

Nota Técnica

**EFFECTO DE NIVELES CRECIENTES DE GRASA SOBREPASANTE
SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DEL PASTO KIKUYO
Y PARAMETROS DE LA FERMENTACION RUMINAL¹**

Augusto Rojas-Bourrillón ^{2/}*

Anaité Quan *

Eugenio Araya *

ABSTRACT

Effect of graded growing levels of protected fat made of waste products from oil palm production, on ruminal degradability of kikuyo grass and ruminal fermentation parameters. Stability of protected vegetable fat from palm waste products was measured through its effect on fermentative rumen parameters and degradability of Kikuyo grass using cannulated dry cows. The fat was offered as topdress at 0; 0.3; 0.6 and 0.9 kg daily. There were no differences in the potentially degradable fraction, nor in the degradability and rate of degradation of grass dry matter, among levels of fat. Rumen pH, volatile fatty acids proportion and acetate/propionate ratio were also not affected. Results indicate that the procedure used allows this fat to be inert in the rumen, and can be used without altering normal rumen function.

INTRODUCCION

Los microorganismos ruminales únicamente pueden tolerar de 3 a 5% de grasa en la dieta (Palmquist, 1984ab). Los ácidos grasos afectan la fermentación ruminal mediante su efecto inhibitorio directamente sobre los microorganismos o al adherirse a las partículas de alimento, disminuyendo la tasa de exposición del forraje al ataque enzimático microbiano. Se ha de mostrar que los organismos grampositivos como bacterias celulolíticas y metanogénicas, son más afectados por los ácidos grasos de cadena media y polinsaturados pues inhiben más la actividad microbiana (Maczulad *et al.*, 1981).

Los resultados de esta inhibición son una reducción en la relación acético: propiónico, depresión en el porcentaje de grasa láctea, en la digestión

de la fibra y en el consumo (Palmquist, 1990). Sin embargo, estudios *in vitro* e *in vivo* indican que las grasas duras (constituidas por ácidos grasos saturados) son más insolubles en el rumen y así son menos propensas para asociarse con las bacterias o con las partículas alimenticias (Chalupa *et al.*, 1986, Chalupa *et al.*, 1984). La menor toxicidad de los ácidos saturados está también asociada con la mayor rapidez con que éstos reaccionan con cationes en el rumen, formando sales insolubles de ácidos grasos (Jenkins y Palmquist, 1982).

Debido a que la formación de jabones de ácidos con calcio es un método para prevenir el efecto adverso de las grasas sobre los microorganismos, se ha venido investigando la inclusión de estos jabones preformados industrialmente. A este respecto Rojas-Bourrillón y Dormond (1994) no encontraron efectos detrimentales de la inclusión de jabones de ácidos grasos de palma y calcio sobre la degradabilidad del heno de Transvala, lo que indicó que el procedimiento utilizado fue eficaz para proteger a los microorganismos del efecto adverso del lípido utilizado.

1/ Recibido para publicación el 5 de marzo de 1996.

2/ Autor para correspondencia.

* Estación Experimental de Ganado Lechero y Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la estabilidad de una grasa protegida, elaborada con los efluentes de la extracción del aceite crudo de palma africana, a través de su efecto sobre parámetros ruminales y degradabilidad del forraje Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

MATERIALES Y METODOS

Tratamientos y manejo animal

En la Estación Experimental de Ganado Lechero de la Universidad de Costa Rica situada en el Alto de Ochomogo, mediante un diseño de cuadrado latino 4 x 4, cuatro vacas adultas Jersey no lactantes con un peso promedio de 380 kg y con cánula ruminal permanente fueron aleatorizadas a los siguientes tratamientos: 0; 0,3; 0,6; 0,9 kg de "grasa vegetal protegida". La mezcla de lípidos protegida fue elaborada acorde a los procedimientos establecidos por Industrias Cerdas Ltda. utilizando los desechos o efluentes de la extracción del aceite crudo de palma y cuya composición se aprecia en el Cuadro 1.

La prueba experimental, realizada durante la estación lluviosa, tuvo una duración de 52 días, dividida en 4 períodos que constaban de una fase de 10 días para acostumbramiento al nivel de la mezcla protegida y una fase de incubación ruminal con una duración de 3 días.

Durante la prueba los animales pastoreaban en apartos de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*)

Cuadro 1. Composición química de la grasa vegetal con calcio producida por Industrias Cerdas.

Parámetro	Nivel (%)
Humedad	8
Extracto etéreo	82
Calcio	8
Ácidos Grasos:	
Láurico	0,6
Mirístico	1,5
Palmítico	42,0
Palmitoleico	0,5
Esteárico	5,4
Oléico	40,0
Linoléico	9,5
Linolénico	0,2
Araquídico	0,3
Relación saturados:insaturados	50 : 50

con 21 días de recuperación y recibieron 2,5 kg de concentrado comercial en la mañana y en la tarde. La grasa fue diariamente mezclada con el concentrado a las 8 am y 2 pm.

Incubación de muestras

Muestras de 3 g aproximadamente del forraje Kikuyo de 30 días de edad fueron depositadas en bolsas de nylon en una relación de peso de muestra por unidad de área de aproximadamente de 13 mg/cm², atadas a un tubo plástico y posteriormente incubadas en el rumen de las vacas por: 6, 12, 24, 36, 48, 60 y 72 h. Las muestras previamente remojadas en agua fueron introducidas por duplicado para cada tiempo de incubación en orden regresivo y extraídas todas en grupo de acuerdo a Nocek (1988). Inmediatamente después de extraídas, cada bolsa fue lavada en agua fría mediante lavadora automática durante 15 min y secadas a 100°C durante 6 h. La fracción soluble del material (incluyendo pérdidas por lavado) fue estimada lavando bolsas con el forraje en forma similar al resto que fueron incubadas.

Adicionalmente durante los 3 días se muestreó licor ruminal a las 4 h después del suministro del concentrado para la inmediata medición de pH. Posteriormente se adicionó a la muestra 0,5 ml de una solución al 50% de ácido sulfúrico para el análisis posterior de ácidos grasos volátiles (Playne, 1985).

Análisis de la información

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

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

donde:

P= degradabilidad potencial a tiempo "t",
a= la fracción soluble del material,
b= fracción insoluble pero potencialmente degradable y
c= la tasa de degradación de "b".

Cada una de las constantes anteriores así como los valores de acidez y ácidos grasos volátiles fueron analizados de acuerdo al diseño de cuadrado latino.

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros ruminales

Los valores de pH del contenido ruminal se aprecian en el Cuadro 2. No se cuantificaron alteraciones en este parámetro entre los diferentes niveles de grasa utilizados con un valor promedio de 6,22. Palmquist (1984a) indica que el pH ruminal debe ser mantenido sobre 6 para que los ácidos grasos permanezcan inertes debido a que la constante de disociación (pKa) de éstos es de 4 a 5. En la presente investigación el valor de acidez previno la disociación del producto. El empleo de concentrado no logró inducir condiciones ácidas que estimularan la disociación de las grasas, debido quizás a la capacidad alcalinizante del forraje, nivel de concentrado usado y al animal, por lo que el comportamiento de este producto en dietas más altas en concentrado debe evaluarse. Las proporciones de ácidos grasos volátiles y la relación acético/propiónico no fueron alteradas significativamente por la adición creciente del producto, lo que sugiere que el producto es inerte en el rumen y no altera el proceso fermentativo que se produce en este órgano en concordancia con la degradación del forraje como se aprecia en el Cuadro 3.

Información similar con consumos de 0,9 kg/día de una grasa protegida producida con excedentes

de ácidos grasos de palma con calcio fue obtenida por Rojas-Bourrillón y Dormond (1994).

Degradabilidad del forraje

La inclusión de la grasa vegetal con calcio en niveles hasta de 0,9 kg/animal/día no afectó significativamente las fracciones solubles, potencialmente degradables ni la degradabilidad potencial y tasa de degradación del forraje Kikuyo (Cuadro 3) observándose dicho comportamiento en la Figura 1, lo cual indica que el procedimiento utilizado para su elaboración permite al producto permanecer inerte en el rumen, evitando los efectos adversos de las grasas sobre la actividad de los microorganismos ruminales. Estudios realizados utilizando metodología similar con animales fistulados han demostrado que consumos entre 0,68 y 0,9 kg/día de jabones de ácidos grasos de palma y calcio no afectan la degradabilidad de mezclas de ensilaje de alfalfa y maíz (Grummer, 1988) y del heno de Transvala (Rojas-Bourrillón y Dormond, 1994) respectivamente.

Las investigaciones demuestran que la suplementación de ácidos grasos saturados o insaturados con calcio minimiza los efectos negativos sobre la actividad microbial que ejercen estos ácidos cuando se adicionan libres en la dieta (Chalupa *et al.*, 1984; 1986), estado en que son

Cuadro 2. Parámetros ruminales en vacas consumiendo diferentes niveles de una grasa vegetal protegida.

Variable	Nivel de grasa (kg/animal/día)				Promedio	± DE
	0	0,3	0,6	0,9		
pH	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	± 0,1
Acidos grasos (%molar)						
Acético	69,6	67,2	69,5	66,6	68,2	± 1,4
Propiónico	16,6	17,6	16,5	20,9	17,9	± 1,6
Isobutírico	0,8	1,0	1,0	0,9	0,9	± 0,1
Butírico	11,7	11,3	11,1	9,9	11,0	± 0,8
Isovalérico	0,5	0,6	0,5	0,9	0,6	± 0,2
Válerico	0,7	0,8	1,0	0,9	0,86	± 0,1
Acético: Propiónico	4,2	4,0	4,2	3,4	3,9	± 0,3

DE= Desviación estándar de la media

Cuadro 3. Efecto de la adición de una grasa vegetal protegida sobre parámetros de degradabilidad del Kikuyo.

Nivel de grasa kg/an/día	Fracción soluble (%)	Fracción potencialmente degradable (%)	Degradabilidad potencial (%)	Tasa de degradación (%/h)*
0	30,9a	51,9a	82,9a	4,5a
0,3	28,5a	55,0a	83,5a	4,8a
0,6	29,2a	52,7a	81,9a	5,4a
0,9	29,5a	52,8a	82,3a	5,2a
Desviación estandar	±0,9	±0,8	±1,1	±0,3

* Porcentaje por hora.

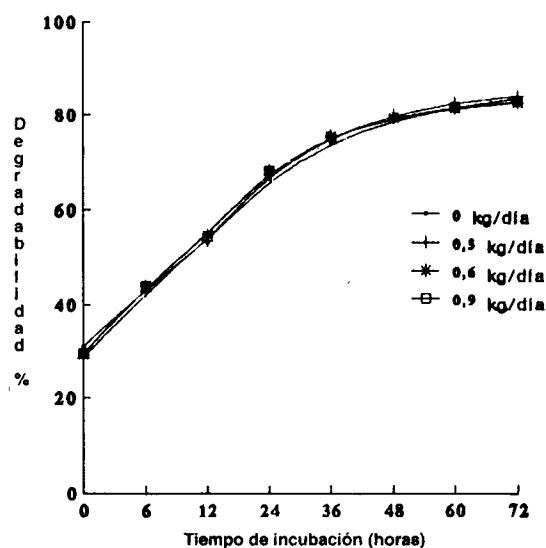


Fig. 1. Degradabilidad de la materia seca del Kikuyo en vacas consumiendo grasa vegetal protegida.

más tóxicos que en la forma de triglicéridos (Chalupa *et al.*, 1984). Es aparente que el procedimiento utilizado para la elaboración de esta grasa vegetal protegida permite la reacción de calcio tanto con los ácidos de cadena larga saturados (palmítico 16:0) como con los insaturados (oleico 18:1). Además, estos dos ácidos constituyen el 83% del contenido de ácidos grasos del producto, lo que favorece la calidad del producto, ya que de acuerdo a Jenkins y Palmquist (1982) los ácidos grasos saturados (C18:0, C16:0, C14:0) forman

más fácilmente jabones insolubles con cationes que los insaturados (C18:1, C18:2), asociándose dicha reacción al largo de la cadena del ácido grasos.

Los resultados de la presente investigación confirman que el uso de esta grasa protegida permitiría mejorar el aporte energético de la dieta evitando los problemas que se presentan con el uso de altas cantidades de concentrado.

RESUMEN

La estabilidad de una grasa vegetal protegida, elaborada de residuos de la extracción del aceite de palma, fue estudiada a través de su efecto sobre parámetros ruminales y degradabilidad del forraje Kikuyo, utilizando 4 vacas secas con cánula ruminal asignadas mediante un diseño de cuadrado latino. La mezcla de grasas fue ofrecida mezclada con el concentrado en niveles de 0; 0,3; 0,6 y 0,9 kg/día. Los animales pastorearon Estrella Africana de 21 días de recuperación y recibieron 5 kg de concentrado comercial por día. No se detectaron diferencias significativas en la fracción potencialmente degradable, ni sobre la degradabilidad y tasa de degradación del forraje Kikuyo, al suplementar hasta con 0,9 kg de la grasa protegida. Similarmente no se cuantificaron variaciones en el pH ruminal, en las proporciones de ácidos grasos volátiles ni en la relación acetato/propionato. Los resultados indican que el procedimiento utilizado para elaborar el producto permite que éste sea inerte en el rumen y pueda ser empleado sin afectar el proceso fermentativo.

LITERATURA CITADA

- CHALUPA, W.; RICKABAUGH, B.; KRONFELD, D.S.; SKLAN D. 1984. Rumen fermentation *in vitro* as influenced by long chain fatty acids. *J. Dairy Sci.* 67:1439
- CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A.E.; KRONFELD, D.S. 1986. Rumen fermentation *in vivo* as influenced by long-chain fatty acids. *J. Dairy Sci.* 69:1293.
- GRUMMER, R.R. 1988. Influence of prilled fat and calcium salts of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 71:117.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. 1982. Effect of added fat and calcium on *in vitro* formation of insoluble fatty acid soap and cell wall digestibility. *J. Animal Sci.* 55:957-963.
- MACZULAK, A.E.; DEHORITY, B.A.; PALMQUIST, D.L. 1981. Effect of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. and Environ. Microbiol.* 42:856-862.
- NOCEK, J.E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A Review. *J. Dairy Sci.* 71:2051-2069.
- ORSKOV, E.R.; HOWELL, F.D.; MOULD, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feeds-tuffs. *Tropical Animal Production* 5:195-213.
- PALMQUIST, D.L. 1984a. Calcium soaps of fatty acids with varying insaturation as fat supplements for lactating cows. *Can. J. Animal Sci.* 64(Sup):240.
- PALMQUIST, D.L. 1984b. Use of fats in diets for lactating dairy cows. *In Fats in Animal Nutrition*. J. Wiseman, ed. Butterworths. USA. p. 357.
- PALMQUIST, D.L. 1990. Using fat strategically in dairy cattle rations. Proceedings International Animal Nutrition Symposium, Brussels, Belgium. National Renderer's Association. 1-20 p.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C.; 1980. Fat in lactations rations: review. *J. Dairy Sci.* 63:1.
- PLAYNE, M.J. 1985. Determination of ethanol, volatile fatty acid, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography. *J. Sc. Food Agr.* 36:638-644.
- ROJAS-BOURRILLON, A.; DORMOND, H. H. 1994. Efecto de diferentes niveles de grasa protegida sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca y pared celular del heno de Transvala (*Digitaria decumbens*). *Agronomía Costarricense* 18(2):197-201.