

EFFECTO DE NIVELES DE GRASA PROTEGIDA SOBRE LA DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA Y LA PARED CELULAR DEL HENO DE TRANSVALA (*Digitaria decumbens*)^{1/*}

Augusto Rojas **
Herbert Dormond **

ABSTRACT

Effect of levels of protected fat on dry matter and cell wall degradation of Transvala hay (*Digitaria decumbens*). By using a latin square design, 4 cannulated dry cows were used to test the stability at rumen level of calcium soap of fatty acids from african palm. The cows were grazing star grass (*Cynodon nlemfluensis*) with a recovery period of 21 days and were supplemented with 10 kg of concentrate. The protected fat was top dressing on the concentrate at rates of 0, 0.3, 0.6 and 0.9 kg/day. The stability of the product was studied by testing its effect on the degradation of Transvala hay incubated at 6, 12, 24, 36, 48 and 60 hours in the rumen of the cows and by analysis of rumen contents. The intake of this product up to 0.9 kg/cow/day did not affect the dry matter degradation rate of the hay and its potentially degradable fraction. Similarly the cell wall degradation of the hay and the pH value and concentration of volatile fatty acids in rumen contents were not affected. It is concluded that the procedure used enables this product to be stable at rumen level and allows it to have value as bypass energy source.

INTRODUCCION

Es característico que en la vaca lechera de alta producción se produzca un desbalance energético en la lactancia temprana causado por el drenaje de nutrientes que la producción de leche le impone y a la limitación en el consumo de materia seca.

La densidad calórica de las dietas puede ser mejorada mediante el incremento en los niveles de concentrado (granos) lo que resulta en acidosis ruminal, reducción en consumo de alimento, reducción en la proporción ruminal del

ácido acético: propiónico, lo que causa una reducción en la producción y en el contenido de grasa láctea (Kesler y Sparhr, 1964; Palmquist, 1986).

Al reemplazar los granos por grasa en las dietas se puede mejorar las relaciones de forraje:concentrado de tal manera que la fermentación ruminal se desvíe hacia una mayor producción de ácido acético y por ende se mantengan los contenidos de grasa láctea (Palmquist, 1984). Sin embargo, grandes cantidades de grasa en la ración reducen la digestión de la fibra (Palmquist y Jenkins, 1980), y el contenido de proteína láctea (Smith *et al.*, 1978).

Esta reducción en la digestibilidad causada por la suplementación con grasa, puede ser inhibida mediante la adición de minerales a través de la reacción de cationes divalentes con el ácido graso libre con la formación de jabones insolubles (Palmquist y Jenkins, 1982).

1/ Recibido para publicación el 10 de octubre de 1993.
* Proyecto financiado por Cooprole y Kenaf Development.
** Estación Experimental de Ganado Lechero y Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Cuando la grasa y el mineral son adicionados en forma separada los siguientes factores pueden limitar la formación de jabón a nivel ruminal: tipo y cantidad de mineral, tipo de grasa, pH ruminal y posiblemente la tasa de pasaje de sólidos (Jenkins y Palmquist, 1982).

Una alternativa para solventar esta problemática es adicionar la grasa como jabón preformado, en forma de sales de ácidos grasos de calcio. Estas sales apropiadamente elaboradas serían insolubles a un pH normal y por tanto inertes a la fermentación ruminal, sin embargo, a nivel abomasal, estas son convertidas por la acidez del medio a ácido graso libre e iones de Ca de tal manera que el ácido graso libre es absorbido a nivel intestinal para su utilización por el animal. Así, esta grasa protegida evitará los efectos adversos que se causan a nivel ruminal.

El objetivo del presente experimento fue evaluar la estabilidad del aceite de palma africana saponificado con calcio a nivel ruminal a través de su efecto sobre la degradabilidad del heno de Transvala y sobre otros parámetros ruminales.

MATERIALES Y METODOS

Mediante un diseño de cuadrado latino, 4 vacas secas Jersey de la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata, con fístula ruminal, fueron aleatorizadas en los siguientes tratamientos: 0; 0,3; 0,6; 0,9 kg/día de "aceite de palma protegido". El "aceite de palma protegido" fue elaborado acorde a los procedimientos establecidos por los laboratorios Unimar, cuya composición se puede apreciar en el Cuadro 1. Los animales pastoreaban en forraje Estrella Africana (*Cynodon nlemfluentis*) con un período

Cuadro 1. Composición del "aceite de palma protegido" producido por el laboratorio Unimar.

Parámetro	Nivel (%)
Humedad	3-3,50
Calcio total	8-9,00
Ácidos grasos	
Mirístico	1,23
Palmítico	44,00
Estearico	3,90
Oleico	39,20
Linoleico	10,70
Relación saturados:insaturados	49,1:49,90
Ácidos grasos libres	0,52-0,60

de recuperación de 21 días durante la época de verano y recibían 10 kg de concentrado comercial con la siguiente composición: 89% materia seca, 11% proteína cruda, 5% fibra cruda, 4% extracto etéreo y 3100 kcal ED/kg, 0,8% Ca y 0,6% P. El aceite se mezcló con el concentrado previo a su suministro.

La prueba tuvo una duración de 50 días, con un período de acostumbamiento de 2 semanas previo al inicio de la etapa experimental que consistió de 1 semana para el cambio del nivel de aceite protegido y de 3 días para la evaluación de degradabilidad ruminal.

La degradabilidad de heno de Transvala fue estudiado usando la técnica descrita por Orskov *et al.* (1980). Muestras de heno fueron incubados en bolsas de nylon suspendidas en el rumen de cada vaca en duplicado. El heno fue previamente molido en tamiz de 2 mm y en cada bolsa se pesó 1 g. La porosidad de las bolsas fue de 40 μm y la relación de peso de muestra por unidad de área fue de aproximadamente 13 mg/cm². Las bolsas fueron ancladas a un tubo plástico el cual fue atado a la tapa mediante cuerda de nylon.

Las bolsas previamente remojadas en agua fueron introducidas al rumen en orden regresivo y extraídas todas en grupo de acuerdo a la metodología propuesta por Nocek (1988).

Los períodos de incubación usados fueron 6, 12, 24, 36, 48 y 60 h. Inmediatamente después de extraídas, cada bolsa fue lavada en agua fría y secada a 100°C, durante 6 h. La fracción soluble del material (incluyendo pérdidas por lavado) fue estimada agitando bolsas en agua fría en forma similar al resto de las bolsas que fueron incubadas.

Durante los 3 días de la fase experimental fue extraído licor ruminal a las 3 h postalimentación, para la inmediata medición de pH. Posteriormente se utilizó 0,5 ml de solución de 50% H₂SO₄ para el análisis posterior de ácidos grasos volátiles (Playne, 1985).

Análisis de la información

Para describir el comportamiento de la degradación de cada muestra, se utilizó la ecuación propuesta por Orskov *et al.* (1980):

$$P = a + b(1 - e)^{-ct}$$

donde:

P = degradabilidad a tiempo "t",
a = la fracción soluble,

b = la fracción insoluble pero potencialmente degradable y
c = la tasa de degradación de "b".

Los parámetros de cada regresión así como los valores de pH y ácidos grasos volátiles fueron comparados por análisis de varianza de acuerdo al diseño utilizado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Degradabilidad de la materia seca y de la pared celular

La degradabilidad de la materia seca del heno de Transvala en vacas consumiendo diferentes niveles de aceite de palma protegido se observan en la Figura 1, y los componentes de la regresión, en el Cuadro 2. La inclusión de aceite protegido hasta un nivel de 0,9 kg/vaca/día no alteró en forma significativa la tasa de degradación, ni las diferentes fracciones de la materia seca del heno, lo cual indica que el procedimiento utilizado para elaborar el producto permite la insolubilidad del mismo a nivel ruminal evitando así el efecto negativo de altos niveles de grasa sobre la digestibilidad y aprovechamiento de la fibra como ha sido informado por Devendra y Lewis (1974) y Palmquist y Jenkins (1980). En concordancia con lo anterior se denota en el Cuadro 3 que la degradabilidad de la pared celular del heno no fue alterada por la adición de la grasa protegida. De acuerdo a Davison y Woods (1963) y Palmquist y Jenkins (1980), para que la utilización del jabón sea efectivo en rumiantes se requiere de su disociación a nivel abomasal con la subsecuente absorción de calcio en la porción ácida del duodeno y la posterior absorción del ácido graso en el yeyuno e ileum. Si los niveles de calcio están en exceso o son absorbidos inadecuadamente, el jabón se vuelve a formar en el intestino grueso y son excretados en las heces. En la presente investigación no fue posible cuantificar el proceso postruminal y determinar la absorción intestinal del ácido graso suministrado, sin embargo, los niveles de calcio en el jabón que se suministró a las vacas fueron de 8-9%, lo cual es considerado adecuado (Jenkins y Palmquist, 1984), y promotor de una satisfactoria absorción y utilización para producción de leche.

Parámetros ruminales

Los resultados de la adición de aceite protegido sobre los parámetros ruminales se observa en

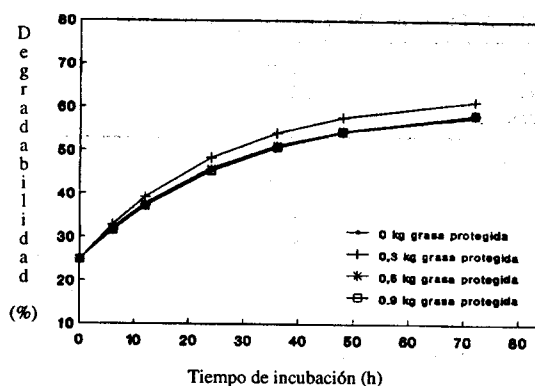


Fig. 1. Degradabilidad del heno Transvala en vacas consumiendo ácidos grasos de palma africana protegidos.

el Cuadro 4. No se detectaron efectos significativos sobre el valor de pH entre los diferentes niveles de aceite utilizados. Al suministrar 10 kg de concentrado se pretendía establecer condiciones ruminales de acidez que pudieran promover la disociación de tal manera que el efecto adverso de los ácidos grasos libres se manifestara y se evaluara así la estabilidad ruminal del producto. El valor de pH promedio fue de 5,86, indicando que se están logrando condiciones de acidez. Al considerar los valores de ácidos volátiles se observa que la adición de grasa no alteró significativamente la composición del licor ruminal lo que indica que este producto no altera la fermentación ruminal, en concordancia con el comportamiento del aprovechamiento de la fibra de heno obtenido en este experimento. De acuerdo a Maczulak *et al.* (1981), la inclusión de grasa principalmente insaturada en la dieta del rumiante ejerce efectos tóxicos sobre los microorganismos celulolíticos del rumen, lo que deprime la digestión de la fibra y esto se ha relacionado con una reducción en la concentración de ácido acético en el contenido ruminal. En la presente investigación se evidenció que tanto la degradación de la fibra como los contenidos de ácidos grasos volátiles no fueron afectados por la inclusión del "aceite de palma protegido" lo que permite incluir este producto en la dieta para mejorar el estado energético del animal sin alterar la función del rumen.

RESUMEN

Mediante un diseño de cuadrado latino 4 vacas secas fistuladas fueron utilizadas para

Cuadro 2. Efecto de diferentes niveles de grasa protegida sobre los parámetros de degradabilidad de la materia seca del heno.

Nivel de grasa kg/animal/día	Fracción* soluble (%) (a)	Fracción potencial degradable (%) (b)	Degradabilidad potencial (%) (a+b)	Tasa de degradación (%/h)
0	24,76	35,42	60,18	3,81
0,3	24,76	39,15	63,91	3,84
0,6	24,76	36,42	61,18	3,54
0,9	24,76	36,72	61,48	3,41
Promedio	24,76	36,93	61,69	3,65
DE		±0,86	±0,90	±0,20

* No se realizó análisis estadístico.

DE = Desviación estándar de la media.

Cuadro 3. Efecto de diferentes niveles de grasa protegida sobre la degradabilidad de la pared celular.

Nivel de grasa kg/animal/día	Degradabilidad %
0	55,28
0,3	59,59
0,6	56,12
0,9	57,02
Promedio	57,00
DE	±1,31

DE = Desviación estándar de la media.

estudiar la estabilidad del aceite de palma protegido con calcio. Los animales pastoreaban Estrella Africana de 21 días de recuperación y consumían 10 kg de concentrado al cual se adicionó 0; 0,3; 0,6 ó 0,9 kg/día de aceite de palma saponificado con calcio.

La estabilidad del producto fue estudiada incubando heno de Transvala (*Digitaria decumbens*) en el rumen de las vacas durante 6, 12, 24, 36, 48 y 60 h y mediante análisis de parámetros fermentativos del licor ruminal.

La inclusión de "aceite de palma protegido" no alteró en forma significativa la tasa de degradación ni las diferentes fracciones de la materia seca del heno. Similarmente la degradabilidad de la pared celular no fue afectada por los tratamientos, lo que indica que este producto

Cuadro 4. Parámetros ruminales en vacas consumiendo diferentes niveles de grasa protegida.

Variable	Nivel de grasa protegida kg/animal/día				Promedio	±DE
	0	0,3	0,6	0,9		
pH	5,76	5,89	5,83	5,95	5,86	±0,05
<i>Acidos grasos (% molar)</i>						
Acético	49,42	49,34	51,35	50,32	50,11	±1,20
Propiónico	24,74	23,31	20,85	23,22	23,03	±1,45
Isobutírico	2,57	2,99	2,91	2,94	2,85	±0,49
Butírico	17,19	18,28	18,57	17,31	17,84	±1,33
Isovalérico	2,94	3,08	2,77	2,87	2,92	±0,38
Valérico	3,10	2,87	3,53	3,29	3,20	±0,29

DE = Desviación estándar de la media.

no inhibe el proceso celulolítico que ocurre en el rumen. El consumo de aceite de palma protegido no afectó significativamente el valor de pH ni la concentración de ácidos grasos volátiles del contenido ruminal. Se concluye que el suministro del producto a los niveles utilizados no causó alteraciones en el proceso fermentativo ruminal, lo que indica que el procedimiento utilizado para su elaboración le permite ser estable o inerte a nivel ruminal.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración del personal de apoyo de la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata.

LITERATURA CITADA

- DAVISON, K.; WOODS, W. 1963. Effect of calcium and magnesium upon digestibility of a ration containing corn oil by lambs. *J. Anim. Sci.* 22:27.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. 1974. The interaction between dietary lipids and fibre in sheep. *Animal Production* 19:67.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. 1982. Effect of added fat and calcium on *in vitro* formation of insoluble fat acid soaps and cell wall digestibility. *J. Anim. Sci.* 55:957.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. 1984. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dietary rations. *J. Dairy Sci.* 67:978-986.
- KESLER, E.M.; SPARHR, S.L. 1964. Symposium Effect of various levels of grain feeding. *J. Dairy Sci.* 47(10):1122-1128.
- NOCEK, J.E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. *J. Dairy Sci.* 71:2051-2069.
- MACKZULAK, A.E.; DEHORITY, B.A.; PALMQUIST, D.L. 1981. Effects of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. and Environ. Microbiol.* 42:856-862.
- ORSKOV, E.R.; HOWELL, F.D.; MOULD, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed-stuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5:195-213.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. 1980. Fat in lactation rations: review. *J. Dairy Sci.* 63:1.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. 1982. Calcium soaps as a fat supplement in dairy cattle feeding. *Proc. XII th. World Congr. Dis. Cattle.* p. 477-481.
- PALMQUIST, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. *In Fat in animal nutrition.* Ed. by Wiseman, J. Butterworths.
- PALMQUIST, D.L. 1986. Fat supplements for lactating cows. *Ohio Dairy Day.* The Ohio State University. Wooster, Ohio.
- PLAYNE, M.J. 1985. Determination of ethanol, volatile fatty acids, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography. *J. Sc. Food Agr.* 36:638-644.
- SMITH, N.E.; DUNKLY, W.L.; FRANKE, A.A. 1978. Effects of feeding protected tallow to dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 61:747.