

SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO CONCENTRADO, CON MORERA FRESCA (*Morus alba*), EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS¹

Carlos Boschini²

RESUMEN

Sustitución de alimento concentrado, con morera fresca (*Morus alba*), en la dieta de vacas lecheras. Se experimentaron cuatro dietas balanceadas con sustitución de alimento concentrado por la inclusión de 0, 20, 40 y 60% de materia seca de hojas de morera de 84 días. El consumo de materia seca total fue de 3,12 a 3,24% con relación al peso vivo. No se apreciaron diferencias importantes ($P \geq 0,05$) en el consumo total de MS entre vacas dentro de un mismo tratamiento. En la dieta sin morera (0%), el forraje constituyó el 42% y en la dieta con 60% de morera constituyó el 86% de la materia seca. El consumo de morera fue cercano a 2% en la dieta con 60%. La tasa de sustitución fue de 677 g/animal/día de materia seca de concentrado por cada kilogramo de materia seca de morera agregada a la dieta, más la sustitución de 323 g/animal/día del sorgo negro forrajero y de la soja en mezcla para los dietas que contienen esta última. El reemplazo de proteína fue de 576 g/animal/día del concentrado y 424 g/animal/día del sorgo negro forrajero y soja por cada kilogramo de proteína cruda de morera adicionada. Cada megacaloría de energía digestible de morera agregada a la dieta sustituyó 0,675 mcal/animal/día de energía del concentrado y 0,325 mcal/animal/día de la mezcla sorgo negro forrajero y soja. Se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en el peso vivo de las vacas y en la producción de leche diaria entre los diferentes niveles de adición de morera; sin embargo no se determinaron diferencias de importancia ($P > 0,05$) entre el peso inicial y final de los animales y las variaciones de producción de leche diaria fueron de pequeña magnitud dentro de dietas.

ABSTRACT

Substitution of concentrate feed with fresh mulberry (*Morus alba*), in the diet of dairy cattle. This experiment compared four balanced diets in which different percentages of 84-day-old fresh mulberry dry matter (0%, 20%, 40% and 60%) substituted its equivalent of dry matter in the concentrate. The total intake of dry matter varied between 3.12% and 3.24% in relation to live body weight (BW). No significant differences were observed ($P \geq 0.05$) in the total consumption of dry matter among cows with the same trial. In the ration without mulberry (0%), forage made up 42% of the total dry matter intake and in the 60% mulberry ration, 86%. The intake of mulberry was close to 2%/BW in the 60% ration. The substitution ratio was 677 g/animal/day of concentrated dry matter per kg of mulberry dry matter added to the diet, in addition to the substitution of 323 g/animal/day of black sorghum and soybean mix. The protein replaced was 576 g/animal/day of concentrate and 424 g/animal/day of black sorghum and soybean mix per each kg of mulberry crude protein. Each megacalorie of digestible energy of mulberry added to the diet, substituted 0.675 mcal/animal/day of energy in the concentrate feed and 0.325 mcal/animal/day of the black sorghum and soybean mix. Significant differences ($P < 0.05$) appeared among the four different levels of added mulberry in relation to the live body weight of the cattle and in their daily milk production. Within the same diet there were no differences ($P > 0.05$) between the initial and final body weight of the animals and the variations in daily milk production were small.



INTRODUCCIÓN

Las plantas leñosas con gran potencial para la producción de forraje, han constituido una semilla de cam-

bio en la visión de los sistemas de producción pecuaria. Son organismos mucho más eficientes que las gramíneas en captar energía lumínica y producir biomasa; actúan sobre el subsuelo en la recuperación de agua y

¹ Recibido para publicación el 23 de abril del 2003. Inscrito en la Vicerrectoría de Investigación, Proyecto No. 737-99-271.

² Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica.

nutrientes, gracias a la profundidad radicular; evitan la compactación del suelo y ayudan a mantener las propiedades físicas y químicas sin desestabilizar a los micro y macro organismos que descomponen la materia orgánica, transformándola en elementos disponibles para la nutrición de las plantas. Entre los materiales prometedores se encuentra la morera con gran adaptabilidad a las condiciones tropicales y de fácil integración como cultivo a los sistemas de producción pecuaria; además ofrece elementos de seguridad y sostenibilidad en el orden alimentario y ambiental (Benavides 1991, 1994).

La morera contiene concentraciones de proteína cruda entre 15 y 28% en la materia seca, 15% de fibra cruda, de 33 a 46% de fibra neutro detergente, 28 a 35% de fibra ácido detergente, 5-8% de lignina, 2,42-4,71% de calcio, 0,23 a 0,97% de fósforo (Singh y Makkar 2002). Se reporta que el contenido total de taninos y fenoles es muy bajo (1,8% como equivalente de ácido tánico). El alto contenido de calcio podría ser recomendado (McDowell 1997) para rumiantes altamente productores durante los estados iniciales de lactancia. La alta relación Ca:P en las hojas de morera podría ocasionar algunos problemas de infertilidad, por lo que se recomienda usar solamente como parte de la dieta total. Los experimentos con ovejas muestran que las hojas son altamente palatables y en bovinos presenta una degradación potencial de 65 a 93% en sus hojas, con tasas de degradación ruminal de 6,5 a 11%/h (Jayal y Kehar 1962, Boschini 2001, Devarajan 1999). Los forrajes tropicales como estrella africana y kikuyo a los 30 días de rebrote alcanzan únicamente tasas de degradación en el orden de 3,3 a 4,2 y 5 a 5,3 %/h, respectivamente (Dormond *et al.* 1998). Los valores bromatológicos muestran que este material forrajero es un prometedor sustituto de los alimentos concentrados comúnmente empleados en la alimentación del ganado lechero. En forma de harina, es un concentrado proteico alto en fibra y rico en energía.

En otras especies rumiantes, particularmente en cabras lecheras se ha empleado con gran éxito, encontrándose rendimientos de producción de leche de 2,3 kg/animal/día con una dieta 2/3 partes de King Grass (*Pennisetum purpureum*) y 1/3 parte de morera (Estrada 1995). Con vacas lecheras en pastoreo, Oviedo (1995) encontró rendimientos de producción de leche de 12,3 kg/animal/día con 65% de morera fresca en la dieta.

La respuesta de las vacas lecheras, a los niveles crecientes de morera en la dieta no ha sido estudiada de manera sistemática, por lo que cualquier relación de sustitución de la materia seca del concentrado con materia seca de morera requiere experimentación bajo diferentes estados productivos de los animales y condiciones de manejo. El presente trabajo se llevó a cabo

para conocer el efecto de la sustitución de alimento concentrado por morera, sobre el consumo de materia seca, proteína cruda, energía digestible y la respectiva respuesta productiva de vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental "Alfredo Volio Mata", situada en el Cantón de la Unión, Provincia de Cartago. Se encuentra a una altitud de 1.450 msnm, con una temperatura media de 19 °C y una precipitación de 2.050 mm promedio por año. Se seleccionaron 16 vacas Jersey de primero y segundo parto en producción, con un mínimo de 120 y un máximo de 160 días de lactancia. Los animales se distribuyeron en cuatro grupos. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, asignando a cada animal en forma aleatoria (Steel y Torrie 1980). Los tratamientos consistieron en cuatro dietas balanceadas (NRC 1989), empleando cuatro materias primas: hojas de morera fresca, planta entera de sorgo negro forrajero, mezcla de alimento concentrado comercial y torta de soja, cuya composición química se presenta en el Cuadro 1. Las dietas experimentales fueron calculadas con base en la sustitución de alimento concentrado por la inclusión de 0, 20, 40 y 60% de materia seca de morera. En el Cuadro 2 se observan las proporciones de materia seca de morera y concentrado que se usaron en cada tratamiento. La inclusión de soja se efectuó en aquellas dietas cuya demanda de energía y proteína era necesaria en el balance de los requerimientos totales.

Se empleó una plantación de morera con cuatro años de establecida. Se dividió en ocho parcelas, cada una fue uniformada en forma escalonada con una

Cuadro 1. Composición química de los alimentos usados en las dietas. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

Materias primas	MS %	PC %	DIVMS ¹ %	ED ² Mcal/kg
Morera	26,4	16,45	70,75	3,12
Sorgo negro	24,2	8,45	42,86	1,89
Concentrado	86,5	14,01	70,30	3,10
Soja	86,2	41,90	85,72	3,78

¹ DIVMS : digestibilidad *in vitro* de la materia seca, %.

² ED = DIVMS * 4.409/100, mcals/kg de MS.

MS = materia seca, PC = proteína cruda, ED = energía digestible estimada.

Cuadro 2. Proporción de morera y de concentrado en cada tratamiento, en base seca. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

Tratamientos %	Morera %	Concentrado %	Sorgo negro ¹ y Soja ²
60 % morera	60	14	26
40 % morera	40	28	32
20 % morera	20	42	38
0 % morera	0	56	44

¹ y ² mezcla para complementar el balance mínimo de proteína cruda y energía digestible requerida.

semana de intervalo entre una y otra parcela. No se aplicó ninguna fertilización química ni orgánica. El follaje fue cosechado cuando los rebrotes alcanzaron $84 \pm 3-4$ días (día centrado de la semana) de crecimiento. Las hojas de morera fueron separadas de los tallos en forma manual y ofrecidas en fresco a los animales en la proporción correspondiente a cada tratamiento.

Un cultivo de sorgo negro forrajero, con un año de establecido, se dividió en ocho parcelas, uniformada cada una con un intervalo de una semana. Se le aplicó una fertilización nitrogenada con 60 kg/ha de nitrógeno en forma de nitrato de amonio a los 45 días de rebrote. El forraje fue cosechado a los $84 \pm 3-4$ días (día centrado de la semana) de crecimiento.

Los animales fueron estabulados y ubicados en cepos con comederos individuales y bebederos automáticos para consumo de agua *ad libitum*. Durante la primera semana tuvieron un periodo de introducción al consumo de morera y tres semanas siguientes de adaptación a las dietas experimentales. Posteriormente, se inició el periodo experimental durante cuatro semanas. Los alimentos fueron suministrados dos veces al día con un intervalo de 10 horas, de la siguiente manera: la morera se ofreció de primero, pesando el 50% de la cantidad correspondiente a la dieta experimental en cada turno, y cuando los animales habían consumido el 70% del volumen, se suministraron los alimentos concentrados. Una vez consumidos todos los alimentos anteriores, se ofreció el forraje de sorgo negro forrajero, picado a 12,5 cm. Antes del siguiente turno de alimentación, se recolectaron los rechazos del sorgo negro forrajero a cada animal. Los suministros de morera se corrigieron cada dos días, con base en los valores de materia seca determinados en las muestras del día tras anterior. Tanto la morera como el sorgo negro forrajero ofrecidos, fueron muestreados cada dos días. El rechazo de sorgo negro forrajero fue muestreado individualmente para cada animal en cada turno de alimentación.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio, secadas a 60 °C durante 48 horas, hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente se molieron y se procedió a determinar el contenido de materia seca, la proteína cruda (AOAC 1980) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Tilley y Terry 1963). La energía digestible fue estimada (DIVMS*4.409/100). La producción de leche fue medida diariamente, en dos ordeños mecánicos. Las vacas fueron pesadas al inicio y al final del periodo experimental, durante tres días consecutivos.

Los consumos de materia seca, proteína cruda y energía digestible determinados y medidas de producción y peso vivo de los animales, se analizaron con el PROC ANOVA del paquete estadístico SAS (1985). Las fuentes de variación que resultaron estadísticamente importantes, se sometieron a la prueba de Duncan para establecer diferencias entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hojas de morera usadas en este experimento tuvieron menos contenido de proteína cruda que lo reportado por Benavides, Lachaux, Fuentes (1994) y Boschini *et al.* (1999) en investigaciones quienes informaron valores superiores a 20%. Para obtener un nivel de proteína cruda similar al de los concentrados comerciales para vacas lecheras, la morera fue cosechada a 84 días de rebrote y no se aplicó ninguna fertilización nitrogenada. La edad de rebrote también influyó sobre la digestibilidad *in vitro* y el contenido de energía digestible. Los valores resultaron similares a los del alimento concentrado empleado en la sustitución y muy superiores a los contenidos de proteína cruda y energía digestible del sorgo negro forrajero empleado en todas las dietas experimentales.

El consumo de materia seca, proteína cruda y energía digestible se presenta en el Cuadro 3. El consumo de materia seca total fue alto para el tipo de animal, peso vivo y nivel de producción en todos los tratamientos o dietas experimentales, observándose una diferencia ($P < 0,05$) en la dieta con 40% de morera, alrededor de 0,6 kg/animal/día de MS con las restantes dietas. No se apreciaron diferencias importantes ($P > 0,05$) en el consumo total de MS entre vacas dentro de un mismo tratamiento. En el Cuadro 4 se muestra la composición relativa de los materiales forrajeros y alimentos concentrados de cada una de las dietas experimentales. Se observa que en la dieta sin morera (0%), el forraje constituyó el 42% y en la dieta con 60% de morera el forraje constituyó el 86% de la materia seca, pasando la proporción de concentrado de 58% a 14% respectivamente. El consumo de materia seca relativo al peso vivo

Cuadro 3. Consumo de materia seca, proteína cruda y energía digestible en cada tratamiento. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

Item	Tratamientos	Morera	Sorgo	Concentrado	Soja	Total
Consumo por animal						
Consumo de MS, kg/día						
	60% morera	6,93	2,90 a	1,56	0,00	11,38 b
	40% morera	4,62	2,88 a	3,12	0,00	10,62 a
	20% morera	2,31	4,01 b	4,68	0,24	11,29 b
	0 % morera	0,00	4,90 c	6,25	0,48	11,65 b
Consumo de PC, g/día						
	60% morera	1.140	245 a	219	0	1.604 b
	40% morera	760	243 a	437	0	1.440 a
	20% morera	380	339 b	656	101	1.475 a
	0 % morera	0	414 c	876	201	1.491 a
Consumo de ED, mcal/día						
	60% morera	21,6	5,5 a	4,8	0,0	31,9 c
	40% morera	14,4	5,4 a	9,7	0,0	29,5 a
	20% morera	7,2	7,6 b	14,5	0,9	30,2 b
	0 % morera	0,0	9,3 c	19,4	1,8	30,5 b
Consumo relativo al peso vivo						
Consumo de MS, %/PV						
	60% morera	1,96	0,82	0,44	0,00	3,22
	40% morera	1,36	0,85	0,92	0,00	3,12
	20% morera	0,66	1,15	1,34	0,07	3,24
	0 % morera	0,00	1,34	1,71	0,13	3,18
Consumo de PC, g/100 kg PV						
	60% morera	322,94	69,42	61,91	0,00	454,28
	40% morera	223,53	71,58	128,56	0,00	423,67
	20% morera	109,19	97,37	188,41	28,90	423,87
	0 % morera	0,00	113,13	239,24	54,95	407,32
Consumo de ED, mcal/100 kg PV						
	60% morera	6,13	1,55	1,37	0,00	9,05
	40% morera	4,24	1,60	2,84	0,00	8,69
	20% morera	2,07	2,18	4,17	0,26	8,68
	0 % morera	0,00	2,53	5,29	0,50	8,32

PV peso vivo de los animales, kg.
a,b,c muestra las diferencias $P < 0,05$ entre tratamientos.

Cuadro 4. Concentración de proteína cruda y energía digestible, peso de los animales y producción de leche en cada tratamiento. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

Tratamientos	Consumo					Relación Forraje: Conc	Leche (kg/día)	Peso (kg)
	MS (%)	PC (%)	DIVMS ¹ (%)	ED ² (mcal/kg)	ED/PC (mcal/kg)			
60 % morera	34,10	14,21	63,66	2,81	19,75	86,4:13,6	11,35 b	353 c
40 % morera	43,46	13,64	63,07	2,78	20,38	70,6:29,4	11,65 b	340 a
20 % morera	51,69	12,82	60,67	2,68	20,87	56,0:44,0	12,78 c	348 b
0 % morera	60,14	12,57	59,28	2,61	20,80	42,1:57,9	10,84 a	366 d

¹ DIVMS : digestibilidad *in vitro* de la materia seca, %.

² ED = DIVMS * 4,409/100, mcals/kg de MS.

a,b,c muestra las diferencias $P < 0,05$ entre tratamientos.

estuvo en el orden de 3,12 a 3,34% en todas las dietas; se observó con base en morera, cercano a 2% en la dieta con 60% de morera y en forma opuesta, un consumo de alimento concentrado y soja de 2% en la dieta con 0% de morera. Cada unidad porcentual de materia seca de morera agregada a la dieta, incrementó el consumo de materia seca en 115,5 g/animal/día y disminuyó 78,15 g/animal/día de materia seca del concentrado (Figura 1), más 37,35 gr/animal/día de materia seca de materia seca de sorgo negro forrajero en las dietas de 40 y 60% de morera y en mezcla con soja en las dietas con 0 y 20% de morera. La tasa de sustitución estimada entre ambos coeficientes de regresión fue de 677 g/animal/día de materia seca de concentrado por cada kilogramo de materia seca de morera agregada a la dieta, además de la sustitución de 323 g/animal/día de materia seca del sorgo negro forrajero y de la soja en mezcla para los dietas que contienen esta última.

El consumo de proteína cruda fue similar en las dietas con 0, 20 y 40% de morera, diferenciándose ($P < 0,05$) en más de 100 g/animal/día en la dieta con 60% de morera. En el Cuadro 3 se aprecia el incremento de proteína cruda aportada por la morera y el decremento de la proteína aportada por los alimentos concentrados, siendo técnicamente sustituida toda la proteína aportada por el alimento concentrado con una dieta de 60% de morera. El consumo de proteína cruda relativo al peso vivo fue de 407 g diarios/100 kg de peso vivo en la dieta de 0% de morera y de 454 g diarios. Cada uno por ciento de materia seca de morera agregada a la die-

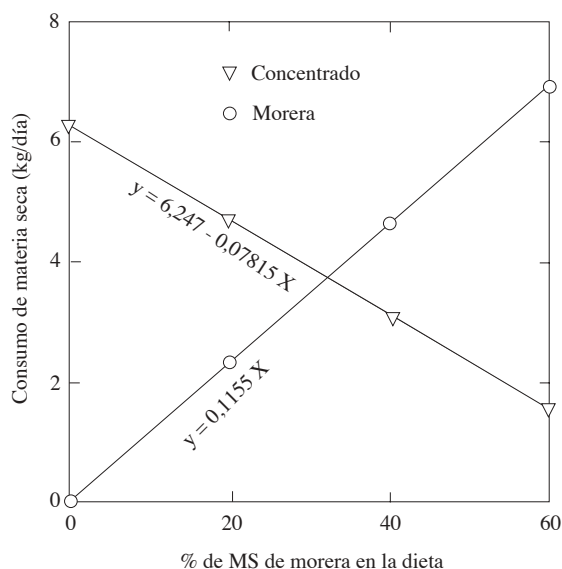


Figura 1. Consumo de materia seca de concentrado y de morera con respecto al porcentaje de morera en las dietas. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

ta, incrementó el consumo de proteína cruda en 19 g/animal/día y disminuyó 10,95 g/animal/día de proteína cruda proveniente del concentrado (Figura 2), más 8,05 g/animal/día de proteína cruda de sorgo negro forrajero en las dietas con 40 y 60% de morera y en mezcla con soja en las dietas de 0 y 20% de morera. La relación entre ambas pendientes de regresión estiman una tasa de sustitución neta de 576 g/animal/día de proteína cruda del concentrado y 424 g/animal/día de proteína cruda del sorgo negro forrajero y de la soja, en aquellas mezclas en que estuvo presente, por cada kilogramo de proteína cruda de morera adicionada a la dieta.

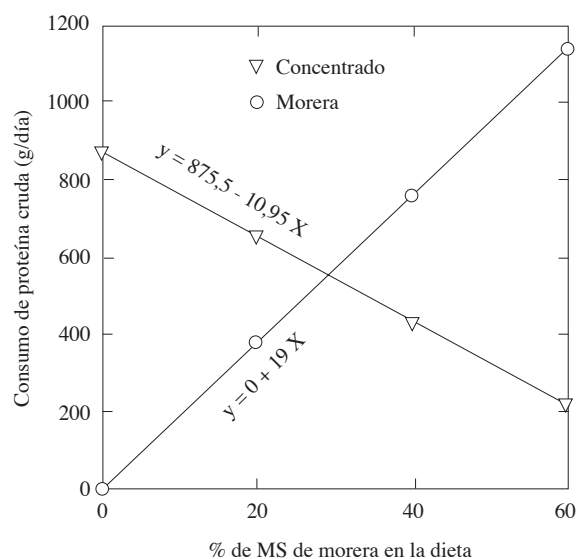


Figura 2. Consumo de proteína cruda de concentrado y de morera con respecto al porcentaje de morera en las dietas. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

El consumo total de energía digestible fue similar en las dietas con 0% y 20% de morera y estadísticamente ($P < 0,05$) diferentes con las dietas de 40% y 60% de morera, menos 0,7-1 mcal diarias/animal en la primera y más 1,4-1,7 mcal diarias/animal en la segunda. En el Cuadro 3 se observa que el consumo relativo de energía se incrementó de 8,32 a 9,05 mcal diarias/100 kg de peso vivo al aumentar la participación de la morera en las dietas experimentales. Esta misma tendencia se observa en el Cuadro 4 al aumentar la concentración de energía en cada unidad de materia seca consumida, pasando de 2,61 a 2,81 mcal/kg en la dieta con 0% y 60% de morera, respectivamente. Al analizar la relación entre el porcentaje de materia seca de morera en la dieta y el consumo de energía digestible, cada unidad porcentual de materia seca de morera agregada a la dieta, incrementó

el consumo de energía en 0,36 mcal/animal/día y disminuyó en 0,243 mcal/animal/día la energía digestible proveniente del concentrado (Figura 3), más la sustitución de 0,117 mcal/animal/día de sorgo negro forrajero o mezcla con soja en las dietas experimentales. La tasa entre ambas pendientes de regresión, dan una sustitución neta de 0,675 mcal/animal/día de energía digestible del concentrado y 0,325 mcal/animal/día de energía digestible del sorgo negro forrajero y de la soja, en aquellas mezclas en que estuvo presente, por cada megacaloría de energía digestible de morera agregada a la dieta.

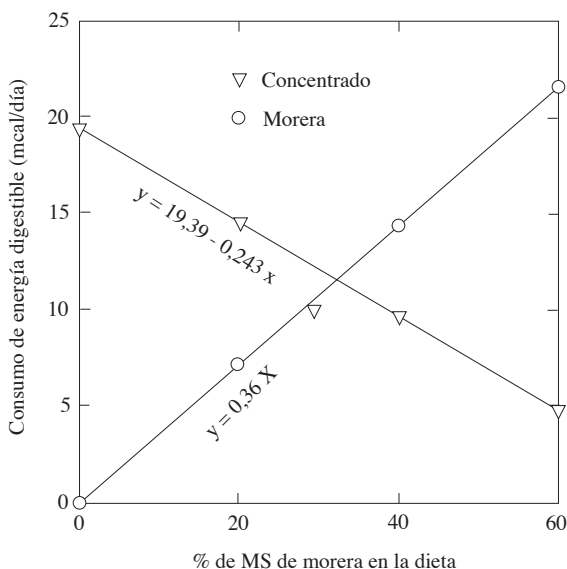


Figura 3. Consumo de energía digestible de concentrado y de morera con respecto al porcentaje de morera en las dietas. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

En la Figura 4 se observan el descenso en los consumos de materia seca, proteína cruda y energía digestible proveniente del concentrado al incrementar el consumo de materia seca de morera en las diferentes dietas experimentales. Ya se estableció previamente que el consumo de materia seca de concentrado disminuyó a razón de 0,677 kg/kg de materia seca de morera consumida (más 1-0,677=0,323 kg de forraje de sorgo y soja en mezcla), lo que implica que la proporción de materia seca de concentrado sustituida fue de 67,7% y de 32,3% de la mezcla sorgo - soja al aumentar cada kilo de morera en la dieta experimental. Contando que la morera aporta 164,5 g de proteína cruda en cada kg de materia seca agregada, la Figura 4 muestra una disminución de 94,8 g de proteína en el concentrado (0,677 * 140,1) y 69,7 g de la mezcla sorgo-soja. Cada kg de materia seca de morera contiene 3,12 mcal de energía digestible; similar sustitución ocurre a razón de 2,10 mcal conteni-

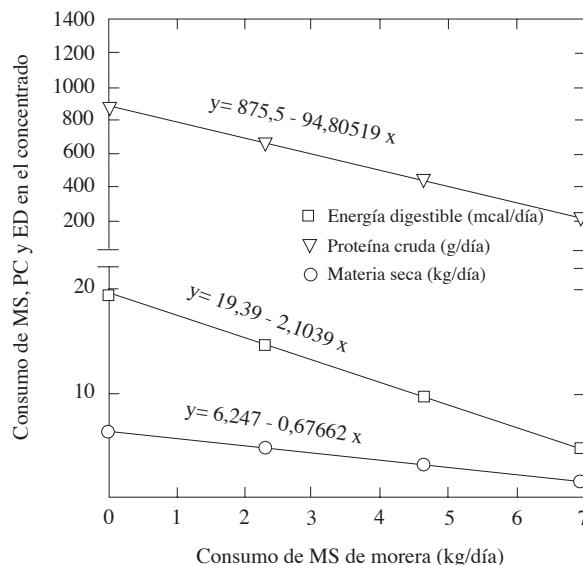


Figura 4. Sustitución del consumo de materia seca, proteína cruda y energía digestible del concentrado al aumentar el consumo de morera en las dietas. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Cartago, Costa Rica. 2001-2002.

das en 0,677 kg de materia seca del concentrado y 1,02 mcal contenidas en 0,323 kg de la mezcla sorgo-soja. Estos resultados muestran que la sustitución de alimento concentrado por morera en dietas balanceadas hacen variar las proporciones de los otros alimentos que conforman la dieta en manera relativa a la contribución de nutrientes en la dieta. Si la sustitución de concentrado por morera fuera kilo por kilo de materia seca, la dieta se enriquecería con 24,4 g de proteína cruda y 0,02 mcal de energía digestible. Si la sustitución fuera de gramo por gramo de proteína y mcal por mcal de energía digestible, se requeriría sustraer 1,17 kg de materia seca de concentrado por cada 1 kg de materia seca de morera, con base en la composición de alimentos usados en este experimento (Cuadro 1).

Se encontraron diferencias (P<0,05) en el peso vivo de las vacas y en la producción de leche diaria (Cuadro 4) entre los diferentes niveles de adición de morera a la dieta. No se determinaron diferencias de importancia (P>0,05) entre el peso inicial y final de los animales y las variaciones de producción de leche diaria fueron de pequeña magnitud (P>0,05) dentro de tratamientos. Las diferencias de peso y producción muestran el grado de homogeneidad o heterogeneidad de los animales seleccionados al inicio del experimento y no debido al efecto o impacto de las dietas experimentales sobre la condición corporal o la respuesta en la producción de leche. Por el contrario, los valores de peso y producción de leche no marcan ninguna tendencia por efecto de la sustitución de alimento concentrado por morera, por las

concentraciones crecientes de proteína cruda y energía digestible al aumentar la proporción de morera en las dietas experimentales o por el mejoramiento de proporción de forraje en las dietas totales de cada tratamiento. Al analizar el consumo de energía por cada kilo de proteína, se observa que al aumentar la participación de morera en la dieta, esa relación disminuye de 20,87 a 19,75 mcal/kg de proteína y en forma proporcional disminuye la producción de leche de 12,78 a 11,35 kg diarios. No se encontró ninguna relación entre la proporción de morera en la dieta y el peso vivo de los animales.

El valor nutritivo de la morera como forraje para rumiantes ha sido documentado en la India por Singh (2002), Japón por Kitahara *et al.* (2002), Tanzania por Shayo (2002), Italia por Cereti *et al.* (2002), Brasil por Almeida (2002) y en Costa Rica (Benavides 2002, Boschini *et al.* 1999). Datta *et al.* (2002) en la India empleando vacas híbridas local x Jersey, reportó un incremento en la producción de leche de 15,1 a 20,2 litros diarios por animal al sustituir 15 kg paja de arroz por igual cantidad de hojas de morera con 20-23% de proteína cruda y obtuvo una reducción en el periodo entre parto y concepción de 100 a 77 días. Uribe (2002) en Colombia trabajando con terneras de cuatro meses de edad reportó ganancias de peso diarias de 406, 437 y 406 gramos diarios al sustituir el 100, 75 y 50% del concentrado comercial (16% de proteína cruda) suministrado por hojas de morera que contenían 15,8 % de proteína cruda. La respuesta en consumo y el potencial de sustituir niveles crecientes de concentrado en las etapas de crecimiento y producción de leche ha venido reportándose, pero la información existente es aún insuficiente para establecer niveles máximos de suministro y consumo. Los resultados de este experimento indican, sin riesgos observables, que una sustitución de 2/3 partes (66%) de la materia seca total del alimento concentrado pueden sustituirse con un 60% de materia seca de hojas de morera, sin un cambio en el peso vivo de las vacas o en los niveles de producción de leche. Este potencial fue señalado anteriormente por Benavides *et al.* (2002) trabajando con vacas Holstein de 485 kg de peso vivo y 18 kg de leche diarios/animal, sustituyendo el 40 y 75% del concentrado, representado por un consumo de 0,5 y 1,1% de materia seca con respecto del peso vivo. Estos valores fueron similares a los reportados por Oviedo (1995) y en ambos casos inferiores a los hallados en el presente trabajo. En forma consistente con los reportes de los autores, mencionados previamente, se coincide en la capacidad de sustitución del alimento concentrado con forraje de morera, manteniendo respuestas similares en la producción láctea. Con base en los requerimientos para lactación (NRC 1989), cada kilo de morera en forma de harina (Cuadro 1) contiene la energía y las proteínas necesarias para producir 2 kg de leche.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sustitución de alimento concentrado con hojas de morera mostró una relación directa sobre el consumo de materia seca, proteína cruda y energía digestible, y mantuvo la condición corporal y la producción de leche en forma similar. Los resultados indican que el consumo de materia seca de morera alcanzó niveles de hasta el 2% del peso vivo, sustituyendo hasta un 60% el consumo de materia seca total y el 80% del alimento concentrado con contenidos energéticos y proteicos similares. La morera aportó hasta el 71% de la proteína cruda y el 67% de la energía digestible de la dieta total.

Se recomienda la adición de hojas de morera fresca hasta un nivel de 60% de la materia seca total, balanceando en forma apropiada la cantidad de proteína requerida. Se debe tomar en cuenta que en este experimento se usó morera con 16,45% de proteína cruda, relativamente bajo. Con contenidos de 20-24% de proteína cruda, conviene usar cantidades menores al 50% de la materia seca consumida. En condiciones normales la relación energía digestible/proteína cruda en la morera es de 13 a 15 mcal/kg de proteína (~ 6,5 a 7,5 mcal de EN/kg de proteína cruda), mientras que los requerimientos de las vacas en condiciones tropicales demandan una relación cercana a 20 mcal de ED/kg de proteína cruda (~ 10 mcal de EN/kg de PC). El exceso de proteína podría ser empleado para complementar el déficit energético de los forrajes tropicales dentro de un balance de ración total para vacas lecheras.

Se hace necesario iniciar estudios de secado de las hojas de morera y su empleo como materia prima, alta en proteína y fibra, en la elaboración de alimentos concentrados.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, J.E.; FONSECA, T.C. 2002. Mulberry germoplasm and cultivation in Brazil. Mulberry for animal production, FAO Animal Production and Health Paper 147: 73, 92.
- A.O.A.C. 1980. Methods of analysis. Ed. 13. Washington D.C. EUA. Association of official analysis chemistry. Chapter 4: 1-56.
- BENAVIDES, J. E. 1991. Integración de árboles y arbustos en sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui* (C.R), No. 25:6-36.
- BENAVIDES, J., LACHAUX, M. Y FUENTES, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el

- suelo sobre la calidad y producción de biomasa de morera (*Morus sp.*). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Serie Técnica. CATIE. Informe Técnico No 236. Volumen II. p. 495-514.
- BENAVIDES, J.E.; HERNÁNDEZ, I.; ESQUIVEL, J.; VASCONCELOS, J.; GONZÁLEZ, J.; ESPINOZA, E. 2002. Supplementation of grazing dairy cattle with mulberry in Costa Rica. Mulberry for animal production, FAO Animal production and health paper 147: 165-170.
- BENAVIDES, J.E. 2002. Utilization of mulberry in animal production systems. Mulberry for animal production, FAO Animal production and health paper 147: 292-327.
- BOSCHINI, C.; DORMOND, H.; CASTRO, A. 1999. Composición química de la morera (*Morus alba*), para uso en la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda. Agronomía Mesoamericana 11:41-49.
- BOSCHINI, C. 2001. Degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda y fibra neutro detergente del forraje de morera (*Morus alba*). Agronomía Mesoamericana 12:79-87.
- CERETI, C.F.; ROSSINI, F.; FRANZIA, U. 2002. Measurement of mulberry shrubs grazed by cattle. Mulberry for animal production, FAO Animal production and health Paper 147: 231-234.
- DATTA, R.K.; SARKAR, A.; RAMA MOHAN RAO, P.; SINGHVI, N.R. 2002. Utilization of mulberry as animal fodder in India. Mulberry for animal production, FAO Animal production and health paper 147: 183-188.
- DEVARAJAN, S. 1999. Effect of tannins on the ruminal degradation kinetics of locally available tree foragers. Izatnagar, India I. RI Deemed University. 268 p.
- DORMOND, H.; BOSCHINI, C.; ROJAS, A.; ZÚÑIGA, A.M. 1998. Efecto 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 nlenfluensis*) en vacas Jersey. Agronomía Costarricense 22:163-172.
- ESTRADA, A. 1995. Efecto de la sustitución del King Grass por morera sobre los parámetros de degradación y fermentación ruminal de cuatro forrajes de calidad constante. Tesis de Magister Scientiae. Centro Agronómico Topical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 60 p.
- JAYAL, M.M.; KEHAR, N.D. 1962. A study on the nutritive value of mulberry (*Morus alba*) tree leaves. Indian Journal of dairy Science, 15:21-27.
- KITAHARA, N.; SHIBATA, S.; NISHIDA, T. 2002. Management and utilization of mulberry forage in Japan. 1. Productivity of the mulberry-pasture association system and nutritive value of mulberry. Mulberry for Animal Production, FAO Animal production and health paper 147: 235-240.
- McDOWELL, L.R. 1997. Mineral for grazing ruminants in tropical regions. University of Florida, Institute for Food and Agricultural Science, USA.
- N.R.C. 1989. National research council. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition. 157 pp.
- OVIEDO, F.J. 1995. Morera (*Morus alba*) en asocio con poró (*Erihina poeppigiana*) como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Tesis de Magister Scientiae. Centro Agronómico Topical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 92 p.
- RAO, S.B.N., NAWAB, S., OGRA, J.L., SINGH, N. 1996. Tree leaves based pelleted feeds and their utilization in goats. Indian Journal of Animal Nutrition 13(3): 174-177.
- SAS. 1985. Statistical Analysis System. SAS user's guide: Statistics (Version 5 Ed.) SAS Institute Inc. Cary, NC. 373 p.
- SHAYO, C.M. 2002. The potential of mulberry as feed for ruminants in central Tanzania. Mulberry for animal production, FAO Animal production and health paper 147: 131-138.
- SINGH, B.; Makkar, H.P.S. 2002. The potential of mulberry foliage as a feed supplement in India. Mulberry for animal production, FAO Animal production and health paper 147: 139-155.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd. McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y. 633 p.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18:104-109.
- URIBE, F. 2002. Mulberry for rearing dairy heifers. Mulberry for Animal Production, FAO Animal production and health paper 147: 203-206.