

**EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE CÁSCARA DE BANANO MADURO
SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA MATERIA SECA
DE LOS PASTOS KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*)
Y ESTRELLA AFRICANA (*Cynodon nlemfluensis*) EN VACAS JERSEY^{1/*}**

Herbert Dormond^{2/**}, Carlos Boschini^{**}, Augusto Rojas- Bourrillón^{***}, Ana María Zúñiga^{****}

RESUMEN

Se estudió el efecto de 4 niveles de cáscara de banana maduro (CBM) fresca (0, 7, 14 y 21 kg/vaca/día) sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) de los forrajes Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), cosechado a 30 ó 40 días de edad; y Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*), cosechado a 18 ó 21 días. Se utilizaron 8 vacas Jersey fistuladas en el rumen, en un diseño de cuadrado latino 4x4 repetido. La determinación se hizo en bolsas de Nylon con poros de 40 µm, en 8 intervalos de incubación (0, 2, 6, 12, 24, 36, 48 y 72 h). La adición de los diferentes niveles de CBM, con un aporte máximo de 0.52 kg de carbohidratos no estructurales y 0.23 kg de extracto etéreo, no interfirió con la fracción degradable ni con la degradabilidad potencial (51 y 73% en promedio) de la MS de los pastos evaluados. Hubo interacción positiva ($P < 0.01$) pastos-niveles de CBM: el nivel de 7 kg incrementó en 2.9 y 4.5% la fracción degradable de Kikuyo y Estrella Africana. La tasa de degradación aumentó en promedio 15% con cualquier nivel de adición de CBM, sobresaliendo un incremento de 30% de la tasa de degradación para Estrella Africana con cualquier nivel de CBM. Únicamente los niveles de 7 y 21 kg redujeron, en promedio, 6.5% del

ABSTRACT

Effect of four levels of ripe banana peel on rumen degradability of dry matters from Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) and African Star grass (*Cynodon nlemfluensis*) in Jersey cows. The effect of 4 levels of fresh ripe banana peel (RBP) (0, 7, 14, and 21 kg/cow/day) on ruminal dry matter degradability of Kikuyo and African Star grass was evaluated. Kikuyo was harvested at 30 and 40 days of regrowth, African Star at 18 and 21 days. Eight Jersey cows fitted with permanent ruminal cannulae were assigned to a double 4x4 latin square. Dry matter degradation was determined in Nylon bags with 40 µm pores at incubation intervals of 0, 2, 6, 12, 24, 36, 48 and 72 h. Addition of different levels of RBP, supplying a maximum of 0.52 kg of nonstructural carbohydrates and 0.231 kg of ether extract, did not interfere with dry matter degradable fraction (DF) nor potential degradability. The interaction grass species x RBP level was significant: at 7 kg level there was an increment of 2.9 and 4.5% in the DF of Kikuyo and African Star, respectively. Degradation rate (DR) averaged an increment of 15% at any supplementation level, and was 30% higher in African Star regardless of the supplementation level.

1/ Recibido para publicación el 27 de febrero de 1998.

2/ Autor para correspondencia.

* Parte final del Proyecto VI-737-93-204. Financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

** Estación Experimental Alfredo Volio Mata y Escuela

de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

*** Escuela de Zootecnia y Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica.

**** Instituto Nacional de Aprendizaje. Regional Naranjo. Alajuela, Costa Rica.

tiempo medio de la MS de los pastos. La degradabilidad específica estimada a 2 tasas, degradabilidad efectiva 5%/h y 8%/h (47 y 41 resp.), no se vio afectada por nivel de CBM. El pasto Kikuyo fue superior a Estrella Africana en fracción soluble, fracción degradable, tasa de degradación, degradabilidad potencial, tiempo medio, degradabilidad efectiva 5%/h y 8%/h de la MS. Independientemente del pasto, la edad menor fue superior a la edad mayor para la fracción soluble, fracción degradable, tasa de degradación, degradabilidad potencial, tiempo medio, degradabilidad efectiva 5%/h y 8%/h de la MS. La interacción pasto- edades tuvo efecto significativo sobre la fracción soluble, fracción degradable y de la degradabilidad efectiva 5%/h y 8%/h; hubo una similitud entre la edad mayor (40 días) del pasto Kikuyo y la menor (18 días) del Estrella Africana en fracción soluble, fracción degradable, tasa de degradación, degradabilidad potencial, tiempo medio y de la degradabilidad efectiva 5%/h y 8%/h de la MS; mientras que entre la edad mayor (21 días) de Estrella Africana y la menor (30 días) de Kikuyo fue superior el Kikuyo para fracción soluble, fracción degradable y de la degradabilidad efectiva 5%/h y 8%/h de la MS. Bajo las condiciones del experimento, la adición de CBM no deterioró la degradabilidad ruminal de los 2 pastos, pero sí estimuló su velocidad de aprovechamiento ruminal. La edad del pasto tuvo efecto sobre el aprovechamiento ruminal, siendo comparables Kikuyo y Estrella Africana a 40 y 18 días, respectivamente.

INTRODUCCION

La industria lechera de la Meseta Central de Costa Rica emplea el sistema rotacional como forma principal de pastoreo. Sobre 1500 msnm, el pasto de piso por excelencia es el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y por debajo de ese nivel, se adapta de manera aceptable el pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*), con muy buen crecimiento por debajo de los 1000 msnm. Como complemento alimenticio, muchos productores emplean residuos agroindustriales.

Dry matter life was affected by supplementation level, with an average reduction of 6.5% at 7 and 21 kg of RBP. Kikuyo showed higher increments of water soluble fraction, DF, DR, potencial DF, half life, effective degradability at 5 and 8%/h of the dry matter. Regardless of species, pastures harvested at the youngest age showed greater water soluble fraction, DF, DR, potential degradation, half time and effective degradability at 5 and 8% of dry matter. Kikuyo harvested at 40 days showed similar values than African Star harvested at 18 days in water soluble fraction, DF, DR, potencial degradability, half life and effective degradability at 5 and 8%/h. While Kikuyo harvested at 30 days was better than African Star at 21 days, as shown by higher increments of water soluble fraction, degradable fraction and effective degradability at 5 and 8%/h. The addition of banana peel did not affect Kikuyo and African Star dry matter degradability but increased their ruminal degradation rate. The harvest age affects ruminal degradation. Kikuyo grass harvested at 40 days was similar to African Star at 18 days.

Los residuos de la agroindustria frutera nacional alcanzaron un volumen de 104.626 t en el año 1992, convirtiéndose en un problema de contaminación. De ese volumen, 18.615 t fueron cáscara de banano maduro, proveniente de las industrias procesadoras de purés de banano. Este residuo es consumido por vacas lecheras del Valle Central en un 50%.

La utilización de residuos vegetales en la nutrición animal adquiere importancia ecológica, porque constituye una vía de evitar la contaminación del ambiente mediando una reconversión de

energía hacia un producto de máximo valor nutritivo como es la leche.

Existen diferentes trabajos sobre la utilización de los excedentes de la producción bananera en la alimentación animal. Los trabajos sobre aprovechamiento de la cáscara de banano maduro, en la alimentación de vacas lecheras, son escasos y poco disponibles. Nielson y Cook (1979) utilizaron la harina integral de banano como sustituto aceptable del maíz y del salvado de trigo en concentrados para vacas lecheras. Archibald (1949) sostiene que la cáscara de banano puede ser usada como fuente energética.

La degradabilidad de la materia seca de los forrajes depende de la especie de pasto (Janicki et al. 1988, Nocek et al. 1988 y Hoffman et al. 1993), del estado de madurez de la planta (Stallings et al. 1991 y Hoffman et al. 1993) y del sustrato ruminal (Vargas y Hoover 1983).

El presente trabajo tuvo el objetivo de medir el efecto de 4 niveles de consumo de cáscara de banano maduro sobre la degradabilidad de la materia seca de los pastos Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*), incluidos estos en la dieta diaria de las vacas lecheras de alto rendimiento en Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, ubicada en el Alto de Ochomogo, provincia de Cartago, a 9° 54' latitud norte y 83° 57' longitud oeste, con una altitud de 1546 msnm. La precipitación media anual es de 2037 mm, con 2 épocas climáticas (seca y lluviosa) bien definidas.

Se utilizaron en el experimento los pastos, Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*). Ambos forrajes se cosecharon en 2 edades: el Kikuyo a 30 (edad baja) y 40 días (edad alta) y el Estrella Africana a 18 (edad baja) y 21 (edad alta) días, de acuerdo a los períodos de rotación acostumbrados por los productores de leche. Las muestras de forraje colectadas fueron secadas en estufa a 60°C/48 h para lograr peso constante; una parte de las muestras fue molida con un tamiz de 2 mm para el análisis de

degradabilidad *in situ*, mientras que la otra se molió con un tamiz de 1 mm para la determinación química de sus componentes (Cuadro 1). Posteriormente se introdujeron en otra estufa a 105°C/2 h para terminar de secarlos.

La degradación ruminal *in situ* de la materia seca (MS) de los forrajes se determinó por medio de la técnica de Orskov (1984) con bolsas de Nylon de un tamaño de 10 x 15 cm y con poros de 40 µm. En cada bolsa se depositaron 3 g de un solo forraje a una edad determinada. Las bolsas fueron suspendidas en el rumen de 8 vacas Jersey fistuladas, atadas a la tapa de la cánula. Los períodos de incubación fueron: 0, 2, 6, 12, 24, 36, 48 y 72 h para cada muestra de forraje, introducidas en orden inverso al tiempo de incubación, para ser retiradas posteriormente todas en conjunto (Nocek 1988). Las bolsas removidas fueron lavadas inmediatamente en agua fría/15 min y secadas a 105°C para determinar la cantidad de MS desaparecida.

La degradación de la MS de las muestras de forraje, en los diferentes tiempos de incubación, fue ajustada mediante un programa de ajuste iterativo de mínimos cuadrados, a la siguiente función generalizada (Orskov 1984):

$$p = a + b(1 - e^{-ct_i})$$

donde:

- p = degradación que ocurrirá en el tiempo t, %
- a = fracción soluble (rápidamente desaparecida), %, (FS)
- b = fracción del alimento degradable en el tiempo, %, (FD)
- c = tasa de degradación de la fracción degradable, %/h, (TD)
- t_i = tiempo de incubación, h

Los animales, de un peso promedio de 424 kg, pastorearon una mezcla de pastos Estrella Africana y Kikuyo. Recibieron un suplemento de 5 kg de un alimento concentrado comercial (Cuadro 1), ofrecido durante ambos ordeños en 2 partes iguales. Los carbohidratos no estructurales (CHOSNE) fueron estimados por la fórmula propuesta por (Nocek y Russell 1988).

Como tratamientos experimentales, se suministraron 4 niveles de cáscara de banano maduro

Cuadro 1. Composición química de los forrajes, la cáscara de banano y el alimento balanceado empleados en el experimento, en base seca.

Componentes	Kikuyo		Estrella		Cáscara banano	Concentrado
	30 días	40	18 días	21		
Humedad, %	87.5	83.7	83.2	76.2	86.6	12.7
Proteína cruda, %	21.5	19.2	13.1	7.6	10.4	14.0
Extracto etéreo, %	2.9	3.0	3.1	1.5	8.2	2.0
Fibra cruda, %	23.3	23.2	26.2	30.2	14.2	9.0
ELN, %	40.5	43.2	45.8	52.1	54.5	
Cenizas, %	11.6	11.2	11.9	8.4	12.7	6.04
Energía digestible, Mcal/kg						3.0
Calcio, %	0.24	0.24	0.25	0.25	0.37	1.0
Fósforo, %	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.6
FND, %	70.8	75.2	73.8	79.7	50.1	19.9
FAD, %	31.6	36.0	40.5	45.0	42.8	9.4
Hemicelulosa, %	39.2	39.2	33.3	34.7	7.3	
Celulosa, %	27.0	29.6	31.5	34.1	19.1	
Lignina, %	3.7	4.9	5.5	7.8	20.8	
Sílica %	5.5	1.6	3.3	3.2	0.6	
CHOSNE % *					18.55	51.9

*CHOSNE= carbohidratos no estructurales

(CBM) (0, 7, 14 y 21 kg/d) ofrecidos a las 6 am, antes del primer ordeño. En el Cuadro 1 se indica la composición de la CBM. Tres horas después de esta alimentación se extrajo 50 ml de licor ruminal, que se mantuvo a una temperatura de 37°C, mientras se determinó a cada muestra su pH.

Se utilizaron 8 vacas Jersey, distribuidas aleatoriamente en 2 cuadrados latinos 4x4 repetidos (2 forrajes x 2 edades). Cada uno de ellos correspondió a una especie forrajera con las 2 edades de corte.

Los 4 tratamientos experimentales (niveles de cáscara de banano maduro) se aleatorizaron en las vacas de cada cuadrado latino. Posteriormente, cada vaca pasó al nivel inmediato superior de cáscara de banano maduro, en cada período de incubación.

Al inicio del experimento, los animales tuvieron 15 días de acostumbramiento al consumo de cáscara de banano maduro. Antes de cada período de incubación (4 días) a los animales se les dio 7 días de adaptación al nuevo nivel de cáscara de banano maduro. El experimento duró en su totalidad 59 días.

Las constantes que determinan la fracción soluble, la fracción degradable y la tasa de degradación fueron analizadas con el modelo de regresión lineal.

RESULTADOS

Efecto de los niveles de CBM sobre la degradabilidad ruminal de la MS de los pastos

La fracción soluble de los forrajes difirió significativamente ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, oscilando de 23 a 21.7%, en promedio, con cualquier nivel de adición de CBM (Cuadro 2).

La fracción degradable no fue afectada por el nivel de adición de CBM ($P > 0.05$); su tasa de degradación presentó diferencias significativas ($P \leq 0.01$) incrementándose la tasa de degradación entre el no consumo de CBM y cualquier nivel de adición de 4.3 a 4.9%/h.

La degradación potencial de los pastos no fue afectada ($P > 0.05$) por los niveles de CBM consumidos por los animales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio de las constantes de degradabilidad de la materia seca de los pastos Kikuyo y Estrella Africana.

Ítemes	FS %	FD %	TD %/h	DP %	TM h	D5 %/h	D8 %/h
Cáscara de banano	*	ns	**	ns	**	ns	ns
0 kg/d	23.0a	50.8	4.3a	73.8	15.6a	47.3	41.7
7 kg/d	21.4b	50.6	4.9b	72.0	14.6b	46.5	40.8
14 kg/d	22.1b	51.0	4.8b	73.1	14.9ab	47.1	41.3
21 kg/d	21.8b	50.8	5.1b	72.6	13.9b	47.4	41.6
Pastos	**	**	**	**	**	**	**
Kikuyo	25.1	55.2	5.3	80.3	13.4	53.6	47.3
Estrella Africana	19.0	46.4	4.2	65.4	16.2	40.6	35.4
Edades	**	**	**	**	**	**	**
Edad menor	24.5	55.4	5.0	79.9	14.1	52.3	46.0
Edad mayor	19.6	46.2	4.5	65.8	15.4	41.9	36.7
Pastos x niveles cáscara	ns	**	ns	ns	*	ns	ns
<u>Kikuyo</u>							
Cáscara de banano							
0 kg/d	26.0	54.7	5.2	80.7	13.8	53.7	47.5
7 kg/d	24.1	56.3	5.5	80.4	13.8	53.5	47.0
14 kg/d	25.4	55.2	5.4	80.6	13.3	53.9	47.6
21 kg/d	25.2	54.6	5.3	79.8	13.5	53.3	47.0
<u>Estrella Africana</u>							
Cáscara de banano							
0 kg/d	19.9	46.9	3.4	66.8	17.5	41.0	35.8
7 kg/d	18.7	49.0	4.3	67.7	16.2	39.6	34.5
14 kg/d	18.8	46.0	4.2	64.8	16.6	40.3	35.1
21 kg/d	18.5	47.0	4.8	65.5	14.4	41.6	36.2
Pastos x edades	**	**	ns	ns	ns	**	**
<u>Kikuyo</u>							
Edad menor	27.0	57.2	5.7	84.2	12.5	57.3	50.7
Edad mayor	23.3	53.1	5.0	76.4	14.2	49.8	43.8
<u>Estrella Africana</u>							
Edad menor	22.0	53.5	4.3	75.5	15.7	47.3	41.2
Edad mayor	15.9	39.3	4.1	55.2	16.6	33.9	29.5

FS= Fracción soluble, FD= Fracción degradable, TD= Tasa de degradación,

DP= Degradación potencial, TM= Tiempo medio, D5 y D8= Degradabilidad efectiva a tasas de pasaje de 5 y 8%/h.

a, b= representan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre ítemes.ns= no significativo ($p > 0.05$).*= $P \leq 0.05$ **= $P \leq 0.01$

El tiempo medio, de la MS de los forrajes, no difirió entre los niveles de consumo de CBM pero sí entre el nivel 0 y 21 kg de CBM (15.6 y 13.9 h respectivamente) (Cuadro 2).

La degradabilidad efectiva de la MS de los pastos (Cuadro 2), estimada considerando 2 tasas de pasaje 5 y 8%/h (ARC 1980), no fue afectada ($P > 0.05$) por los niveles de CBM consumidos.

No se presentó ninguna interacción de los pastos con los niveles de consumo de CBM ($P > 0.05$) al analizar la fracción soluble, tasa de degradabilidad, degradabilidad potencial y la degradabilidad efectiva a 5 y 8%/h (Cuadro 2). La fracción degradable mostró un efecto de interacción con los niveles de CBM ($P \leq 0.01$) así como con el tiempo medio ($P \leq 0.05$).

Cáscara de banano maduro (CBM) y pH ruminal

Los niveles de CBM no afectaron el pH ruminal, medido 3 h post alimentación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Variación promedio del pH ruminal, 3 h post alimentación con cada nivel de cáscara de banano maduro.

Nivel de cáscara	pH
0	5.83 ± 0.24
7	5.83 ± 0.22
14	5.83 ± 0.24
21	5.85 ± 0.19

Degradabilidad de la MS de los forrajes

Ambos forrajes mostraron un patrón totalmente diferente de degradación ruminal de la MS (Cuadro 2). Todas las variables evaluadas fueron más altas ($P \leq 0.01$) en la MS de Kikuyo que en la MS de Estrella Africana.

Degradabilidad de la MS por edad de los pastos

Al comparar las edades de cosecha (Cuadro 2), se observa que la MS a menor edad presentó valores más altos ($P \leq 0.01$) de la fracción soluble y fracción degradable. Estos valores son 25 y 20% mayores, respectivamente, que en la edad mayor. Una respuesta similar ($P \leq 0.01$) se observó en la velocidad de desaparición ruminal de la MS por degradación. En la Figura 1 se observa la disminución en la fracción soluble y fracción degradable conforme aumentó la edad de corte del forraje. La degradabilidad potencial de la menor edad (Cuadro 2) fue 17.6% superior a la edad mayor, mientras que su tiempo medio fue 1.3 h inferior a la edad mayor. Las degradabilidades efectivas (5 y 8%/h), de la edad menor, fueron superiores ($P \leq 0.01$) a las de edad mayor.

Entre las tasas de degradación (Cuadro 2) para las interacciones pastos por edades no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$);

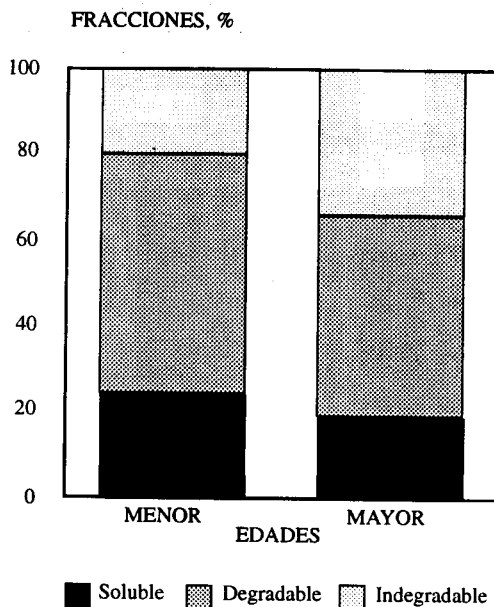


Fig. 1. Fracciones soluble, degradable e indegradable de la materia seca por edades de los pastos.

no así en la fracción degradable, fracción soluble, en donde la mayor diferencia fue a favor de la edad menor. En lo que respecta a la degradabilidad efectiva en ambas velocidades de pasaje, fueron significativas ($P \leq 0.01$), para la interacción pasto por edades.

DISCUSION

Efecto de los niveles de CBM sobre el pH ruminal y la degradabilidad ruminal de la MS de los pastos

De acuerdo al contenido de EE y CHOSNE (Cuadro 1) de la CBM, se puede pensar que éste es un material energético rico en humedad, cuya adición en la dieta de rumiantes puede deprimir la degradabilidad de la MS, ya que como material fácilmente fermentable podría incrementar la fermentación microbiana y reducir así el pH ruminal (Mould y Orskov 1984). Una reducción de 0.4 unidades de pH (6.5 a 6.1) es suficiente para deprimir la celulosis así como la

degradación de la materia seca (Mould y Orskov 1984). Hoover (1986) sostiene que la adición de 10 a 15% de CHOSNE a dietas de forraje deteriora la digestión de la fibra, y que adiciones de 30% de CHOSNE deprimen severamente la digestión de la fibra. Se estimó que de acuerdo a su peso inicial, los animales del experimento pudieron consumir 17 kg de MS total (NRC 1979), por lo que el consumo de CHOSNE en el nivel de 0 kg de CBM, aportado por el concentrado, representó el 13.4% de la MS total estimada, mientras que en el nivel de 21 kg de CBM los animales consumieron el 16.5% de CHOSNE, de la ingestión de MS estimada; esto implica que, aunque no haya adición de CBM ya se cuenta con una depresión de la digestión de la fibra por el aporte de CHOSNE del concentrado (Giger et al. 1991) y que el máximo nivel de adición de CBM no llega a deprimir severamente la digestión de la fibra como se observa en la degradabilidad potencial (Cuadro 2), a pesar de que el pH fue inferior a 6 (Cuadro 3), en donde se esperaría una depresión alta de la digestión de la fibra. La adición de la CBM no propició una variación del pH ruminal (Cuadro 3) con respecto al control (5.83 ± 0.24), no llegó a los valores 5.5 o 5.0, donde la tasa de crecimiento de los microorganismos es reducida, los microorganismos fibrolíticos son deprimidos y la digestión de la fibra puede ser totalmente inhibida (Hoover 1986). El valor obtenido de acidez ruminal no afectó el aprovechamiento de los forrajes, como lo demuestra el que la fracción degradable y la degradabilidad potencial de la MS de los pastos (en promedio 50.8 y 72.8%, respectivamente) (Cuadro 2) no variaron con cualquier nivel de adición de CBM.

La estabilidad del pH ruminal con la adición de cualquier nivel de CBM puede deberse a la capacidad de la CBM de producir saliva, inducida por la forma en que el material es ofrecido, y a la capacidad buffer de la CBM, no solo por la capacidad de la pared celular de absorber iones H^+ , como función de los grupos carboxilo presentes en los carbohidratos estructurales (Williams et al. 1987), sino también por la presencia de las pectinas, que en las frutas se encuentran en cantidades notorias y tienen la capacidad de capturar rápidamente cationes di-

valentes, que pueden compensar el ácido láctico producido en la fermentación ruminal (Van Soest 1992).

En el Cuadro 2 se denota la interacción estadística pasto x niveles. El nivel de 7 kg de CBM, tanto en el pasto Kikuyo como Estrella Africana, presentó el máximo incremento de la fracción degradable con respecto al control en un 2.92 y 4.5% respectivamente; esto indica que el mejoramiento del ambiente ruminal propiciado por el nivel de 7 kg de CBM que agrega 0.174 kg de CHOSNE y 0.079 kg de EE, fue el mejor, ya que en los 2 niveles superiores, contrariamente, se observa una disminución de la fracción degradable.

La tasa de degradación se vio afectada por los niveles de CBM, que favorecieron un incremento promedio de 15% con cualquier nivel de adición de CBM, determinándose un mayor efecto, no significativo (Cuadro 2), en el pasto Estrella Africana (interacción x nivel de CBM). El aumento en la tasa de degradación indica que la CBM contiene una fibra altamente digestible, que provoca un incremento en la energía disponible a nivel de rumen, propiciando una mejoría en la población microbiana y por ende un mejor ambiente ruminal, lo que facilita la colonización del sustrato forrajero (Orskov 1991, ARC 1984). Este aumento en la tasa de degradación de la MS de los pastos por adición de CBM es importante, particularmente para aquellos sistemas de alimentación donde el consumo de voluntario es un factor limitante (Orskov 1991).

El tiempo medio presentó una tendencia a reducirse con cualquier nivel de CBM ofrecido, observándose que la adición de CBM (interacción pasto x niveles de cáscara) permite una mayor ($P \leq 0.01$) reducción porcentual (10%) del tiempo medio en el pasto Estrella Africana que en el pasto Kikuyo (1.93%), lo cual sugiere una mejoría en la velocidad de aprovechamiento del Estrella Africana mediante la adición de una fuente de fibra altamente fermentable como es la CBM, visualizándose una dependencia del tiempo medio con la tasa de degradación de la MS de los forrajes, lo que concuerda con el ARC (1984).

Las degradabilidades efectivas estimadas a 5 y 8%/h no fueron afectadas significativamente por la adición de CBM.

La fracción soluble se afectó ($P \leq 0.05$) con cualesquiera de los niveles de adición de CBM. De acuerdo con Orskov (1991), la fracción soluble solo puede ser alterada con tratamientos químicos o con manipulación de las condiciones de cosecha; esto lleva a pensar que el efecto se debió a la metodología empleada, puesto que la fracción soluble se determinó por lavado del material sin la correspondiente incubación, lo que se reafirma al no producirse un efecto significativo de interacción pasto x nivel de CBM.

Degradabilidad de los forrajes

La fracción soluble del pasto Kikuyo es 32% mayor (Cuadro 2) que la fracción soluble de la MS del Estrella Africana, lo que favorece una mayor disponibilidad inmediata de componentes orgánicos en el rumen (Orskov 1991).

Similar comportamiento se observó en todas las demás variables que fueron 19, 26, 23, 32 y 34% mayor en el Kikuyo que en la Estrella Africana para la fracción degradable, tasa de degradación, degradabilidad potencial, degradabilidades efectivas respectivamente, y el tiempo medio 17% menor, lo que concuerda con Hoffman et al. (1993), quienes encontraron un efecto de la especie de forraje sobre la fracción soluble, fracción degradable y la tasa de degradación de la MS. Todas estas diferencias fueron significativas y constituyen márgenes de diferenciación amplios entre ambas especies, como se aprecia en las Figuras 2 y 3. Esto es de esperar puesto que el pasto Estrella Africana presenta un 55% más de lignina (Cuadro 1) y la extensión de la digestión de los componentes insolubles depende del contenido de lignina y de la naturaleza de la misma (Orskov 1991, Andrighetto et al. 1993).

Degradabilidad por edad de los pastos

Independientemente del tipo de forraje (Cuadro 2) la edad menor resultó ser 25, 20, 11, 21, 25, y 25% superior que la edad mayor para la fracción soluble, fracción degradable, tasa de degradabilidad, degradabilidad potencial, degradabilidad efectiva a 5 y 8%, respectivamente, mientras que el tiempo medio fue 8% menor a la

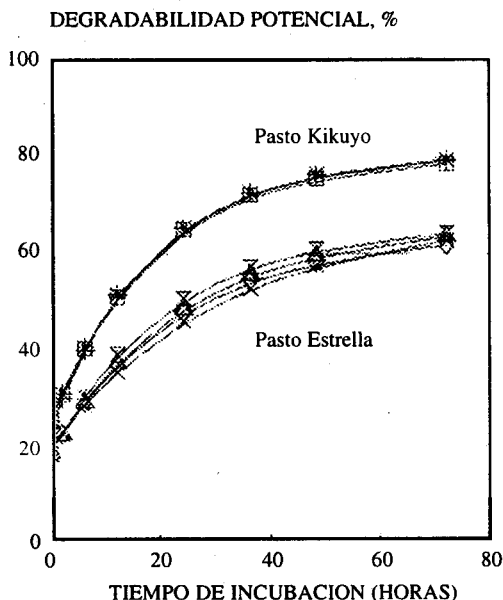


Fig. 2. Degradabilidad potencial de la materia seca de los pastos Kikuyo y Estrella Africana en animales alimentados con cuatro niveles de cáscara de banano maduro.

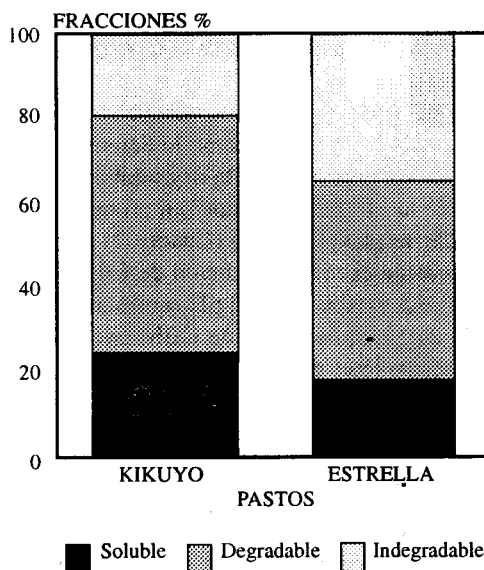


Fig. 3. Fracciones soluble, degradable e indegradable de la materia seca de los pastos.

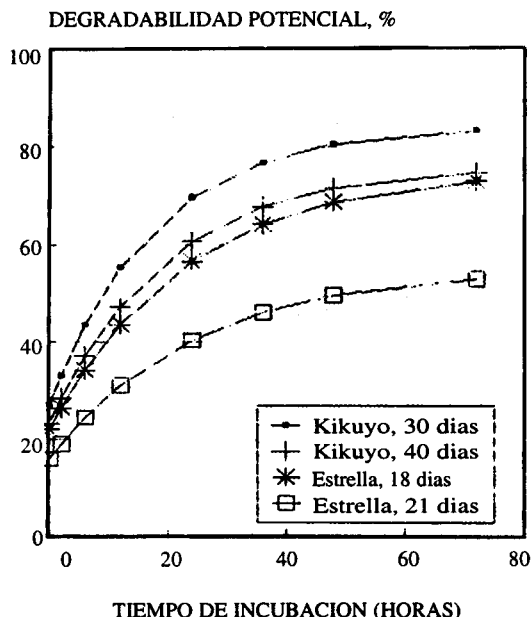


Fig. 4. Degradación potencial de los pastos Kikuyo y Estrella Africana de acuerdo a la edad de cosecha.

edad menor; todo eso indica que conforme el forraje es más maduro los componentes orgánicos de la MS disminuyen y con ello los 6 parámetros antes mencionados en especial la fracción degradable (Figura 4) (Owen y Kuhlman 1966), por la barrera física que interpone la lignina entre la hemicelulosa o pectina de la planta y las bacterias ruminales (Dehority et al. 1962).

La interacción pasto x edades tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.01$) para la fracción soluble, fracción degradable, degradabilidad efectiva 5 y 8%/h, lo que coincidió en parte con lo encontrado por Hoffman y colaboradores (1993), difiere de ellos el que no se observó un efecto significativo sobre la tasa de degradación y la degradabilidad potencial de la MS para esta interacción. Se observó una similitud en degradabilidad potencial (Figura 4) entre el Kikuyo a 40 días y el pasto Estrella Africana a 18 días, tendencia que se mantuvo en las variables fracción soluble (23.3-22), fracción degradable (53.1-53.5), tasa de degradación (5-4.3), degradabilidad potencial (76.4-

75.5), tiempo medio (14.2-15.7), degradabilidad efectiva 5%/h (49.8-47.3) y degradabilidad efectiva 8%/h (43.8-41.2) de la MS mientras que, entre la edad de 21 días del pasto Estrella Africana y la edad de 30 días del pasto Kikuyo se observó una clara superioridad del pasto Kikuyo de 70, 45.5, 69 y 72% para las variables fracción soluble, fracción degradable, degradabilidad efectiva 5%/h y degradabilidad efectiva 8%/h de la MS. Se observa en el Cuadro 2 que la degradabilidad efectiva es mayor en los pastos con menor edad que en aquellos con mayor edad; dicho comportamiento está asociado al hecho de que los forrajes de alta calidad son menos afectados por la velocidad o tasa del pasaje ruminal. Por otra parte, se observó que el pasto Kikuyo, al pasar de 30 a 40 días de intervalo de rotación, redujo un 10% las fracciones soluble y degradable; mientras que el Estrella Africana redujo en promedio 27% las mismas, en un incremento de apenas 3 días, al pasar de 18 a 21 días de intervalo de cosecha. Se podría entonces asumir que un mejor manejo del pasto Estrella Africana, y una intensificación de cosecha contribuirían a elevar el contenido de la fracción soluble y de la fracción degradable del forraje.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados, se concluye que el suministro de hasta 21 kg de CBM no causa un deterioro en la degradabilidad ruminal de los pastos Kikuyo y Estrella Africana. El pasto Estrella Africana en comparación con el Kikuyo, presenta una mayor fracción degradable y un menor tiempo medio con la adición de la CBM. La fracción degradable y la tasa de degradación es mayor con el nivel de 7 kg de CBM. El pasto Kikuyo presenta un mejor aprovechamiento ruminal que el Estrella Africana, donde existe un marcado efecto de la edad con el aprovechamiento ruminal lo que hace comparables el pasto Kikuyo y el Estrella Africana a 40 y 18 días de intervalo de pastoreo, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Supplement N°1. Commonwealth Agricultural Bureaux. 43 p.
- ANDRIGHETTO, I.; BAILONO, L.; COZZI, G.; TOLOSA, H.F. 1993. Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and italian ryegrass. J. Dairy Sci. 76:2624.
- ARCHIBALD, J.G. 1949. Nutrient composition of banana skins. J. Dairy Sci. 22 (10): 969-971.
- DEHORITY, R. A.; JOHNSON, R. R.; CONRAD, H. R. 1962. Digestibility of forage hemicellulose and pectins by rumen bacteria *in vitro* and the effect of lignification thereon. J. Dairy Sci. 508-512.
- GIGER, S.; SAUVANT, D.; NAJAR, T.; RIGAULT, M. 1991. Diet influence on biological degradation *in sacco* of cell wall by ruminants. Animal Feed Science and Technology 32:223-227.
- HOFFMAN, P. C.; SIEVERT, S. J.; SHAVER, R. D.; WELCH, D. A.; COMBS, D. K. 1993. *In situ* dry matter, protein, and fiber degradation of perennial forages. J. Dairy Sci. 76:2632.
- HOOVER, W. H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69:2755-2766.
- JANICKI, F. J.; STALLINGS, C. C. 1988. Degradation of crude protein in forages determined by *in vitro* and *in situ* procedures. J. Dairy Sci. 71:2440.
- MOULD, F. L.; ORSKOV, F. R. 1984. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis *in sacco*, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. Animal Feed Science and Technology 10 (1): 14.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth Revised Edition. 157 p.
- NIELSON, C.; COOK, R. 1979. Banana meal as concentrate for lactating cows. J. Dairy Sci. 62 (8): 1329-1334.
- NOCEK, J. E.; GRANT, A. L. 1987. Characterization of *in situ* nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination on hay crop forages preserved at different dry matter percentages. J. Animal Sci. 64:552.
- NOCEK, J. E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. J. Dairy Sci. 71:2051-2069.
- NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. J. Dairy Sci. 71:2070-2107.
- ORSKOV, E. R. 1984. Evaluation of residues and agroindustrial by-products using the nylon bag method. Rowett Research Institute, Bucksburn AB2 95B. Aberdeen, Scotland. FAO-IICA. 133 0.
- ORSKOV, E. R. 1991. Manipulation of fibre digestion in the rumen. Proceedings of Nutrition Society 50: 187-196.
- OWEN, F. G.; KUHLMAN, J. W. 1966. Effect of maturity on digestibility of forage sorghum silages. J. Dairy Sci. 50 (4): 527-530.
- STALLINGS, C. C.; ACOSTA, Y. M.; POLAN, C. E. 1991. Predicting diet protein degradability from individual ingredient estimations in diets containing barley silages. J. Dairy Sci. 74:3486.
- VAN SOEST, P. J.; RYMPH, M. B. 1992. Carbohydrate and protein fraction in dairy feeds. Cornell University Presented at the California Nutrition Conference. May 14, 1992.
- VARGA, G. A.; HOOVER, W. H. 1983. Rate and extent of neutral detergent fiber degradation in feedstuffs *in situ*. J. Dairy Sci. 66:2109.
- WILLIAMS, P. E.V; FALLON, R. J; INNES, G. M; GARTHWAITE, P. 1987. Effects on food intake, rumen development and live weight of calves of replacing barley with sugar beet-citrus pulp in a starter diet. Animal Production 44:65-73.