

## EFFECTO DE DOS NIVELES DE CASCARA DE BANANO MADURO SOBRE LA PRODUCCION LACTEA EN GANADO LECHERO/1\*

*Herbert Dormond<sup>2/\*\*</sup>, Carlos Boschini<sup>\*\*</sup>, Augusto Rojas-Bourrillón<sup>\*\*\*</sup>*

### RESUMEN

Se analizó la composición química de la cáscara de banano maduro (CBM) y se estudió, en 2 experimentos, el efecto de ésta sobre la producción de leche y los constituyentes lácteos. El primer experimento se efectuó durante la lactancia temprana, seleccionándose 8 vacas Jersey con un promedio de 34 días lactados, divididas en 2 grupos balanceados por número de parto y producción láctea, para aplicarles como tratamientos 14 ó 21 kg de CBM fresca, durante 4 períodos experimentales de 7 días. El segundo ensayo se efectuó durante la lactancia intermedia con 10 vacas Jersey con un promedio de 94 días postparto y repartidas en 2 grupos igualmente balanceados para evaluar, durante 3 períodos experimentales de 7 días, los mismos niveles de 14 y 21 kg de CBM. La CBM es un subproducto agroindustrial con un alto contenido de Fe (134 mg/kg), K (9%), energía bruta (5106 kcal/kg materia seca), extracto etéreo (8.5%) y carbohidratos no estructurales (18.5%). En las dietas ofrecidas hubo un incremento en el consumo de materia seca, proteína cruda y carbohidratos no estructurales en el nivel de 21 kg de CBM ( $P \leq 0.01$ ), con respecto al nivel de 14 kg en ambos experimentos. La inclusión de CBM aumentó el extracto etéreo de 2 a 3.2 y 3.6% en los niveles de 14 y 21 kg de CBM en ambos experimentos. No hubo efecto significativo de los niveles de CBM sobre la producción de leche, ni en sus componentes lácteos. Sin embargo, independientemente del nivel de cáscara, la producción se aumentó en 14%, en el primer experimento y 18% en el segundo, respecto a la producción inicial.

### ABSTRACT

**Effect of two levels of ripe banana peel on milk production by dairy cattle.** Two feeding trials were carried out to evaluate the nutritional value of ripe banana peel (RBP). In the first, 8 early lactation Jersey cows, in two groups balanced according to lactation number and production level, were assigned to two levels of fresh RBP (14 and 21 kg/day as fed), and evaluated during 4 experimental periods of 7 days each. In the second trial, 10 midlactation Jersey cows, in two groups equally balanced, were assigned to 14 or 21 kg/day RBP and evaluated during 3 periods of 7 days. Ripe banana peel is an industrial byproduct characterized by high levels of Fe (134 mg/kg), K (9%), gross energy (5106 kcal/kg DM), ether extract (8.5%) and non-structural carbohydrates (NSC) (18.5%). Dry matter, crude protein and NSC intake were higher ( $P \leq 0.01$ ) in the 21 kg/day RBP level. Ether extract levels were increased from 2 to 3.2 and 3.6% in both levels of RBP supplementation. In both trials, levels of RBP did not affect milk production and composition. In the first trial milk production increased by 14%, and in the second one by 18%, with respect to the original production yield.

1/ Recibido para publicación el 13 de octubre de 1997.

2/ Autor para correspondencia.

\* Parte final del proyecto 737-93-296, financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

\*\* Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

\*\*\* Centro de Investigación en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

## INTRODUCCION

Los residuos agroindustriales, comienzan a ser un serio problema de contaminación. En Costa Rica existen 40630 ha sembradas de banana; del total de fruta producida, se utiliza el 32% para consumo interno como fruta de consumo en fresco y como materia prima en la agroindustria de producción de puré de banana maduro. Entre 1990-1991, las industrias nacionales dedicadas al procesamiento de frutas produjeron más de 100 mil toneladas de desechos, de las que casi 20 mil fueron cáscara de banana maduro (CBM). Estos desechos orgánicos se constituyen en focos de contaminación ambiental al no ser reutilizados. Una alternativa de aprovechamiento es su empleo en la alimentación animal.

La CBM desechada contiene en promedio 21% de azúcares reductores, 7% de grasa, 11% de fibra cruda y 60% de extracto libre de N en base seca, y 86% de humedad; por lo que es clasificado como un material energético alto en humedad (Archivald 1949, Le Dividich y Geoffery 1976, Meseguer 1983). El alto contenido de azúcares reductores reportado, indica que este material puede ser una fuente importante de carbohidratos solubles en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, por su bajo contenido de proteína cruda (7%), la CBM no puede considerarse fuente primaria de proteína (Bolívar y Mercedes 1970). Algunos productores de leche han empezado a utilizar, empíricamente, este material como alimento para sus vacas. Se estima, de acuerdo con encuestas realizadas por el primer autor, que el 50% del desecho industrial de CBM está siendo aprovechado con ese propósito.

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de estudiar el efecto de 2 niveles de cáscara de banana sobre la producción de leche y los constituyentes lácteos en vacas Jersey de lactancia temprana e intermedia.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, 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 y una precipitación promedio anual de 2037 mm.

Se condujeron 2 experimentos durante la época de transición climática de abril a junio. Para cada experimento se seleccionaron 2 grupos de vacas Jersey puro de primera a sexta lactancia.

En el experimento 1, se seleccionaron 8 vacas Jersey, en lactación temprana con promedio de  $34 \pm 15$  días postparto. Los animales se dividieron en 2 grupos balanceados por número de parto y producción láctea, para aplicarle a cada uno un tratamiento experimental. Los tratamientos consistieron en ofrecer 14 y 21 kg/día de cáscara de banana fresca, una mitad en la mañana y otra en la tarde, después del ordeño. Se utilizó un diseño de "Switch Back" con 4 períodos experimentales de 7 días e igual lapso de adaptación entre los períodos de rotación de los tratamientos. El experimento tuvo 56 días de duración, finalizando los animales con 90 días de lactancia promedio.

En el experimento 2, se escogieron 10 vacas Jersey en estado de lactancia intermedia, con un promedio de  $94 \pm 26$  días postparto. Los animales se distribuyeron del mismo modo y se probaron los mismos tratamientos que en el experimento 1, con la única diferencia que se evaluaron sólo 3 períodos experimentales, por lo que la duración del ensayo fue de 42 días, terminando los animales con un promedio de 136 días de lactancia.

Ambos experimentos se efectuaron simultáneamente. Todos los animales recibieron, en promedio, 6.3 kg de ensilaje de maíz/vaca/día y un alimento balanceado comercial, en una relación leche/concentrado de 2.17 en el experimento 1 y de 2.5 para el experimento 2, en los 2 niveles de cáscara probados, para asegurar una mayor ganancia de peso, así como un mayor consumo de materia seca y una mayor eficiencia de uso del concentrado (Gómez 1985, NRC 1989, Petit y Veira 1991). El ensilaje de maíz presentó un contenido de 24.5% de materia seca, 6.5% de proteína cruda, 2.1% de extracto etéreo, 70.4% de fibra neutro detergente, y 13.6% de carbohidratos no estructurales. El análisis químico certificado del alimento balanceado fue 14% de proteína cruda y 3.1

Mcal/kg de energía digestible, 5 a 9% de fibra cruda, 0.8% de Ca y 0.6% de P. Junto con las dietas experimentales, los animales recibieron 120 g/día de una mezcla mineral, con la siguiente composición química: 18% Ca, 18% P, 3% Mg, 1% S, 3000 mg Cu/kg, 40 mg Co/kg, 3500 mg Mn/kg, 5000 mg Zn/kg, 500 mg I/kg, 40 mg Se/kg, 2800 mg Fe/kg, 500000 UI Vitamina A/kg, 100000 UI Vitamina D/kg y 100000 UI Vitamina E/kg.

A libre voluntad consumieron sal con 6% de Ca y 3% de P y tuvieron acceso al pastoreo de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en mezcla establecida, disponiendo de 140 m<sup>2</sup>/vaca, con una rotación de 21 días por aparto, sin llegar a determinarse el consumo de esta mezcla forrajera. Los animales se pesaron semanalmente posterior al ordeño de la mañana.

Los componentes de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, extracto libre de N, fibra cruda, y contenido mineral de la CBM se determinaron por la metodología de la AOAC (1984), mientras que la fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, lignina, celulosa y sílica por la metodología de Goering y Van Soest (1970). Los carbohidratos no estructurales se calcularon por la fórmula propuesta por Nocek y Russell (1988).

La producción de leche se midió diariamente y se extrajo una muestra de 100 ml de leche/vaca. Cada muestra fue una mezcla ponderada en proporción a la producción de leche en cada ordeño, previa agitación provocada por la turbulencia del aire entrado en el balón. Se analizaron los componentes químicos: sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, empleando un aparato de barrido electrónico conocido como "Milk Micro Scanner" de Foss Electric.

Los valores de producción de leche promedio en cada período experimental y los correspondientes porcentajes promedios de sólidos totales, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos, ponderados por la producción de leche diaria, fueron evaluados mediante análisis de varianza, y las diferencias entre las medias que resultaron significativas en cada variable estudiada, se sometieron a la prueba de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Componentes químicos de la cáscara de banano maduro

La composición química de la CBM, mostrada en el Cuadro 1, coincide con la determinada por otros autores (Meseguer 1983 y Carmiol 1990). Esta composición indica que la cáscara de banano es un material rico en energía, proveniente no sólo de los carbohidratos sino también de su contenido graso. Su composición proteica es ligeramente baja, mientras que la relación Ca-P (2:1), se mantiene en una proporción adecuada desde el punto de vista nutricional.

De acuerdo con análisis realizados, la CBM es uno de los residuos agroindustriales con más alto contenido de grasa, el cual supera al maíz en 5 unidades porcentuales sin llegar a ser tan alto como la semolina, que la supera en 8 unidades porcentuales (Vargas 1984).

En el Cuadro 2 se puede observar que la CBM posee una composición de ácidos grasos

Cuadro 1. Composición de la cáscara de banano maduro.

Componentes	Valor informado por el CINA*
Humedad, %	86.6
Proteína cruda, %	10.45
Extracto etéreo, %	8.5
Fibra cruda, %	14.18
Extracto libre de N, %	54.48
Cenizas, %	12.69
CHOSNE, % **	18.55
Energía bruta, Kcal/kg MS***	5106
Calcio, %	0.37
Fósforo, %	0.187
Potasio, %	8.96
Magnesio, %	0.157
Hierro, mg/kg	134.3
Fibra neutro detergente, %	50.1
Fibra ácido detergente, %	42.8
Sílica, %	4.55
Lignina, %	8.21
Celulosa, %	1.43

\* Centro de Investigación en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica.

\*\* CHOSNE= carbohidratos no estructurales

\*\*\* MS= materia seca

Cuadro 2. Composición de los ácidos grasos de la cáscara de banano, como porcentaje del extracto etéreo.

Tipo de ácido graso	% del extracto etéreo
<b>Saturados</b>	
Láurico (12:0)	0.4
Mirístico(14:0)	1.3
Palmítico (16:0)	30.4
(17:0)	0.8
Esteárico (18:0)	4.2
Mayor de 18	7.02
<b>Total</b>	<b>44.12</b>
<b>Insaturados</b>	
Palimitoleico (16:1)	1.4
Oleico (18:1)	13.2
Linoleico (18:2)	16.8
Linolénico (18:3)	16.4
<b>Total</b>	<b>47.8</b>

muy balanceada, con un 44% de saturados, que superan a la soya y al maíz en 70 y 77%, respectivamente. Asimismo, posee un 44% menos de ácidos grasos insaturados que el frijol de soya (Van Soest 1982). El alto porcentaje de ácidos grasos saturados podría hacer que la grasa de la cáscara actúe en igual manera a como lo hacen las grasas protegidas.

### Consumo de materia seca y producción de leche

El consumo de materia seca en el comedero difirió ( $P \leq 0.01$ ) entre los 2 niveles de CBM ofrecidos, en ambos experimentos (Cuadros 3 y 4), debido a que el nivel de 21 kg agregó 0.94 kg más de materia seca en ambos estados de lactancia; sin embargo, esto no reflejó una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en la producción de leche entre ambos niveles de CBM, ofrecidos tanto en la lactancia temprana como intermedia (Cuadro 5).

Esto podría explicarse, primero, porque las dietas ofrecidas en el comedero para ambos niveles de CBM, en la lactancia temprana e intermedia, fueron altamente digestibles; el consumo de materia seca de la dieta ofrecida en el comedero,

Cuadro 3. Consumo de nutrientes que fueron medidos en la dieta de las vacas en lactancia temprana.

Alimentos y nutrientes	Nivel de cáscara de banano, kg/día	
	14	21
ESMO, kg	6.09 ± 2.08	6.09 ± 2.08
CDOO, kg	8.15 ± 2.13	8.21 ± 2.00
<b>Materia seca, kg</b>		
ESM	1.48 ± 0.50	1.48 ± 0.50
CBM	1.87 ± 0.00	2.81 ± 0.00
CDO	7.17 ± 1.87	7.23 ± 1.77
<b>TOTAL</b>	<b>10.50 ± 1.92**</b>	<b>11.48 ± 1.80**</b>
<b>Proteína cruda, kg</b>		
ESM	0.10 ± 0.03	0.10 ± 0.03
CDO	1.14 ± 0.29	1.15 ± 0.28
CBM	0.20 ± 0.00	0.30 ± 0.00
<b>TOTAL</b>	<b>1.43 ± 0.29**</b>	<b>1.54 ± 0.28**</b>
<b>Carbohidratos no estructurales, kg</b>		
ESM	0.20 ± 0.07	0.20 ± 0.07
CDO	3.72 ± 0.97	3.75 ± 0.91
CBM	0.35 ± 0.00	0.53 ± 0.00
<b>TOTAL</b>	<b>4.27 ± 0.97**</b>	<b>4.47 ± 0.92**</b>

\*\*  $P \leq 0.01$

ESMO= Ensilaje de maíz ofrecido; CDOO= concentrado ofrecido; ESM= ensilaje de maíz; CBM= cáscara de banano maduro; CDO= concentrado.

Cuadro 4. Consumo de nutrientes que fueron medidos en la dieta de las vacas en lactancia intermedia.

Alimentos y nutrientes	Nivel de cáscara de banano, kg/día	
	14	21
ESMO, kg	6.46 ± 2.28	6.46 ± 2.28
CDOO, kg	6.19 ± 2.11	6.26 ± 2.24
<b>Materia seca, kg</b>		
ESM	1.57 ± 0.55	1.57 ± 0.55
CBM	1.87 ± 0.00	2.81 ± 0.00
CDO	5.45 ± 1.86	5.51 ± 1.97
<b>Total</b>	<b>8.90 ± 1.93*</b>	<b>9.90 ± 2.06*</b>
<b>Proteína cruda, kg</b>		
ESM	0.10 ± 0.04	0.10 ± 0.04
CDO	0.76 ± 0.26	0.77 ± 0.28
CBM	0.20 ± 0.00	0.29 ± 0.00
<b>Total</b>	<b>1.06 ± 0.26*</b>	<b>1.17 ± 0.28*</b>
<b>Carbohidratos no estructurales, kg</b>		
ESM	0.21 ± 0.08	0.21 ± 0.08
CDO	2.82 ± 0.97	2.85 ± 1.03
CBM	0.34 ± 0.00	0.52 ± 0.00
<b>Total</b>	<b>3.39 ± 0.97*</b>	<b>3.59 ± 1.03*</b>

\* $P \leq 0.01$

ESMO= Ensilaje de maíz ofrecido; CDOO= concentrado ofrecido; ESM= ensilaje de maíz; CBM= cáscara de banano maduro; CDO= concentrado

Cuadro 5. Efecto de los niveles de cáscara de banano sobre la producción de leche, constituyentes lácteos y pesos corporales en las vacas que se encontraban en la lactancia temprana o intermedia.

Alimentos y nutrientes	Nivel de cáscara de banano, kg/día	
	14	21
<b>Lactancia temprana</b>		
Leche ini*kg/día	16.20 ± 2.33	15.10 ± 1.77
Leche, kg/día	17.7 ± 3.19	17.9 ± 2.87
Sólidos totales, %	13.09 ± 0.78	13.13 ± 0.77
Proteína, %	3.48 ± 0.25	3.52 ± 0.33
Grasa, %	4.22 ± 0.75	4.21 ± 0.63
Lactosa, %	4.77 ± 0.20	4.77 ± 0.18
Sólidos no grasos, %	8.86 ± 0.24	8.88 ± 0.33
Peso inicial de las vacas, kg	381.8 ± 31.9	347.00 ± 27.22
Peso final de las vacas, kg	362.0 ± 27.14	369.4 ± 36.22
<b>Lactancia intermedia</b>		
Leche ini*, kg/día	13.48 ± 1.76	13.16 ± 1.37
Leche, kg/día	15.72 ± 2.34	15.63 ± 2.36
Sólidos totales, %	13.17 ± 0.8	13.15 ± 0.66
Proteína, %	3.5 ± 0.17	3.5 ± 0.23
Grasa, %	4.33 ± 0.7	4.35 ± 0.56
Lactosa, %	4.73 ± 0.1	4.73 ± 0.12
Sólidos no grasos, %	8.82 ± 0.19	8.8 ± 0.23
Peso inicial de las vacas, kg	334.2 ± 14.24	333.0 ± 30.88
Peso final de las vacas, kg	335.27 ± 32.4	336.09 ± 30.4

\*Leche ini= Producción inicial.

expresada como porcentaje del peso corporal, se encontró dentro del ámbito del National Research Council (1988) para dietas de alta degradabilidad (2.9, 3.11, 2.65 y 2.9 para los niveles de 14 y 21 kg de CBM, en uno y otro experimento, respectivamente). Segundo, que el consumo de materia seca ofrecida en el comedero, expresado como porcentaje del peso corporal, difirió en tan sólo 0.21 y 0.25 unidades porcentuales entre los niveles de 14 y 21 kg de cáscara ofrecidos a las vacas en lactancia temprana como intermedia, respectivamente. Tercero, la lactancia temprana e intermedia es una etapa crítica en donde el consumo de materia seca es muy importante, ya que los animales pierden peso y condición corporal (Chandler 1990). En los 2 experimentos el consumo de materia seca y la producción de leche se

maximizaron, al tener en promedio niveles de consumo de fibra neutro detergente cercanos a  $1.2 \pm 0.01\%$  del peso vivo (Mertens, citado por el National Research Council 1989).

### Consumo de proteína cruda y producción de leche

El consumo de proteína cruda de la dieta ofrecida en los comederos (Cuadros 3 y 4), fue mayor en 110 g ( $P \leq 0.01$ ) para el nivel de 21 kg de CBM, en los 2 experimentos efectuados. Sin embargo, la proteína cruda consumida por las vacas del experimento de lactancia temprana representó un 13.6 y 13.4%, de la dieta ofrecida en los comederos, para los niveles de 14 y 21 kg de CBM; mientras que en los animales en lactancia intermedia el porcentaje de proteína cruda consumida, de la dieta ofrecida en el comedero, fue de 11.9 y 11.8% para los niveles 14 y 21 kg de CBM, respectivamente. Estos resultados indican que se mantuvo una semejanza muy estrecha entre los niveles de cáscara, en ambos estadios de lactancia, lo que se reflejó en una similar producción de leche y grasa, entre los niveles de cáscara evaluados en ambos ensayos (Cuadro 5).

La similitud en la producción de grasa en los animales de ambos niveles, en los 2 estados de lactación, puede deberse a que la proteína de la cáscara sea deficiente en metionina, puesto que al aumentar el consumo de proteína cruda en el nivel de 21 kg CBM, se esperaba un aumento en el nivel de producción de grasa, tal y como lo encontraron Christensen et al. (1993a, 1993b), Casper et al. (1990) y Dormond et al. (1990).

### Consumo de carbohidratos no estructurales y producción de leche

En el nivel de 21 kg de CBM, los animales consumieron 200 g/día más ( $P \leq 0.01$ ) de carbohidratos no estructurales que los del nivel de 14 kg, tanto en la lactancia temprana como intermedia (Cuadros 3 y 4). Esta diferencia en el consumo de carbohidratos no estructurales no se vio reflejada en una mayor producción ( $P \geq 0.01$ ) de leche ni en sus constituyentes (Cuadro 5), lo que pudo deberse a una depresión en la digestión de

la fibra, tal y como lo sugiere Hoover (1986), al haber una mayor cantidad de almidones y azúcares.

Sin embargo, independientemente del nivel de CBM, la producción de leche se incrementó en promedio 13.9 y 17.7%, respecto a la producción inicial (Cuadro 5), en los animales que se encontraban en la lactancia temprana e intermedia, respectivamente. Este aumento entre la producción de leche al inicio del experimento y durante el experimento pudo deberse a que la CBM, al ser incorporada en la dieta base ofrecida en el comedero, incrementó en promedio 12.5 y 24% el consumo de carbohidratos no estructurales y proteína cruda en los niveles de 14 y 21 kg, respectivamente. Por otra parte, la relación carbohidratos no estructurales/fibra neutro detergente para los animales en lactancia temprana e intermedia varió de 0.9 a 1.2, lo que corresponde a dietas con 40% de carbohidratos no estructurales, en donde se maximiza el consumo de materia seca, producción de leche y grasa láctea (Nocek y Russell 1988). Adicionalmente, la relación fibra neutro detergente/peso vivo se mantuvo en 1.2, concordando nuevamente con los anteriores autores, quienes sostienen que para vacas de mediano potencial esta relación maximiza la producción de leche. Asimismo, el ser incluida la CBM dentro de la dieta ofrecida en el comedero, en ambos experimentos, hizo que el porcentaje de extracto etéreo se aumentara de 2 a 3.15 y 3.6%, en los niveles de 14 y 21 kg, respectivamente; con ello se incrementó la cantidad de ácido palmítico, en las dietas ofrecidas en el comedero, que puede aumentar la producción de grasa láctea (Noble et al. 1969, citado por Palmquist y Eastridge 1991).

La inclusión de la CBM en la dieta ofrecida en el comedero mejoró el contenido energético de la misma. Por lo tanto, el uso de la CBM en las dietas para ganado de leche evitaría el uso excesivo de granos y aumentaría la relación entre forraje y concentrado, previniendo la depresión de la grasa láctea, en la lactancia temprana (Palmquist y Jenkins 1980).

En términos generales (Cuadro 5) la CBM evitó la caída en el peso corporal que se observa normalmente, por el balance energético negativo localizado entre la semana 1 y 8 de lactación

(National Research Council 1989), mientras que entre la semana 14 y 18 la CBM, al ser incluida dentro de la dieta ofrecida en el comedero como donador natural de grasas saturadas, motivó un aumento en la producción de leche y no una caída, lo que concuerda con Palmquist y Eastridge (1991), quienes obtuvieron una mejoría notoria al agregar grasa en la dieta.

## LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Washington, D.C. Association of Official Analytical Chemists.
- ARCHIBALD, J.G. 1949. Nutrient composition of banana skins. *J. Dairy Science* 32:969-971.
- BOLIVAR, C.; MERCEDES, A. 1970. Características químicas y biológicas de la cáscara de plátano dominico hartón verde y maduro. *Revista Tecnología* 12(64):42-48.
- CARMIOL, A. 1990. Estudio de factibilidad para la producción de harina de consumo animal, a partir de desechos de CBM. Tesis Ing. Agr. San José, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
- CASPER, D.; SCHINGOETHE, D.; EINSENVEISZ, W. 1990. Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Science* 73(4):1093-1050.
- CHANDLER, P. 1990. Energy and protein ratios important for lactation. *Feedstuffs*, junio 25.
- CHRISTENSEN, R.; CAMERON, T.; KLUSMEYER, J.; ELLIOT, J.; CLARK, J.; NELSON, D.; YU, Y. 1993a. Influence of amount and degradability of dietary protein on nitrogen utilization by dairy cows. *J. Dairy Science* 76:3497-3513.
- CHRISTENSEN, R.; LYNCH, G.; CLARK, J.; YU, Y. 1993b. Influence of amount and degradability of protein on production of milk and milk components by lactating holstein cows. *J. Dairy Science* 76:3490-3496.
- DORMOND, H.; ROJAS, A.; BOSCHINI, C. 1990. Efecto de la DL-metionina sobre parámetros productivos en vacas doble propósito. *Agronomía Costarricense* 14(1):31-36.

- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). ARS, USDA, Washington, DC. Agric. Handbook No. 379.
- GOMEZ, D. 1985. Estudio preliminar sobre el uso del ensilado de maíz y diferentes niveles de concentrado en la alimentación de vacas lecheras. Tesis Ing. Agr. San José, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 82 p.
- HOOVER, W. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Science* 69:2755-266.
- LE DIVIDICH, J. S.; GEOFFERY, F. 1976. Utilización de bananos de desechos para alimentación de los animales. *Revista Mundial de Zootecnia* 20:22-30.
- MESEGUER, C.M. 1983. Medida del potencial de producción de gas metano a partir de cáscara de banano maduro. Tesis Lic. San José, Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. 70 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6 ed. 157 p.
- NOCECK, E.; RUSSELL, B. 1988. Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Science* 71:2070-2170.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. 1980. Fat in lactation ration: Review. *J. Dairy Science* 63:1-14.
- PALMQUIST, D.L.; EASTRIDGE, M.L. 1991. Dietary fat effects on milk yield and composition. Proceedings, California Animal Nutrition Conf., Fresno. 24 p.
- PETIT, H.; VEIRA, D. 1991. Effect of grain level and protein source on ruminal fermentation, degradability, and digestion in milking cows fed silage. *J. Dairy Science* 74(7):2256-2267.
- VAN SOEST, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O. and B. Books, USA. 374 p.
- VARGAS, E. 1984. Tabla de composición de alimentos para animales de Costa Rica. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 111 p.