducted: in the first one, complete rations for finishing steers were tested, the different treatments including 40% (fresh basis) of sugarcane bagass; sugarcane pith; bagass-pith; or sorghum silage. There were no significant differences between treatments in daily

weight gains (777, 724, 763 and 659 g, respectively) and dry matter consumptions (7.6, 8.1, 7.6 and 8.8 kg, respectively) ($P > 0.05$). In the second trial, with microsilages, the effect of treating bagass with 0, 2 and 4% NaOH (dry matter basis) was studied; favorable changes in composition of fiber fractions were found; on this basis

a third experiment was conducted to evaluate three different protein sources for finishing-cattle rations with NaOH treated bagass. It was found that a urea-rice polishes combination had the same value than the cottonseed meal, while a urea-sorghum combination was of less value (615, 659 and 387 g of daily gains, respectively).

Literatura citada

- A.O.A.C., 1970 Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C., U.S.A.
- D.G.E.A., 1976, 1970-1974, Consumos Aparentes, Dirección General de Economía Agrícola, S.A.G., Primera Edición, México 5, D.F.
- EGAÑA, J.C., A. FLORES, BEATRIZ MURILLO y M. T. CABEZAS, 1976, Efecto del tratamiento con hidróxido de sodio sobre los constituyentes de las paredes celulares y la digestibilidad *in vitro* del bagazo de caña, *Resúmenes de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal*, Veracruz, Ver., México.
- ELLIOT, R., 1978, La importancia de nutrientes que escapan a la degradación ruminal en animales alimentados con caña de azúcar, *Resúmenes de la Segunda Reunión Internacional sobre la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal*, Oaxtepec, Mor., México.
- KLOPFENSTEIN, T.J., V.E. KRAUSE, M.J. JONES and W. WOODS, 1972, Chemical treatments of low quality roughages, *J. Anim. Sci.*, 35:418.
- LA HOZ E., J. RUIZ y A. BACICALUPO, 1976, Efecto del NaOH sobre la digestibilidad del bagazo de caña, *Memorias de la 4ª Reunión Latinoamericana de Producción Animal*, Guadalajara, Jal., México.
- LENG, R.A., 1978, The influence of bypass nutrients on growth in ruminants, *Recent Advances in Animal Nutrition*, University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia, pp. 71.
- LENG, R.A., T.J. KEMPTON and J.V. NOLAN, 1977, Non protein nitrogen and by pass proteins in ruminant diets, *Australian Meat Research Committee*, Sidney, Australia, Review N° 33.
- MANCERA, G.A., J. MONROY L., G.J. MARTÍNEZ G. y A.S. SHIMADA, 1977, Estudio comparativo de la caña de azúcar en verde y del sorgo forrajero ensilado, en la alimentación de ganado en el trópico subhúmedo, *Téc. Pec. Méx.*, 32:86.
- MARTÍN, P.C., T.C. CRIBEIRO, A. CABELLO y A. ELÍAS, 1974, Efecto del hidróxido de sodio y la presión sobre la digestibilidad de la materia seca del bagazo y bagacillo de caña, *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 8:23.
- MARTÍN, P.C., A. CABELLO y A. ELÍAS, 1976, Utilización de subproductos fibrosos de la caña de azúcar por los rumiantes. 2. Efecto de la combinación NaOH—presión sobre la digestibilidad y la composición química del bagazo y bagacillo, *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 10:21.
- N.R.C., 1976, Nutrient Requirements of Beef Cattle, *National Academy of Sciences, National Research Council*, Washington, D.C., E.U.A.
- PICDEN, N.J. y F. BEY, 1972, Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes, *Rev. Mund. Zootecnia*, 4:7.
- RODRÍGUEZ, F., 1978, Valor nutritivo del bagacillo de caña para ovinos en crecimiento, *Resúmenes de la Segunda Reunión Internacional sobre la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal*, Oaxtepec, Mor., México.
- SNEDECOR, G.W. and E.G. COCHRAN, 1967, Statistical Methods, *The Iowa State University Press*, Ames, Iowa, E.U.A.
- VAN SOEST, P.J., 1967, Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages, *J. Anim. Sci.*, 26:119.