

UTILIZACION DE ENSILAJE DE CAÑA DE AZUCAR CON Y SIN LA ADICION DE NaOH COMO UNICO FORRAJE PARA VACAS LECHERAS EN EL TROPICO ¹

GUILLERMO GLEAVES ²

MARCELO PÉREZ ³

Resumen

El objetivo de este experimento fue el de estudiar el efecto de alimentar con ensilaje de caña de azúcar con y sin la adición de NaOH (4%), como única fuente de forraje, sobre vacas lecheras en producción. Se utilizaron ocho vacas lecheras Holstein, cuatro en su primera lactación y el resto en la cuarta. Se usó un diseño experimental alternante, en donde los tratamientos probados fueron ensilajes de caña, con y sin la adición de NaOH al 4%, agregada al momento de ensilar. Los animales recibieron además 400 g de concentrado por kg de leche producida. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en el contenido de ácidos grasos volátiles ruminales, tampoco se detectaron efectos sobre las concentraciones de glucosa, cuerpos cetónicos y ácido láctico sanguíneos. No se observaron diferencias en la concentración de grasa, proteína y sólidos totales de la leche, tampoco en la producción total ni en acidez de la misma. Los consumos de forraje fueron los mismos. Solamente se detectaron diferencias significativas en el cambio de peso corpo-

ral ($P < 0.05$) en favor del tratamiento sin NaOH (3.75 kg vs. 10.0 kg) y en el contenido de sólidos no grasos ($P < 0.05$) en favor del tratamiento con NaOH.

Introducción

Existen limitados estudios con el uso de caña de azúcar como único forraje para vacas de razas lecheras en el trópico. Algunos trabajos han demostrado que la caña de azúcar fresca puede ser usada satisfactoriamente para la alimentación de bovinos bajo sistemas intensivos (Cabrera y Rivera, 1953; Prieto y Randel, 1970). Sin embargo, el corte y picado diario de la caña de azúcar constituye una dificultad en el manejo e incrementan el costo por el uso de mano de obra adicional, además se limita la utilización de este forraje al período en el cual está disponible en las áreas de cultivo.

Una alternativa es el uso de la caña de azúcar en forma de ensilaje. Debido al alto contenido de carbohidratos se ha informado que se produce una elevada fermentación alcohólica durante el proceso de ensilaje (Preston, 1977) y bajo estas condiciones, algunos estudios han demostrado que el consumo por el animal de la caña de azúcar ensilada disminuye significativamente (James, 1973). Por lo tanto, se ha sugerido que la adición de NaOH a la caña de azúcar fresca (Losada, 1977) o ensilada (González y López, 1978) incrementa el consumo ya sea al controlarse la producción de alcohol en el silo o bien por su posible acción sobre el metabolismo ruminal (Muller y Kilmer, 1979), aunque la

Recibido para su publicación el 12 de junio de 1980.

¹ Este trabajo fue realizado como parte del Proyecto "Producción de Carne y Leche a partir de la Caña de Azúcar", financiado por el International Development Research Centre (IDRC) de Canadá a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

² Centro Experimental Pecuario "La Unión", Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Apdo. Postal Núm. 720, Aca-pulco, Gro.

³ Departamento de Ruminología Básica, INIP-SARH, Apdo. Postal 41-652, Palo Alto 10, D.F.

adición de NaOH a la caña de azúcar fresca sobre el incremento en su consumo no ha podido ser demostrada por algunos investigadores (Minor y Hovell, 1978).

El objetivo de este experimento fue el de estudiar el uso de la caña de azúcar ensilada, con y sin la adición de NaOH (al 4%) al momento de ensilar, como única fuente de forraje para vacas lecheras Holstein en producción y establecer su efecto sobre la producción de leche y otros parámetros fisiológicos.

Material y métodos

Localización. Este trabajo fue realizado en el Estado de Morelos, bajo un clima tropical ((A) cfma).

Animales. Se utilizaron ocho vacas lecheras de la raza Holstein. Cuatro de ellas estaban en su primera lactancia y las otras en la cuarta.

Manejo y alimentación de las vacas. Los animales entraron al experimento desde 2 meses antes del parto y fueron manejados y alimentados de una manera similar. El forraje que recibieron durante esta época fue maíz o sorgo picado y fueron suplementados con un concentrado preparado con subproductos disponibles en esa área en una cantidad de 1 kg al día. En el Cuadro 1 se presenta el suplemento. Los animales permanecieron en estas condiciones hasta el parto, momento en el cual fueron

CUADRO 1

Composición del concentrado utilizado en el experimento (valores calculados)

Ingrediente	%
Sorgo	25.0
Harinolina	10.0
Pulidura de arroz	25.0
Pasta de coco	10.0
Pasta de cártamo	15.0
Melaza	15.0
Urea	1.5
Minerales	0.5
Proteína cruda, %	18.28

asignados al azar a cada una de las dietas estudiadas. Los tratamientos consistieron en ensilajes de caña de azúcar ensilada con y sin NaOH, como única fuente de forraje. A los 60 días después del parto los periodos experimentales comenzaron, siguiendo el diseño experimental alternante propuesto por Lucas (1956). En el Cuadro 2 se des-

CUADRO 2

Esquema del diseño experimental usado

- A) Ensilaje de caña con NaOH 4%
B) Ensilaje de caña sin aditivo

Vaca.	Período						
	1	2	1	2	1	2	
Vaquillas	1	A	A	B	B	A	A
Primera	2	B	B	A	A	B	B
Lactación	3	A	A	B	B	A	A
	4	B	B	A	A	B	B
Vacas	5	A	A	B	B	A	A
de Cuarta	6	B	B	A	A	B	B
Lactación	7	A	A	B	B	A	A
	8	B	B	A	A	B	B

1 Período de adaptación, 21 días.

2 Período de recolección de datos, 15 días.

cribe el detalle de este diseño. Todos los animales recibieron concentrado durante el experimento, en una cantidad de 400 g por kg de leche producida.

Ensilaje de caña de azúcar. Se utilizó caña fresca de la variedad MEX60-56 que fue picada en pedazos de aproximadamente 3 x 15 cm y colocada en silos de trinchera con capacidad de 200 toneladas. El ensilaje con NaOH fue preparado en capas de 20 cm de espesor a los cuales se les agregó una solución de NaOH al 50%. La concentración final de NaOH fue calculada a 4% con base en materia seca.

Muestras de leche. Una cantidad de 200 ml de leche fue obtenida durante los últimos cuatro días de cada período experimental, esta muestra fue congelada para su análisis posterior.

Muestras de rumen. Muestras de contenido ruminal fueron obtenidas por medio de una cánula esofágica durante los últimos cuatro días de cada período experimental.

A cada muestra se le agregaron inmediatamente 20 gotas de una solución saturada de $HgCl_2$ y fueron congelados hasta su análisis.

Muestra de sangre. Una cantidad de 50 ml de sangre fue obtenida de la vena yugular durante los últimos cuatro días de cada período experimental. Se obtuvo el suero de estas muestras y fue congelado hasta su análisis.

Otros parámetros. Se llevó un registro diario de la producción de leche y del consumo de alimento. Los animales fueron pesados al final de cada uno de los períodos de tratamiento.

Análisis químicos. El análisis químico proximal de los ensilajes se realizó por medio de las técnicas sugeridas por el A.O.A.C. (1970). El contenido de agua fue estimado por el método de arrastre de tolueno sugerido por Jacobs (1965). Los ácidos grasos volátiles fueron determinados por los procedimientos descritos por Boucque (1968). La glucosa sanguínea fue estimada por el método enzimático de la oxidasa (Werner, Rey y Wielinger, 1970). Los cuerpos cetónicos de la sangre fueron medidos por la técnica sugerida por Behre y Benedict (1926). El ácido láctico en sangre fue estimado por el procedimiento descrito por Baker y Summerson (1941). El contenido de grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos y acidez de la leche fueron obtenidos por procedimientos sugeridos por

el A.O.A.C. (1970) y por Roadhouse y Henderson (1950).

Resultados y discusión

Análisis químico de los ensilajes. Los resultados de los análisis de los ensilajes se encuentran resumidos en el Cuadro 3. Hubo diferencia entre tratamientos ya que los niveles de proteína cruda y fibra cruda fueron menores en el ensilaje con NaOH, mientras que el nivel del resto de los componentes fue mayor, especialmente con fibra ácido detergente y lignina. No fue posible medir la cantidad de alcohol de los ensilajes, pero el olor que presentó el ensilaje sin NaOH fue francamente alcohólico.

Ácidos grasos volátiles (AGV). La concentración de los AGV ruminales se presenta en el Cuadro 4. No se detectó diferencia estadística significativa entre tratamientos, y los niveles de AGV obtenidos son similares a los presentados por algunos investigadores con animales alimentados con ensilajes de caña de azúcar (Priego, 1976), pero son diferentes a los obtenidos con animales alimentados con caña de azúcar fresca en los que se ha afirmado que el ácido acético está por debajo del 63%, el ácido propiónico más que el 21% y el ácido butírico arriba del 13% (Preston, 1977). De cualquier manera las

CUADRO 3

Resultados obtenidos de las muestras tomadas a los ensilajes en experimentación

Base seca	Tratamiento ¹	
	A X ± E.E.	B X ± E.E.
Proteína cruda (%)	2.42 ± 0.06	2.84 ± 0.12
Ext. etéreo (%)	3.27 ± 1.76	2.52 ± 0.30
Cenizas (%)	7.01 ± 2.13	6.74 ± 0.26
Fibra cruda (%)	24.53 ± 1.36	29.42 ± 0.91
Ext. libre de nitrógeno (%)	62.78 ± 4.74	58.46 ± 0.90
Fibra ácido detergente (%)	26.13 ± 6.41	18.39 ± 0.90
Lignina (%)	24.08 ± 5.08	16.11 ± 0.52

¹ Ver Cuadro 2 para explicación de A y B.

CUADRO 4
Análisis químico del líquido ruminal

	Tratamientos ¹	
	A $\bar{X} \pm E.E.$	B $\bar{X} \pm E.E.$
Acido acético % molar	70.07 \pm 7.95 ^a	71.25 \pm 1.29 ^a
Acido propiónico % molar	18.93 \pm 3.46 ^a	20.55 \pm 2.94 ^a
Acido butírico % molar	11.00 \pm 4.06 ^a	8.17 \pm 3.07 ^a

^a Resultados con la misma literal son iguales estadísticamente ($P \leq 0.05$).

¹ Ver Cuadro 2 para explicación de A y B.

concentraciones encontradas en este experimento se encuentran dentro del rango considerado como normal en animales bajo diferentes condiciones de alimentación (Hungate, 1966).

Análisis de sangre. Los resultados del análisis de la sangre se encuentran en el Cuadro 5. El nivel de glucosa sanguínea fue similar en los dos tratamientos y pueden considerarse como dentro de lo normal para este tipo de animales (Swenson, 1978). El nivel sanguíneo de cuerpos cetónicos fue de 1.6 mg/100 ml para el ensilaje con NaOH y de 1.3 mg/100 ml para el ensilaje sin aditivo; estos valores no son diferentes estadísticamente entre sí y pueden considerarse como normales (Schultz, 1971; Schwalm y Schultz, 1976). El contenido sanguíneo de ácido láctico fue de 1.7mg/ml y 1.9 mg/ml para los animales consumiendo ensilaje con NaOH y animales con ensilaje sin aditivo, respectivamente. Estos niveles son ligeramente menores a los que mencionan algunos autores (Swenson, 1978).

Consumo voluntario, incremento de peso y producción de leche. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 6. No se detectó diferencia significativa en el consumo de materia seca proveniente del forraje, lo que no pudo verificar los resultados notificados por Viana, Shimada y Calderón (1978). Esta diferencia puede explicarse en el tipo de animales experimentales, ya que el ganado productor de leche de raza Holstein presenta mejor aceptación por ali-

mentos de diferente gustosidad. El consumo de forraje obtenido en ambos tratamientos puede considerarse satisfactorio para vacas lecheras lactantes, resultando mayor al informado con bovinos productores de carne alimentados con ensilaje de caña y con menor cantidad de concentrado (Silvestre, McLeod y Preston, 1976) pero menor al obtenido con bovinos productores de carne alimentados con caña de azúcar fresca (Ruiz, Muñoz y Martín, 1976).

No hubo diferencias significativas en el consumo de concentrado ni en la producción de leche. Como era de esperarse, cuando los animales fueron bloqueados por número de lactación, aquellos que se encontraban en la cuarta lactación produjeron más leche (11.9 kg/día vs. 9.7 kg/día). La producción de leche obtenida en este experimento, bajo condiciones tropicales, puede considerarse promisorias, ya que se han notificado producciones menores (Rivera, 1977; Aranda, 1977).

Se detectó diferencia significativa en el incremento de peso en favor de los animales alimentados con ensilaje de caña sin aditivo (3.7 kg vs. 10.0 kg en 36 días). Sin embargo, se recomienda cautela al interpretar estos datos, ya que en principio el diseño experimental usado no es el correcto para experimentos de engorda, y por otro lado el tiempo es muy corto, sólo 36 días. Considerando que las vacas productoras de leche pierden peso durante los primeros 60 días posparto, independientemente del nivel de alimento que reciban

CUADRO 5
Análisis químico de sangre

	Tratamiento ¹	
	$\bar{X} \pm D.E.$ ^A	$\bar{X} \pm D.E.$ ^B
Glucosa (mg/100ml)	46.92 ± 14.30 ^a	44.95 ± 12.89 ^a
Cuerpos cetónicos (mg/100ml)	1.58 ± 0.69 ^a	1.35 ± 0.39 ^a
Acido láctico (mg/ml)	1.78 ± 0.53 ^a	1.97 ± 0.26 ^a

^{a, b} Resultados con la misma literal son iguales estadísticamente ($P \leq 0.05$).
¹ Ver Cuadro 2 para explicación de A y B.

(Everson *et al.*, 1976), es importante la observación de que ningún animal perdió peso en este experimento.

Los resultados obtenidos con la concentración de proteína, grasa, sólidos totales y acidez de la leche no demostraron diferencias significativas, sólo con los sólidos no grasos sí hubo diferencia en favor del tratamiento con NaOH (8.5% vs. 7.6%). Por otro lado, los niveles observados caen dentro de los rangos informados para leche proveniente de vacas de raza Holstein (Pérez, 1978).

Como conclusión de este trabajo, se puede aseverar que bajo las condiciones de este experimento es factible alimentar vacas productoras de leche de raza pura con ensilaje de caña como único forraje y obtener una producción satisfactoria. En vista de que no se detectaron diferencias marcadas en los parámetros medidos en animales bajo los dos tratamientos, se pone en duda el beneficio de añadir NaOH al ensilaje de caña de azúcar cuando se utiliza en la alimentación de este tipo de animales.

CUADRO 6
Resultados obtenidos del comportamiento animal

	Tratamiento ¹	
	$\bar{X} \pm E.E.$ ^A	$\bar{X} \pm E.E.$ ^B
Consumo de forraje (kg)	21.39 ± 0.767 ^a	20.21 ± 1.10 ^b
Consumo de forraje (kg) (base seca)	6.40 ± 0.230 ^a	6.06 ± 0.332 ^a
Consumo de concentrado (kg)	5.97 ± 0.776 ^a	5.89 ± 0.683 ^a
Producción de leche (kg)	10.59 ± 1.56 ^a	11.07 ± 2.51 ^a
Incremento de peso (kg) por tratamiento/36 días	3.75 ± 16.93 ^a	10.0 ± 11.87 ^b

^{a, b} Resultados con diferente literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$).
¹ Ver Cuadro 2 para explicación de A y B.

CUADRO 7
Análisis químico de la leche

	Tratamiento ¹	
	$\bar{X} \pm E.E.$ ^A	$\bar{X} \pm E.E.$ ^B
Grasa butírica (%)	3.75 ± 0.20 ^a	3.79 ± 0.16 ^a
Proteína cruda (%)	2.42 ± 0.19 ^a	2.45 ± 0.18 ^a
Sólidos no grasos (%)	8.50 ± 1.27 ^a	7.58 ± 0.68 ^b
Sólidos totales (%)	14.67 ± 1.31 ^a	13.92 ± 0.72 ^a
Acidez de la leche (g/lit de ácido láctico)	1.88 ± 0.33 ^a	1.90 ± 0.22 ^a

^{a, b} Resultados con diferente literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$).

¹ Ver Cuadro 2 para explicación de A y B.

Summary

In order to test the effect of feeding sugar cane silage with and without NaOH 4% as sole source of forage for Holstein dairy cows, this experiment was conducted. Eight Holstein dairy cows, four in their first lactation and the rest on their fourth lactation were used. The experimental design was the double-reversal design model, and the treatments tested were sugar cane silage with and without NaOH 4% added at the time of ensiling, as the only source of forage. In addition, the animals received

400 g of concentrate per kg of milk produced. The results indicated that there was not a significant difference in rumen volatile fatty acid content, nor there were effects on blood glucose, ketone bodies and lactic acid. No differences were observed in milk composition and milk yield between the two treatments. There were significant differences on weight change ($P < 0.05$) in favor of the treatment without NaOH (3.75 vs. 10.0 kg), and on the non fat solid content of the milk in favor of the treatment with NaOH (8.5% vs. 7.6%).

Literatura citada

- A.O.A.C., 1970, *Official Methods of Analysis, Association of Agricultural Chemists*, Washington, D.C.
- ARANDA E., 1977, Efecto del nivel de urea en la producción de leche en vacas alimentadas con caña de azúcar integral molida, *Prod. Anim. Trop.*, 2:234.
- BAKER, S.B. and W.H. SUMMERSON, 1941, The colorimetric determination of lactic acid in biological material, *J. biol. Chem.*, 138:535.
- BEHRE, J.A. and S.R. BENEDICT, 1926, A colorimetric determination of acetone bodies in blood and urine, *J. biol. Chem.*, 70:487.
- BOUCQUE, CH. V., 1968, Rapid method for the gas chromatographic determination of V.F.A. in rumen fluid, *J. agric. Fd. Chem.*, 16:105.
- CABRERA, J.I. and L. RIVERA-BIENES, 1953, The value of grass silage for feeding dairy cows in Puerto Rico, *J. Agric. Univ. of Puerto Rico*, 37:54.
- EVERSON, R.A., N.A. JORGENSEN, J.W. CROWLEY, E.L. JENSEN, G.P. BARRINGTON, 1976, Input-output of dairy cows fed a complete ration of a constant or variable forage to grain ratio, *J. Dairy Sci.*, 59:1776.
- GONZÁLEZ, A.R. y R. LÓPEZ, 1978, Efecto del nivel de hidróxido de sodio sobre la fermentación y degradación de los carbohidratos de la caña de azúcar ensilada, *Resúmenes de la Reunión Anual de Producción Animal en el Trópico*, junio 16-19, Yucatán, México.
- HUNGATE, R.E., 1966, The rumen and its microbes, 1^o Ed., *Academic Press Inc.*, New York, p. 298.
- JACOBS, M., 1965, The chemical analysis of food products and food products, *D. Van Nostrand Princeton*, New Jersey, p. 52.

- JAMES, L.A., 1973, Comfith in rations for livestock feed, *Proceedings CIDA Seminar on Sugar Cane as Livestock Feed*, Barbados, p. 30.
- LOSADA, H., 1977, Niveles de NaOH sobre el consumo voluntario de animales alimentados con caña de azúcar integral molida, *Resúmenes de la Reunión Anual de Producción Animal en el Trópico*, mayo 2, 3 y 4, Villahermosa, Tabasco, México.
- LUCAS, H.L., 1956, Swith-back trials for more than two treatments, *J. Dairy Sci.*, 39:146.
- MINOR, S. y D. HOVELL, 1978, Digestibilidad y consumo voluntario de la caña de azúcar tratada con NaOH, *Prod. Anim. Trop.*, 3:76.
- MULLER, L.D. and L.H. KILMER, 1979, Sodium bicarbonate in dairy nutrition, *Nat. Feed. In-gred. Assoc.*, Des Moines, I.A.
- PÉREZ, D.M., 1978, Manual sobre Ganado Lechero, 1ª Ed., *Patronato de Apoyo a la Investigación Pecuaria*, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, México, p. 242.
- PRESTON, T.R., 1977, El valor nutritivo de la caña de azúcar para el rumiante, *Prod. Anim. Trop.*, 2:129.
- PRIEGO, A., 1976, El patrón de fermentación ruminal en caña de azúcar ensilada, *Prod. Anim. Trop.*, 1:69.
- PRIETO, F. and P.F. RANDEL, 1970, The digestibility of bagass complete rations in comparison with a conventional ration for dairy cows, *J. Agric. Univ. of Puerto Rico*, 53:439.
- RIVERA, J.A., 1977, Niveles de suplemento sobre la producción de leche de vacas alimentadas con caña de azúcar, *Prod. Anim. Trop.*, 2:325.
- ROADHOUSE, CH. L. and J.L. HENDERSON, 1950, *The Market-Milk industry*, 2ª Ed., *McGraw Hill-Book Company*, p. 625.
- RUIZ, E., E. MUÑOZ y P.C. MARTÍN, 1976, Utilización de la caña de azúcar y sus subproductos fibrosos en la alimentación de rumiantes, *1ª Reunión de la Asociación Cubana de Prod. Anim.*, La Habana, Cuba.
- SCHULTZ, L.H., 1971, Management and nutritional aspects of ketosis, *J. Dairy Sci.*, 54:962.
- SCHWALM, J.W. and L.H. SCHULTZ, 1976, Relationship of insulin concentration to blood metabolites in dairy cows, *J. Dairy Sci.*, 59:255.
- SILVESTRE, R., N.A. McLEOD y T.R. PRESTON, 1976, Caña de azúcar ensilada con urea o amoníaco para el ganado de engorda, *Prod. Anim. Trop.*, 1:38.
- SWENSON, M.J., 1978, *Duke's Physiology of Domestic Animals*, 9ª Ed., *Cornell University Press*, p. 52.
- VIANA, M., A.S. SHIMADA y F.M. CALDERÓN, 1978, Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos, *Téc. Pec. Méx.*, 35:48.
- WERNER W., H.G. REY and H. WIELINGER, 1970, Glucose oxidase test, *Z. Anal. Chem.*, 252:224.