

## Efectos del nivel de FDN y almidón degradable en el rumen sobre el comportamiento productivo de vacas Holstein

### Effects of NDF and ruminally degradable starch on productive performance of Holstein cows

Tarazón, M<sup>1</sup>., Rueda, O<sup>1</sup>.; Araiza, S<sup>1</sup>.Valdez, D<sup>2</sup>.; Anaya, J<sup>2</sup>.; Sánchez, J<sup>2</sup> Velásquez J<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Administración Agropecuaria, Universidad de Sonora, Campus Santa Ana, México.

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Hermosillo, México.

#### Resumen

El objetivo del presente experimento fue determinar los efectos de la Fibra Detergente Neutra (FDN) y del Almidón Degradable en el Rumen (ADR) sobre el comportamiento productivo de vacas Holstein durante 90 días después del pico de lactancia. Un total de 32 vacas (ocho por tratamiento) entre 65 y 80 días en lactancia fueron asignadas al azar para recibir una de las cuatro dietas con grano de Sorgo Rolado en Seco (SRS) o Sorgo Hojueado al Vapor (SHV) y dos niveles de Fibra Detergente Neutra (FDN), 28 vs 25 %, en un diseño de bloques al azar, factorial 2x2. Los tratamientos fueron: 1). SRS-ANF, sorgo rolado en seco, con alto nivel de forraje; 2). SRS-BNF, sorgo rolado en seco, con bajo nivel de forraje; 3). SHV-ANF, sorgo hojueado al vapor, con alto nivel de forraje; y 4). SHV-BNF, sorgo hojueado al vapor, con bajo nivel de forraje. Los resultados muestran que los parámetros analizados tuvieron un mayor efecto en vacas multíparas que en primíparas. Durante los 90 días del experimento, las vacas alimentadas con dietas con SHV tuvieron un aumento en la producción de leche (9.8%) que aquellas alimentadas con SRS, aunque la diferencia no fue significativa. La eficiencia en la producción de leche fue mayor en vacas en los tratamientos 1 y 2. La eficiencia y la producción de leche podrían mejorarse con diferentes relaciones entre la FDN y ADR. La respuesta en general fue mejor en vacas multíparas, lo cual sugiere que existió mayor distribución de nutrientes al crecimiento en vacas primíparas.

**Palabras clave:** Vacas Holstein, sorgo rolado en seco, sorgo hojueado al vapor, almidón degradable en el rumen.

#### Abstract

The objective of the current experiment was to determine the effects of Neutral Detergent Fiber (NDF) and Ruminally Degradable Starch (RDS) on productive performance of Holstein cows during 90 days after the peak of lactation curve. Thirty-two cows (eight by treatment) between 65 and 80 days in milk were assigned at random to receive one of the four diets containing Dry Rolled Sorghum (DRS) or Steam Flaked Sorghum (SFS) and two levels of Neutral Detergent Fiber (NDF), 28 vs 25%, in a randomized block design, factorial 2x2. Treatments were: 1). DRS-HF, dry rolled sorghum, high level forage; 2). DRS-LF, dry rolled sorghum, low level forage; 3). SFS-HF, steam flaked sorghum, high level forage; and 4). SFS-LF, steam flaked sorghum, low level forage. Results showed that most of the analyzed parameters had a higher effects on multiparous cows that those primiparous. During the 90 days of the experiment, cows fed diets with SFS had an increase in milk yield (9.8%), however this was not significant. Feed efficiency to milk yield was higher in cows in treatments 1 and 2. Those parameters could be improved with different ratios of NDF and RDS. The general response was better in multiparous cows, which suggest a major nutrient distribution to growth in primiparous cows.

**Key words:** Holstein cows, dry rolled sorghum, steam flaked sorghum, ruminally degradable starch

#### Introducción

El almidón es una de las principales fuentes de energía en las dietas de vacas altamente productoras y su utilización óptima es fundamental para mejorar la eficiencia en la producción de leche (Theurer et al., 1996). El mecanismo por el cual el sorgo hojueado a vapor (SHV) mejora la producción de leche (PL) y el porcentaje de proteína son los aumentos de la digestibilidad del almidón en el rumen y en el total del tracto digestivo, el consumo de almidón digestible y el flujo de proteína bacteriana hacia el intestino delgado (Theurer, 1993). Desde 1989, muchas pruebas han sido llevadas a cabo en Arizona para comparar el SHV con el sorgo rolado en seco (SRS) en experimentos con vacas entre 50 y 70 días de lactancia. En promedio, el SHV aumentó la producción de leche en 5%, la proteína de la leche en 8%, la producción de leche corregida para grasa (LCG) en 5%. Además, mejoró la eficiencia en la producción de leche. Muchos han caracterizado los efectos del procesamiento de los granos sobre el comportamiento y la digestión de vacas lecheras

(Oliveira, 1992; Chen, 1994; Simas, 1995; Santos, 1996; Aquino, 1996; Owens, 1996; Theurer *et al.*, 1996) y sobre el metabolismo de los rumiantes (Alio, 1997; Lozano, 1997). El principal sitio de digestión del almidón es el rumen y a través de los microorganismos, se producen los ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales suministran energía al animal. La cantidad de energía obtenida del almidón de los granos depende principalmente de la tasa y duración de la digestión en el rumen (Theurer, 1992) y la utilización del forraje en dietas con granos procesados, lo cual depende a su vez de la tasa y extensión de la degradación del almidón en el rumen. Proveer adecuada cantidad de fibra es importante en el balanceo de raciones para rumiantes (Kesler y Spahr, 1964). Aunque hay mucha investigación sobre la utilización de la fibra, la cantidad exacta en las raciones es todavía no muy clara. La mayor fuente de fibra son los forrajes, pero estos tienen bajo contenido de energía. A medida que el potencial genético de las vacas para producir leche aumenta, proporcionar energía y fibra suficiente para la vaca lechera es más difícil (Harmison *et al.*, 1997). Moderadas cantidades de concentrado estimulan la digestión de la fibra; sin embargo concentraciones arriba de 15% de azúcares solubles inhibe la digestión de la fibra directamente o indirectamente a través de reducir el pH de los fluidos ruminales (Piwonka y Firkins, 1993). El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de los niveles de fibra detergente neutra y del almidón degradable en el rumen (ADR) sobre el comportamiento productivo de vacas Holstein después de 90 días del pico de la lactancia.

### Materiales y Métodos

Un total de 32 vacas entre 65 y 80 días en lactancia, fueron asignadas al azar para recibir una de las cuatro dietas conteniendo grano de sorgo rolado en seco (SRS, 643 g/l) u hojueado con vapor (SHV, 360 g/l), con dos niveles de FDN (28 vs 25 %) en un diseño experimental factorial 2 x 2. Los tratamientos fueron: 1). SRS-ANF; sorgo rolado en seco, con alto nivel de forraje; 2). SRS-BNF; sorgo rolado en seco, con bajo nivel de forraje; 3). SHV-ANF; sorgo hojueado con vapor, con alto nivel de forraje; y 4). SHV-BNF; sorgo hojueado con vapor, con bajo nivel de forraje. Las vacas recibieron su dieta correspondiente *ad limitum* más 5 % del consumo esperado, durante 90 días de lactancia. La mitad de las vacas fueron múltiparas y la otra mitad fueron primiparas. El grano rolado en seco se obtuvo a través de un rolador de 46 cm. de diámetro, mientras que SHV fue puesto en una cámara de vapor (Valley Foundry & Machina Works Inc., Fresno Ca) durante 40 minutos y pasados por un rolador para preparar hojuelas de 360 g/l ó 28 lb/bu, lo cual se monitoreó constantemente con un densímetro (Ohaus, Newark, NJ) de 0.95 l de capacidad. El SRS y SHV fueron mezclados para formular la ración total correspondiente, muestras de las raciones y de los granos fueron analizados para determinar la digestibilidad aparente del total del tracto digestivo de MS, MO, PC, FDA, FDN, hemicelulosa y almidón (AOAC, 1990). Las raciones fueron mezcladas con 0.1% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> como marcador. Las vacas estuvieron en corrales equipados con comederos electrónicos (American Calan, Inc.; Northwood, NH) para medir consumos diarios por vaca. Al inicio del experimento y a intervalos mensuales, las vacas fueron pesadas y determinada su condición corporal (Wildman *et al.*, 1982). Registros de producción de leche diaria fueron tomados de dos ordeños (2X) consecutivos y muestras de leche fueron analizadas semanalmente para grasa, proteína, lactosa, sólidos sin grasa, NCS por el procedimiento de rayos infrarrojos (Foss 360, Foss Technology, Eden Pariré, MN). Se obtuvo el análisis de varianza de los datos a través del GLM del SAS (2001). Los principales efectos del modelo fueron: procesamiento del grano, nivel de forraje, estatus de partos, interacciones y error residual.

### Resultados y Discusión

En la mayoría de los parámetros analizados del comportamiento de la lactancia, se encontró un mayor efecto en vacas múltiparas (VM) que en vacas primíparas (VP).

El consumo de materia seca (CMS) para vacas M fue mayor ( $P < 0.02$ ) en dietas con BNF, principalmente cuando fueron alimentadas con SHV. No hubo diferencia en el CMS entre dietas con respecto al procesamiento del grano (SRS vs SHV). Es muy probable que debido a la baja densidad de los granos procesados como SHV, puedan haber afectado el CMS y en consecuencia la producción de leche, para lo cual, en experimentos futuros podría agregarse malaza, lo cual subiría la energía de la dieta y subiría la densidad del alimento.

Los mayores efectos para producción de leche fueron observados en vacas M, pero no en VP. Las dietas BNF tuvieron un efecto positivo sobre la producción de leche, principalmente en las dos primeras etapas de la lactancia. También, un aumento en la producción de leche fue detectado para las raciones con SHV, principalmente en lactancia temprana. Durante toda la lactancia, las dietas con SHV fueron numéricamente mayores (9.8%) en producción de leche, aunque la diferencia no fue significativa. El análisis de regresión lineal de las curvas de lactancia, reveló que las dietas basadas en SHV fueron 10% mayores que aquellas basadas en SRS en cuanto a producción de leche en el pico de la lactancia.

Tabla 1. Composición de ingredientes en la ración

Ingredientes	Ración (% MS)			
	GRAF	GRBF	GHAF	GHBF
Sorgo hojueado al vapor	—	—	32	41
Sorgo rolado en seco	32	41		
Heno de alfalfa	50	41	50	41
Semilla de algodón entera	11	11	11	11
Harina de soya	4	4	4	4
Minerales y vitaminas	3	3	3	3
Totales	100	100	100	100

GRAF=Grano rolado, alto en forraje; GRBF= Grano rolado, bajo en forraje; GHAF= Grano hojueado, alto en forraje; GHBF= Grano hojueado, bajo en forraje.

Tabla 2. Composición de nutrientes en la ración

Nutrientes	Ración (% M.S.)			
	GRAF	GRBF	GHAF	GHBF
EN <sub>l</sub> Mcal/kg	1.65	1.70	1.76	1.84
M.O., %	88.6	90.4	90.0	90.5
P.C., %	16.0	16.0	16.0	16.0
E:E., %	5.0	5.2	5.2	5.1
Almidón	22.4	27.2	22.7	27.6
ADR	12.0	15.1	17.3	19.9
FDA, %	28.5	25.6	28.4	25.3
Hemicelulosa	8.4	8.3	7.5	7.3

GRAF=Grano rolado, alto en forraje; GRBF= Grano rolado, bajo en forraje; GHAF= Grano hojueado, alto en forraje; GHBF= Grano hojueado, bajo en forraje.

Tabla 3. Comportamiento lactacional de vacas multíparas (m) y primíparas alimentadas con SHV o SRS) con dos niveles de FDN

Parámetro	Ración				EEM	G	P	P< S <sup>2</sup>	
	GRAF	GRBF	GHAF	GHBF					
CMS, kg/d	21.6	23.7	22.4	24.3	0.78	0.44	0.03	0.11	
(M)	21.6	24.0	22.6	26.2	1.23	0.15	0.03		
(P)	22.0	22.4	21.7	21.7	1.19	0.58	0.47		
P. Leche kg/d	30.1	31.4	31.9	32.3	1.12	0.33	0.46	0.14	
(M)	28.6	32.2	32.4	35.5	1.74	0.15	0.20	0.36	
(P)	29.8	29.4	30.0	27.8	1.71	0.35	0.32	0.09	
Pro/leche, %	3.07	29.1	3.10	3.18	0.05	0.27	0.64	0.58	
Pro/leche, kg/d	0.88	0.91	0.99	1.03	0.04	0.24	0.33	0.65	
GR/ leche, %	3.15	3.03		3.14	3.00	0.18	0.04	0.22	0.61
GR/ leche, kg/d	0.95	0.95		1.00	0.97	0.04	0.09		0.42
Lactosa	3.91	3.97		3.98	3.99	0.09	0.29		0.26

P < 0.05

GRAF=Grano rolado, alto en forraje; GRBF= Grano rolado, bajo en forraje; GHAF= Grano hojueado, alto en forraje; GHBF= Grano hojueado, bajo en forraje.

La eficiencia de la conversión de alimento a leche, expresada como las razones FDN/ADR fue mayor para las raciones del tratamiento 2 y 3 (SRS-BNF Y SHV-ANF) y menor para las de los tratamientos 1 y 4 (SRS-ANF Y SHV-BNF).

El porcentaje de proteína en la leche tuvo una tendencia a ser mayor (2.5%) en vacas que recibieron las raciones con SRS, lo cual está de acuerdo con los resultados en 24 experimentos compilados por Huber *et al.* (1996), mientras que los porcentaje de grasa en la leche decrecieron en forma directa a la razón FDN/ADR, sin embargo no hubo diferencia entre los tratamientos.

Los cambios en el peso corporal (PV) ni en la calificación de la condición corporal (CCC) fueron afectados por los tratamientos ni por el estatus de partos (P ó M).

En las pruebas de digestibilidad, aparentemente resultó mayor en la ración con base a SRS-BNF, aunque en general las dietas bajas en forraje tuvieron un mayor contenido de almidón que aquellas con mayor proporción de forraje. Cabe hacer mención que los datos de digestibilidad no están completamente analizados, aunque se aprecia un efecto consistente del procesamiento del grano sobre la digestibilidad.

### Conclusiones

La eficiencia en general podría haber sido mejorado con otras raciones con proporciones diferentes de forraje y de sorgo hojueado con vapor, maximizando la utilidad a tasas menores de FDN/ADR. Además, las raciones del tratamiento 2 (SRS-BNF) y del 3 (SHV-ANF) que tuvieron similar respuesta podrían representar opciones importantes en estrategias de alimentación de las vacas lecheras. Efectos opuestos de los tratamientos fueron observados en VM y VP, lo cual sugiere una mayor distribución de nutrientes al crecimiento de VP. Las dietas basadas en SHV probaron ser superiores en VM, ya que estas mantuvieron una alta persistencia durante toda la lactancia en combinación con una gran capacidad para estimular el pico de producción

### Literatura Citada

- Alio, A. 1997. splanchnis nitrogen metabolism by growing beef steers fed sorghum grain flaked at various densities. PhD dissertation. The University of Arizona.
- Aquino-Ramos, J.L. 1996. Influence on milk protein % of iso-caloric infusions of glucose in the rumen or propionate and acetate in the duodenum of cows fed dry-rolled sorghum. PhD dissertation. The University of Arizona.
- Chen, K.H. 1994. Effects of grain processing on lactational performance and nutrient utilization I dairy cows. PhD dissertation. The University of Arizona.
- Haminson, B.; M.L. Easttridge and J.L. Firkins. 1997. Effects of percentage of dietary forage neutral detergent fiber and source of starch on performance of lactating Jersey cows. *J. Dairy Science* 80: 905-911.
- Huber, J.T. and C.B. Thewurer. 1996. Steam-flaking of grain increases milk yields. Pfizer Annl. Meet., New Orleans.
- Kesler, E.M. and S. L. Spahr. 1964. Physiological effects of high level concentrate feeding. *J. Dairy Science* 47: 1122.
- Lozano, O.G.A. 1997. Post-absorptive metabolism of energy-yielding nutrients and starch digestibility by steers fed sorghum grain flaked at different densities. PhD dissertation. The University of Arizona.
- Oliveira, J.S.; J.T. Huber; D. ben-Ghedalia; R.S. Swingle; C.B. Theurer and M. Pessaraskli. 1993. Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Science* 76: 575.
- Owens, F.; D. Secrist; J. Hill and D. Gill. 1996. A new look at acidosis. Proceedings of the 11<sup>th</sup>. Annual Southwest Nutrition and management conf., Phoenix, Az.
- Piwonka, E.J. and J.L. Firkins. 1993. Effects of glucose fermentation on fiber digestion by ruminal microorganisms in vitro. *J. Dairy Science* 76: 129.
- Santos, F.A.P. 1996. Effects of sorghum grain processing and protein source on performance and nutrient utilization by lactating dairy cows. PhD dissertation. The University of Arizona.
- SAS. User' guide. 2001. SAS Institute INC, Cary, N.C.
- Simas, J.M.C. 1995. Effect of sorghum grain processing and fat supplementation on performance in nutrient utilization by lactating dairy cows. PhD dissertation. The University of Arizona.
- Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Boman, H.F. Troutt, Jr., and T.N. Lesh. 1982. A dairy cow body condition system and its relationship to selected production Characteristic. *J. Dairy Sci.* 65: 495-501.