

## ENSILAJES DE PLANTA COMPLETA O DE CAÑUELA DE MAÍZ COMO FUENTES DE FORRAJE PARA VAQUILLAS HOLSTEIN<sup>1</sup>

JUAN DE DIOS GARZA FLORES<sup>2, 3</sup>  
MA. GUADALUPE BERNAL SANTOS<sup>2, 4</sup>  
FRANCISCO GONZÁLEZ-RUIBO<sup>2, 5</sup>  
ARMANDO S. SHIMADA<sup>2</sup>

### Resumen

Se efectuó un estudio con objeto de comparar el valor nutritivo del ensilaje de maíz completo, con el de cañuela de maíz (planta de maíz verde, sin mazorca); este último ensilado solo o con hidróxido de sodio (4% en base a materia seca). Una prueba de comportamiento con 48 vaquillas Holstein de 181 kg, alimentadas con ensilajes en cuestión, suplementándolas con pastillas de alfalfa, resultó en ganancias de peso comparables entre los tratamientos de maíz completo y cañuela + álcali, siendo ambos superiores a la cañuela sola ( $P < 0.05$ ). El consumo de materia seca y la relación de eficiencia proteica del tratamiento de cañuela tratada fueron mayores en relación con los otros tratamientos ( $P < 0.05$ ).

La digestibilidad se midió con 12 animales y los coeficientes fueron estadísticamente mayores ( $P < 0.01$ ) con el ensilaje de cañuela tratada. Los valores de energía digestible proporcionada por los tres ensi-

lajes fueron estadísticamente diferentes entre sí ( $P < 0.01$ ).

### Introducción

El maíz (*Zea mays*) es el cultivo más importante de México, ya que es el cereal básico en la dieta humana del país. Sin embargo, tanto la producción anual de grano (10.8 millones de ton.) como el rendimiento promedio (1.2 ton. por ha) son bajos debido principalmente a que el 90% de la superficie destinada a su cultivo, es de temporal (D.C.E.A., 1976).

Los animales pueden ser alimentados con el grano, aunque esto representa un conflicto de competencia con el hombre y por lo tanto se ha tratado de substituir con otros alimentos (Shimada, 1973).

En el caso de los rumiantes, éstos aprovechan la parte aérea de la planta, ya sea preservada en forma de ensilaje (que también evita el uso del grano por el hombre) o en forma de rastrojo, formado éste por los tallos y las hojas secas que quedan en el campo, después de la cosecha de las mazorcas. También se emplean como alimento el clote y las envolturas de las mazorcas. Sin embargo, exceptuando al ensilaje, todos estos subproductos son poco apetecibles y tienen un escaso valor alimenticio, debido principalmente a su estado de lignificación (Sánchez, 1976).

Una posibilidad para resolver ambas necesidades, la de grano para consumo humano y la de un mejor forraje, consiste en cosechar las mazorcas mientras la planta está todavía verde y por lo tanto poco lignificada, llamándosele entonces cañuela de maíz.

Recibido para su publicación el 30 de octubre de 1979.

<sup>1</sup> Efectuado en colaboración con el Fondo del Programa para la Descentralización de las Explotaciones Lecheras del Distrito Federal (PRODEL), Hamburgo 31, Col. Juárez, México, D.F.

<sup>2</sup> Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Apdo. Postal 41-652, México, D.F.

<sup>3</sup> Dirección actual: Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, Iowa, U.S.A.

<sup>4</sup> Dirección actual: Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A.

<sup>5</sup> Dirección actual: Av. Ejército Nacional N° 359, Col. Granada, México 17, D.F.

El objeto de este estudio fue determinar el valor nutritivo de ensilajes de la planta completa y de la cañuela de maíz, esta última sin *vs.* con NaOH al ensilarse, empleando vaquillas Holstein como sujetos experimentales.

### Material y Métodos

Los trabajos se condujeron en el Centro de Recría-PRODEL de Tepotzotlán, México.

#### Forraje de estudio

Se adquirieron 150 ton de maíz forrajero en pie, de una variedad tardía no identificada, de aproximadamente 100 días de edad, las cuales se dividieron en tres lotes. En dos de ellos se procedió a pizar manualmente las mazorcas; el tercer lote se dejó intacto.

Terminado lo anterior, se procedió a cortar y a picar mecánicamente el forraje, para después ensilarlo sobre una superficie con piso de cemento, formándose tres silos de "pastel": uno del maíz completo; otro de cañuela sola; el tercero de cañuela adicionada con hidróxido de sodio (al 4% en base seca), incorporándose el producto químico en forma de solución saturada y mezclándose con una pala mecánica antes de proceder al apisonamiento en capas. Todos los silos fueron cubiertos con material plástico transparente y se dejaron tapados durante 124 días antes del inicio de los estudios con animales. Una vez destapados, los ensilajes fueron muestreados periódicamente y se les determinó la humedad por arrastre por tolueno; el pH y el nitrógeno total (A.O.A.C., 1975).

#### Prueba de comportamiento

Cuarenta y ocho vaquillas Holstein de 39 semanas de edad y con un peso promedio inicial de  $181.0 \pm 18$  kg se dividieron en doce grupos de cuatro animales. Cada grupo se alojó en una corraleta de  $10 \times 9$  m, con bebedero automático y comedero de pila. Los tratamientos experimentales se asignaron a los lotes de acuerdo a un diseño de bloques al azar (cuatro rangos de peso), con cuatro repeticiones.

A las vaquillas se les administró una dosis intramuscular de vitaminas A-D-E;<sup>3</sup> fueron desparasitadas internamente y vacunadas contra brucelosis y clostridiosis antes del inicio del experimento. Fueron alimentadas con las raciones experimentales durante un período de adaptación de 21 días, seguido de 84 días de prueba. Los animales fueron sometidos a ayuno de agua y alimento durante 18 hs antes de pesarlos, al inicio del experimento y cada 21 días hasta la conclusión del estudio.

Las dietas experimentales consistieron en los ensilajes previamente descritos, ofrecidos dos veces al día (08:00 y 15:00 hs, aproximadamente) en cantidades que permitieran un desperdicio, suplementándolas con pastillas de alfalfa (21.67% de proteína) en cantidades suficientes para llenar los requerimientos de proteína cruda de las vaquillas para obtener ganancias diarias de 750-800 g (N.R.C., 1971). Los sobrantes de alimento fueron pesados diariamente y descartados.

#### Prueba de digestibilidad

Doce vaquillas Holstein de  $236.6 \pm 11$  kg se emplearon para este estudio. Los animales (cuatro por tratamiento) estuvieron previamente en la prueba de comportamiento, al final de la cual se les suspendieron las pastillas de alfalfa. Se muestreó diariamente el ensilaje proporcionado los días 3 al 8 y la materia fecal por muestreo rectal individual los días 5 al 10.

Las muestras de ensilaje y de heces fueron desecadas a 55C en una estufa de aire forzado por 22 hs y se formaron alícuotas de tal modo que para cada tratamiento se tuviera una muestra de forraje y cuatro de materia fecal para ser analizadas químicamente determinándose las fracciones de fibra (Van Soest y Wine, 1967), el nitrógeno total y el no proteico (A.O.A.C., 1975), las cenizas insolubles y el calor de combustión en una bomba adiabática Parr. El cálculo de las digestibilidades se hizo por el método descrito por Van Keulen y Young (1977) y validado por Thorney *et al.* (1979).

<sup>3</sup> Vigantol A-D-E.

CUADRO 1

Composición química de ensilajes de maíz forrajero y de cañuela de maíz, % base seca

	Maíz completo	Cañuela	
		Sola	Con NaOH
pH	3.83 ± 0.08 <sup>a</sup>	4.04 ± 0.32 <sup>a</sup>	4.89 ± 0.29 <sup>b</sup>
Materia seca	29.75 ± 3.4 <sup>a</sup>	31.40 ± 4.4 <sup>a</sup>	32.74 ± 2.9 <sup>a</sup>
Proteína (N×6.25)	7.80 ± 1.30 <sup>a</sup>	5.10 ± 0.33 <sup>b</sup>	5.05 ± 0.57 <sup>b</sup>
N no proteico	0.55	0.45	0.38
Cenizas totales	8.04	8.04	15.48
Cenizas insolubles	3.89	3.71	2.57
Fibra neutro detergente	61.87	62.67	58.96
Contenido celular	38.13	37.33	41.04
Fibra ácido detergente	39.99	42.74	43.67
Hemicelulosa	21.88	19.92	15.29
Celulosa	29.80	30.68	31.55
Lignina	5.95	7.51	7.51

<sup>a, b</sup> Valores con diferente literal son estadísticamente desiguales (P ≤ 0.01).

La totalidad de la información numérica obtenida fue procesada por análisis de varianza y las medias comparadas mediante la prueba de Duncan.

### Resultados y discusión

Los datos de composición química promedio de los ensilajes se resumen en el Cuadro 1.

El pH del ensilaje de cañuela con álcali fue mayor (P < 0.01) en relación a los

otros dos tratamientos, aunque los tres estuvieron dentro del rango reconocido como óptimo (McCullough, 1977).

La materia seca de los ensilajes fue aproximadamente la misma (P > 0.05), siendo también característica de una buena preservación.

El contenido de proteína (N × 6.25) y de nitrógeno no proteico del ensilaje de maíz completo fue superior en comparación a los ensilajes de cañuela (P < 0.01), lo que posiblemente se debió a la ausencia de mazorca en estos últimos. Esta observación

CUADRO 2

Comportamiento de vaquillas Holstein alimentadas con ensilajes de maíz forrajero o de cañuela de maíz

	Maíz completo	Cañuela	
		Sola	Con NaOH
Peso inicial, kg.	180.93 ± 18.0 <sup>a</sup>	181.50 ± 18.1 <sup>a</sup>	180.62 ± 18.9 <sup>a</sup>
Ganancia promedio diaria, kg.	0.679 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.538 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.651 ± 0.04 <sup>a</sup>
Consumo promedio diario de alimento, kg. base seca			
ensilaje	4.20 ± 0.29 <sup>b</sup>	3.78 ± 0.35 <sup>b</sup>	4.72 ± 0.56 <sup>a</sup>
alfalfa	1.67	1.67	1.67
Consumo diario de proteína, g	688.9 ± 22.7 <sup>a</sup>	554.4 ± 18.9 <sup>c</sup>	599.9 ± 28.0 <sup>b</sup>
Relación de eficiencia proteica	0.99 ± .035 <sup>b</sup>	0.97 ± .032 <sup>b</sup>	1.08 ± .552 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Para cada parámetro, valores con distinta literal son estadísticamente desiguales (P ≤ 0.05).

indica que la cosecha de la mazorca no sólo trae consigo una pérdida energética, sino una disminución de un 35% en el contenido de proteína, haciéndose entonces recomendable la suplementación de este nutriente.

El porcentaje de cenizas totales fue aumentado en el ensilaje tratado, lo que probablemente se haya debido a la adición de la NaOH; sin embargo, la magnitud del incremento no está acorde con el porcentaje de sosa añadida, fenómeno que por ahora no puede ser explicado satisfactoriamente.

En cuanto a las fracciones de fibra, aparentemente la adición de NaOH redujo en un 10% las paredes celulares, fenómeno informado anteriormente por otros autores (Klopfenstein *et al.*, 1972) como el principal beneficio del tratamiento alcalino de los forrajes.

Los resultados de la prueba de comportamiento se muestran en el Cuadro 2. La

los parámetros estudiados se observaron mayores coeficientes para el ensilaje de cañuela tratada en relación a los otros dos ( $P \leq 0.01$ ). La energía digestible fue diferente en todos los tratamientos estudiados ( $P \leq 0.01$ ).

La planta completa de maíz es uno de los forrajes de corte más conocidos y aceptados para ganado productor de leche y su importancia radica especialmente en su aporte energético. De hecho, existen informes en el sentido que si el forraje es empleado como único alimento, llena en forma satisfactoria las necesidades de mantenimiento de las vacas (Riquelme, 1973). Sin embargo, lo anterior se logra solamente con ensilajes hechos a partir de plantas con un adecuado porcentaje de grano (30-40% de la materia seca) en forma de mazorca (N.R.C., 1971).

En nuestro país, el consumo de mazorcas tiernas (elotes) es muy popular, por lo

CUADRO 3

Digestibilidad aparente de ensilajes de maíz forrajero y de cañuela de maíz, con vaquillas Holstein

	Maíz completo	Cañuela	
		Sola	Con NaOH
Materia seca, %	62.54 ± 2.32 <sup>a</sup>	55.81 ± 4.10 <sup>a</sup>	72.24 ± 3.10 <sup>b</sup>
Materia orgánica, %	66.41 ± 2.36 <sup>a</sup>	59.59 ± 5.05 <sup>a</sup>	76.21 ± 2.91 <sup>b</sup>
Paredes celulares, %	61.02 ± 2.90 <sup>a</sup>	52.57 ± 6.81 <sup>a</sup>	73.73 ± 3.61 <sup>b</sup>
Energía digestible Mcal/kg	2.27 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.93 ± 0.17 <sup>a</sup>	2.53 ± 0.13 <sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> Para cada parámetro, valores con distinta literal son estadísticamente desiguales ( $P \leq 0.01$ ).

ganancia promedio diaria fue significativamente superior para los tratamientos con base en la planta completa y la cañuela tratada con NaOH, en comparación a este último subproducto ensilado solo ( $P \leq 0.05$ ).

En el consumo de ensilaje en base seca y la relación de eficiencia proteica fueron estadísticamente mayores en el tratamiento de cañuela adicionada con álcali, en comparación a los otros dos ( $P \leq 0.05$ ).

El cuadro 3 muestra los datos obtenidos en la prueba de digestibilidad. Para todos

que el porcentaje de grano en el maíz al momento de ensilar es menor al óptimo; en el presente estudio, se calculó que el ensilaje de maíz completo tenía menos del 15% de grano, hecho que probablemente se reflejó en las ganancias diarias de las vaquillas de ese tratamiento (679 g) que fueron menores a las planeadas de 750-800 g.

El mejor crecimiento observado con el ensilaje de cañuela tratada en relación a la cañuela sola, pudo ser reflejo de la diferencia en consumo entre ambos grupos, que fue de aproximadamente 1 kg de mate-

ría seca por animal por día en favor del ensilaje con álcali, fenómeno similar al observado con pajas y rastrojos por otros autores (Klopfeinstein *et al.*, 1972); además habiendo sido mayor la digestibilidad y la disponibilidad de energía en el rumen, es probable que haya habido un mejor aprovechamiento del amonio en dicho órgano, lo que pudo haber permitido un mayor flujo de nutrientes de origen microbiano a los comportamientos posteriores. En este caso, es probable que al existir un mayor aporte de energía a partir del ensilaje, la limitante nutricional haya sido el nitrógeno alimenticio, puesto que se proporcionó el suplemento (pastillas de alfalfa) con base en el peso de los animales, de tal forma que los consumos de proteína, las proporciones provenientes de una y otra fuente y las relaciones carbono: nitrógeno digeribles fueron diferentes entre tratamientos.

El hecho que la relación de eficiencia proteica haya sido mayor en los animales que consumieron el ensilaje de cañuela tratada, probablemente indica que al existir más disponibilidad de energía, el aprovechamiento del nitrógeno fue más eficiente, o sea que el crecimiento de los animales que recibieron el ensilaje mejorado tal vez puede ser aumentado con un mayor aporte de nitrógeno en la dieta.

Los aspectos económicos relacionados con la cosecha de mazorcas en verde han sido estudiados por otras dependencias<sup>4</sup> y la práctica aparenta ser redituable.

La conveniencia de emplear el NaOH dependerá del precio del producto químico. La aplicación del álcali puede hacerse en forma manual o totalmente mecanizada y el costo por este concepto debe ser también tomado en cuenta.

La decisión final sobre la adopción de la práctica debe hacerse con base en criterios económicos, estimando si el incremento en el valor nutritivo de la cañuela absorbe los costos de aplicación del álcali.

Una observación importante que debe confirmarse en estudios posteriores, es el hecho que el desperdicio por descomposi-

<sup>4</sup> Datos no publicados, Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros, S.A.R.H.

ción en los ensilajes con NaOH es menor que en los no tratados.

## Summary

A study was conducted to compare the nutritive value of whole corn plant silage, with corn-stalk silage (fresh corn plant, without cobs); the latter, ensiled alone or with NaOH added (4% in a dry matter basis). A performance trial with forty eight 181 kg Holstein heifers fed the experimental silages, supplemented with alfalfa pellets resulted in similar daily weight gains between the whole plant and the treated corn-stalk silages, both being superior to the corn-stalks without additive ( $P \leq 0.05$ ). Dry matter consumption of the treated silage as well as the protein efficiency ratios were higher than the others ( $P \leq 0.05$ ). Apparent digestibility was measured with 12 animals and the coefficients were statistically higher ( $P \leq 0.01$ ) with the treated-stalk silage. Digestible energy values of all silages were statistically different among them ( $P \leq 0.01$ ).

## Agradecimientos

Los autores agradecen al M.V.Z. Marco Antonio Hidalgo Mendoza, Gerente de Servicios Veterinarios de PRODEL, las facilidades otorgadas para la conducción del trabajo; al M.V.Z. Tomás Gaytán García, Jefe del Departamento de Nutrición de PRODEL, su cooperación y sugerencias; al M.V.Z. Gerardo Llamas Lamas del INIP, su ayuda en la preparación de los ensilajes estudiados; al M.V.Z. Roberto Zambrano Gaytán y al Dr. José M. Zorrilla Ríos del INIP, sus sugerencias para la preparación del manuscrito.

## Literatura citada

- A.O.A.C., 1975. Official Methods of Analysis, 12th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A.  
D.G.E.A., 1976. Consumos aparentes 1970-1974. Dirección General de Economía Agrícola, S.A.G., 1ª Ed., México, D.F.

- KLOPFENSTEIN, T.J., V.E. KRAUSE, M.J. JONES and W. WOODS, 1972, Chemical treatments of low quality roughages, *J. Anim. Sci.*, 35:418.
- McCULLOUGH, M.E., 1977, Silage and silage fermentation, *Feedstuffs*, March 28, E.U.A.
- N.R.C., 1971, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, *National Academy of Sciences, National Research Council*, Washington, D.C., E.U.A.
- RIQUELME V., E., 1978, Alimentación práctica de vaquillas, vacas secas y vacas en producción, En: Pérez D., M., *Manual sobre Ganado Lechero, Patronato de Apoyo a la Investigación Pecuaria*, México.
- SÁNCHEZ, E.J., 1976, Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos, *Téc. Pec. Méx.*, 31:68.
- SHIMADA, A.S., 1973, Utilización de la yuca en la alimentación animal, *Téc. Pec. Méx.*, 25:50.
- THONNEY, M.L., D.J. DUHAIME, P.W. MOE and J.T. REID, 1979, Acid insoluble ash and permanganate lignin as indicators to determine digestibility of cattle rations. *J. Anim. Sci.* 49: 1112.
- VAN KEULEN, J. and B.A. YOUNG, 1977, Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies, *J. Anim. Sci.*, 44:282.
- VAN SOEST, P.J. and R.H. WINE, 1967, Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV. The determination of plant cell wall constituents, *J. Assoc. Official Anal. Chem.*, 50:50.