

## UTILIZACION DE LA SOYA INTEGRAL EN LA ALIMENTACION DE VACAS EN PASTOREO <sup>1</sup> / \*

Carlos Campabadal \*\*  
Jorge Sanchez \*\*

### ABSTRACT

**Utilization of full-fat-soybeans in grazing dairy cattle.** Two experiments were conducted to evaluate the effect of full-fat-soybeans supplementation in grazing dairy cattle. In the first experiment, a total of 24 Holstein pure breed cows, in early lactation, were divided according to the number of lactations and milk production into three treatments (0, 1 and 2 kg of full fat soybean/cow/day) of 8 cows each one. Cows grazed kikuyo grass *Pennisetum clandestinum*). Besides full-fat-soybeans, they were fed a balanced ration in a milk: feed ratio of 3:1. The experiment was conducted for 63 days and data was analyzed using a randomized complete block design. There was no significant difference in total corrected milk production, fat test and total fat production. However, the groups that received full-fat-soybeans had a higher performance than the control group. The 1 kg level of supplementation produced the highest biological and economical results. In experiment two the same experimental procedure was followed. The differences were that only 18 Holstein cows were used (6 per treatment), and the amount of concentrate given was constant for all treatments, based on the milk production of the control group on a 3:1 milk:feed ratio. The experiment lasted for 56 days. There were no significant differences for all the parameters evaluated among treatments; however the 2 kg of full-fat soybean/cow/day group gave the highest biological results and the 1 kg of full-fat-soybean/cow/day soybean/cow/day the highest economical results.

### INTRODUCCION

La producción de leche en Costa Rica está basada principalmente en la utilización de forrajes y subproductos agroindustriales. Este tipo de alimentación no representa un problema cuando el

tipo de ganado es de razas índicas o de sus cruces; sin embargo, en el país la mayor proporción de la leche es producida por ganado de alto potencial genético y este tipo de alimentación representa un problema, pues el contenido de nutrimentos especialmente la energía y en algunos casos la proteína, no son suficientes para satisfacer la demanda de una alta producción, situación que lleva a una baja producción de leche, a pérdida de peso y, especialmente, a problemas reproductivos.

Una solución al problema sería la utilización de alimentos que suplan la falta de energía y proteína y que puedan ser utilizados en forma rentable en la alimentación del ganado de leche. La soya integral puede cumplir este objetivo; no sólo contiene niveles altos de proteína (38 %), sino que al

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 5 de diciembre de 1985.

\* Proyecto financiado por la Asociación Americana de Soya, México D.F., México.

\*\* Laboratorio de Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.

no habersele extraído la grasa, es una excelente fuente de energía (3540 kcal de energía metabolizable/kg) (Smith, 1978; Waldroup, 1978). El uso de la soya integral en la alimentación de ganado de leche no ha sido una práctica muy difundida (Smith, 1978), sin embargo, ha producido resultados satisfactorios. Varias investigaciones han demostrado que la soya integral en dietas para vacas lecheras produce un aumento en el porcentaje de grasa y en la producción de leche (Palmquist, 1971; Daniels, *et al.*, 1973; Smith, *et al.*, 1980; Block *et al.*, 1981; Van Kick, *et al.*, 1983; Wiseman, 1983), y que el efecto sobre los rendimientos productivos depende del procesamiento al que fue sometido el frijol de soya (Loosli, *et al.*, 1961; Perry y McLeod, 1968; Larson y Shultz, 1980; Van Kick, *et al.*, 1983).

En Costa Rica existe en el mercado la soya integral procesada bajo el método de extrusión que podría ser una magnífica alternativa para la alimentación del ganado de leche. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar el efecto productivo y económico de la suplementación de 2 niveles de soya integral (1 y 2 kg/vaca/día) en la alimentación de ganado de leche en pastoreo.

## MATERIALES Y METODOS

La prueba experimental estuvo dividida en dos ensayos. En el experimento 1, un total de 24 vacas Holstein recién paridas fueron divididas de acuerdo al número de parto y producción de leche, en tres grupos experimentales de ocho vacas cada una. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: a) Testigo (sin soya integral); b) 1 kg de soya integral por vaca/día y c) 2 kg de soya integral/vaca/día. El período experimental fue de 63 días. Para el experimento 2 se usaron 18 vacas Holstein puras recién paridas divididas en tres grupos de seis animales. Los tratamientos fueron los mismos que se evaluaron en el experimento 1 y el período experimental tuvo una duración de 56 días.

En ambos experimentos las vacas se mantuvieron en un sistema intensivo de rotación de potreros de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), cuya composición promedio se presenta en el Cuadro 1. La soya integral con contenidos de 38 % de proteína cruda y 18% de grasa se suministró durante el ordeño, la mitad en la mañana y la mitad en la tarde. Además, los animales recibieron un alimento balanceado. En el experimento 1 éste se suministró en una relación leche:alimento de 3:1 y

se ajustó semanalmente de acuerdo a la producción de leche de la semana anterior. En el experimento 2, con el objeto de tener un mejor control sobre el efecto de la suplementación con soya integral, el suministro de alimento balanceado fue igual para todos los grupos y se basó en una relación 3:1 tomando como referencia la producción del grupo control. El alimento se dio parte durante el ordeño y el restante en forma individual después del mismo. La composición porcentual y nutritiva del alimento balanceado se encuentra en el Cuadro 2. Las vacas, además recibieron una sal mineral para producción de leche (20% de calcio y 12% de fósforo) a razón de 50 g/vaca/día.

Las pruebas experimentales se realizaron durante los meses de marzo a mayo de 1982 para el experimento 1 y en 1983 para el experimento 2. Los animales experimentales estaban entre la tercera y sexta semana después del parto y se aplicó una semana de adaptación en ambos experimentos. Se evaluaron los siguientes parámetros: producción de leche corregida al 4 % de grasa, porcentaje de grasa y kg de grasa. La producción de leche se registró diariamente y el porcentaje de grasa se determinó semanalmente por el método automático de Milko Tester, tomando una muestra de leche diaria y preservándola en botellas plásticas que contenían permanganato de potasio. Los datos recolectados se analizaron mediante un diseño estadístico de bloques al azar. Las diferencias entre medias se evaluaron con la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1980).

Cuadro 1. Análisis proximal y contenido mineral del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) que consumieron las vacas en las dos pruebas experimentales.

Nutrientos (% en base seca)	Experimento 1	Experimento 2
Materia seca	28,82	25,15
Proteína cruda	17,88	17,53
Extracto etéreo	2,27	2,80
Fibra cruda	22,69	24,14
Extracto libre de nitrógeno	48,13	45,90
Cenizas	9,02	9,63
Calcio	0,38	0,41
Fósforo	0,42	0,39

Se realizó un Análisis Proximal para el forraje y el alimento balanceado según el método de la AOAC (1975); el calcio se determinó por el método de Fick *et al.* (1976) y el fósforo por el de

Fiske y Subbarow (1925). Se recolectaron muestras representativas de pastos y alimentos durante los períodos experimentales.

Con el fin de evaluar el rendimiento económico de la suplementación con soya integral, se tomó el precio por kg de soya (¢18/kg), el precio de la leche (¢ 14,08/kg, el costo del alimento balanceado (¢10,78/kg), la producción total de leche y el consumo total del alimento.

Cuadro 2. Composición porcentual y nutritiva del alimento balanceado.

Ingredientes	%
Maíz	50,00
Harina de semilla de algodón	21,00
Salvadillo de trigo	10,00
Melaza	15,00
Harina de hueso	2,00
Carbonato de calcio	1,00
Sal mineralizadora	1,00
COMPOSICION NUTRITIVA (% en base seca)	
Proteína	14,23
Calcio	0,82
Fósforo	0,80

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del experimento 1, se resumen en el Cuadro 3. No se presentaron variaciones estadísticas entre tratamientos para la producción de leche diaria corregida al 4% de grasa; sin embargo, las vacas que recibieron 1 y 2 kg de soya integral produjeron 2,41 y 2,19 kg más de leche por día, respectivamente, que el tratamiento testigo. El porcentaje de grasa en la leche fue superior para las vacas que recibieron soya integral, aunque las diferencias entre medias fueron estadísticamente similares para los tres tratamientos. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0,05$ ) para la producción de grasa diaria.

En el experimento 2, la situación fue similar para los tres parámetros evaluados (Cuadro 4). Tanto la producción de leche diaria, el porcentaje de grasa y la producción de grasa diaria fueron

estadísticamente similares ( $P \geq 0,05$ ) entre los niveles de soya suplementados. La única diferencia fue que el aumento en la producción de los animales suplementados con soya integral con respecto al testigo, fue menor que en el experimento 1 (Cuadro 5), y el nivel de suplementación con 2 kg de soya/vaca/día produjo mayor cantidad de leche que el nivel de 1 kg de suplementación.

Cuadro 3. Rendimientos productivos de vacas en pastoreo que consumían soya integral y alimento balanceado en una relación leche: alimento de 3:1.

Parámetros	kg de soya integral/animal/día		
	0	1	2
Producción de leche corregida (kg/animal/día)	13,18	15,59	15,37
Grasa en la leche (%)	3,25	3,42	3,56
Producción total de grasa (kg/animal/día)	0,48	0,58	0,59

No se presentaron diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ) entre tratamientos.

Cuadro 4. Rendimientos productivos de vacas en pastoreo que consumían soya integral y una cantidad constante de alimento balanceado.

Parámetros	kg de soya integral/animal/día		
	0	1	2
Producción de leche corregida (kg/animal/día)	12,98	14,75	15,21
Grasa en la leche (%)	3,30	3,45	3,50
Producción total de grasa (kg/animal/día)	0,43	0,51	0,53

No se presentaron diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ) entre tratamientos.

Cuadro 5. Aumento en porcentaje de la suplementación con soya integral sobre el grupo testigo.

	kg de soya integral/animal/día	
	1	2
<b>Experimento 1</b>		
Producción de leche corregida	18,28	16,62
Porcentaje de grasa en leche	5,20	9,50
Producción total de grasa	20,83	22,91
<b>Experimento 2</b>		
Producción de leche corregida	13,64	17,18
Porcentaje de grasa en leche	4,50	6,06
Producción total de grasa	18,60	23,25

En ambos experimentos se puede observar como efecto biológico, una mejora en la producción de leche y de grasa en respuesta a la suplementación con soya integral. Este incremento en los rendimientos productivos se debe a un mayor consumo de nutrimentos, especialmente de energía, que es el factor más limitante en las vacas recién paridas. Resultados similares en mejoras en la producción de leche y grasa han sido informados por Perry y McLeod (1968); Larson y Shultz (1980); Palmquist (1971); Anderson *et al.* (1982) y Sharma *et al.* (1980). Todos estos investigadores coinciden que la energía extra de la soya integral favorece la producción de leche, pero el efecto más notorio es sobre la producción de grasa. La adición de una fuente alta de grasa produce un efecto beneficioso sobre la producción de leche, obteniéndose en los animales suplementados una mayor cantidad de leche corregida, así como un porcentaje mayor de grasa en la leche (Loosli *et al.*, 1961; Van Kick *et al.*, 1983). Palmquist (1984) establece que la adición de productos altos en grasa tiene un efecto beneficioso ya que incrementa la eficiencia en la utilización de la energía. Además otros investigadores (Brumby *et al.*, 1978; Kronfeld, 1976; Mattias *et al.*, 1982; Palmquist y Conrad, 1978; Torres *et al.*, 1980) concluyen que la utilización de nutrimentos aumenta, ya que al haber un mayor consumo de energía, existe una óptima relación nutrimentos:energía, que permite al animal ser más eficiente.

El efecto más beneficioso que se obtuvo con la suplementación con soya integral fue la mejora en el porcentaje de grasa. En los dos experimentos se notó aumentos de 0,20 a 0,30 en el porcentaje de grasa. Este efecto, según Palmquist y Jenkins (1980), se debe a que cuando los animales se alimentan con ingredientes altos en grasa, se incrementa en el plasma el contenido de lipoproteínas de baja densidad, que se transportan a la glándula mamaria, donde disminuye la síntesis de ácidos grasos de cadena corta y consecuentemente se produce un cambio en la composición de la grasa, por lo que la secreción de grasa total se incrementa en la leche.

Comparando los resultados de los experimentos 1 y 2, se encuentran mejores producciones de leche en el ensayo 1, lo que se debe a que la cantidad de alimento que recibieron los animales fue mayor, ya que se basó en su producción de leche; mientras que en el experimento 2, el consu-

mo de alimento balanceado fue constante para los tres tratamientos.

La diferencia en rendimientos entre las vacas que recibieron 1 y 2 kg de soya integral no fue marcada, e inclusive en el experimento 1, la producción de leche fue superior para las vacas que recibieron 1 kg de soya integral. Esto se puede deber a que el consumo total de nutrimentos fue alto, ya que los animales consumieron pasto a libre voluntad y alimento balanceado en cantidades que fluctuaron de 5 a 7 kg/vaca/día, por lo que los nutrimentos presentes en 1 kg de soya integral fueron suficientes para mantener la producción de leche y ayudaron a sostener las pérdidas energéticas por pastoreo.

### Rendimiento económico

En el Cuadro 6 se observa el rendimiento económico de la suplementación con soya integral. En ambos experimentos se observó que la suplementación con 1 kg de soya/vaca/día produjo un mayor ingreso económico tomando en cuenta la diferencia entre la producción de leche y los gastos de alimentación. Con el tratamiento de 2 kg el valor de la venta de la leche fue mayor que el testigo, sin embargo, el costo de 2 kg de soya influye en la ganancia neta, ya que las vacas no produjeron en forma proporcional a la suplementación con soya. Comparando los dos sistemas de suministro de alimento entre el grupo testigo y el de 1 kg de soya integral, se observa que ambas formas produjeron valores similares en eficiencia económica. En el experimento 1 el grupo con suplemento fue 5,22% más eficiente que el testigo; y en el experimento 2, fue 5,19%.

En general se puede concluir que para ambos métodos de alimentación 1 kg de soya/vaca/día resultó en mejores rendimientos biológicos y económicos.

### Efecto del número de parto y su interacción

Los datos experimentales, demostraron que no hubo efecto significativo entre los grupos de vacas con diferente número de partos ni para la interacción parto x tratamiento en los parámetros productivos evaluados, aunque las vacas de segundo y tercer parto mostraron una ligera tendencia a producir mejores rendimientos que las novillas y vacas de cuarto parto en ambos experimentos.

Cuadro 6. Rendimiento económico de la suplementación con soya integral, en vacas lecheras en pastoreo.

	kg de soya integral/animal/día		
	0	1	2
<b>Experimento 1</b>			
Consumo de alimento, kg/animal/día	4,39	5,20	5,12
Costo alimento, ¢	47,32	56,05	55,19
Costo de la soya, ¢	—	18,00	36,00
Producción de leche corregida, kg/animal/día	13,18	15,59	15,37
Valor de la leche, ¢	185,60	219,51	216,41
Diferencia, ¢	138,28	145,46	125,22
<b>Experimento 2</b>			
Consumo de alimento, kg/animal/día	4,65	4,65	4,65
Costo del alimento, ¢	50,13	50,13	50,13
Costo de la soya, ¢	—	18,00	36,00
Producción de leche corregida, kg/animal/día	12,98	14,75	15,21
Valor de la leche, ¢	182,75	207,68	214,16
Diferencia, ¢	132,62	139,55	128,03

## RESUMEN

Se realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de la suplementación con soya integral en la alimentación de ganado de leche en pastoreo. En el experimento 1, un total de 24 vacas Holstein puras, recién paridas fueron divididas de acuerdo al número de parto y producción de leche en tres tratamientos (0, 1 y 2 kg de soya integral/vaca día) de ocho vacas cada uno. Las vacas recibieron como alimentación, además de la soya integral, pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en rotación y un alimento balanceado en una proporción leche:alimento de 3:1. El período experimental tuvo una duración de 63 días y se utilizó un diseño de bloques al azar. No se presentaron diferencias estadísticas para la producción total de leche corregida al 4% de grasa, porcentaje de grasa en la leche y producción total de grasa, sin embargo, los grupos suplementados mostraron rendimientos productivos superiores al grupo testigo. El tratamiento de 1 kg de soya integral fue el más eficiente biológica y económicamente.

En el experimento 2 se planteó el mismo tipo de experimento, con la diferencia que se utili-

zaron 18 vacas Holstein (6 por tratamiento) y que la cantidad de alimento balanceado fue constante para los tres tratamientos. Este alimento se fijó en base a la producción de leche del grupo testigo en una relación 3:1. El período experimental tuvo una duración de 56 días. La producción de leche corregida al 4% de grasa, el porcentaje de grasa en la leche y la producción total de grasa fue estadísticamente similar entre los niveles de suplementación, con la diferencia que los rendimientos más altos fueron producidos con la suplementación de 2 kg de soya integral por vaca/día. Al igual que en el experimento 1, la suplementación más económica fue obtenida con el tratamiento de 1 kg de soya integral por vaca/día.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSON, M.J.; OBADIAH, R.; BOMAN, L.; WALTERS, J. R. 1982. Whole cotton seed, extruded soybean and whole sunflower seed rations for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 65 (Suppl. 1):135.
- AOAC. Official methods of analysis. 1975. 12 ed. Washington, D.C., Association of Analytical Chemist. 336 p.

- BLOCK, E.; MILLER, L.D.; GRIEL, L. C.; GARWOOD; D. L. 1981. Brown midrib-3 silage and heat extruded soybeans for early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 64:1813-1823.
- BRUMBY, P. E.; TORRY, J. E.; BENES, J. A.; FULFORD, R.J. 1978. Utilization of energy for maintenance and production in dairy cows given protected tallow during early lactation. *Journal of Agricultural Science* 91:151-159.
- DANIELS, L.B.; CANTRELL, S.E.; HORNSLY, Q. 1973. Digestibility and growth on rations containing processed and unprocessed soybeans. *Journal of Dairy Science* 56:824-828.
- FICK, K.R.; MILLER, S.M.; FUNK, J.D.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. 1976. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Gainesville, University of Florida. 70 p.
- FISKE, C. H.; SUBBAROW, Y.S. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 66:135-40.
- KRONFELD, D.S. 1976. The potential importance of the proportions of glucogenic, lipogenic and aminogenic nutrients in regard to the health and productivity of dairy cows. *Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition* 75:5-26.
- LARSON, A.; SHULTZ, T.H. 1980. Effect of soybeans compared to soybean oil and meal in the ration of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 53:1233-1238.
- LOOSLI, J.K.; WARNER, R.A.; HINTZ, H.F. 1961. Value of corn distillers dried grains, soybean oil meal, heated soybeans and soybean oil meal plus starch on milk production. *Journal of Dairy Science* 44:1910-1915.
- MATTIAS, J.E.; RUEGSEGER, G.J.; SCHUTZ, L.H.; TYLER, W.J. 1982. Effects of feeding animal fat to dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 65 (Suppl. 1):151-152.
- PALMQUIST, D.L. 1971. Raw soybeans for milk productions. Ohio, Dairy Research Summary 54:22-25.
- PALMQUIST, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. *Fats in animal nutrition*. 1 ed. London Butterworths, p. 357-381.
- PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. 1978. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production and plasma metabolites. *Journal of Dairy Science* 890-891.
- PALMQUIST, D.L. y JENKINS T.C. 1980. Fat in lactation rations. *Journal of Dairy Science* 63:1-8.
- PERRY, F.G. y McLEOD, G.K. 1968. Effects of feeding raw soybeans on rumen metabolism and milk composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 51:1233-1236.
- SHARMA, H.R.; INGALS, J.R. y McKIRDY, S.A. 1980. Replacing barley with protected tallow in rations of lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 63 (Suppl. 1):140-141.
- SMITH, K. 1978. Grano de soya un ingrediente alimenticio. Mexico, D.F. Asociación Americana de Soya. No. 7. 8 p.
- SMITH, N.E.; COLLOR, L.S.; BATH, D.L.; DUNKLEY, J.E.; FRANKE, A.A. 1980. Whole cotton seed and extruded soybean for cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* 63 (Suppl. 1):152-153.
- STEEL, R.G.O.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. 2ed. New York, Mc Graw Hill. 481 p.
- TORRES, R.H.; RIQUELME, E.; GONZALEZ, S. 1980. Utilización de frijol de soya integral en la alimentación de vacas lecheras. *In Reunión Latinoamericana de Producción Animal*, 9, Santiago, Chile. 1980. R-25.
- VAN KICK, G.D.; O'DELL, G.D.; PERRY, P.R.; GRIMES, L.W. 1983. Extruded versus raw ground soybeans for dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* 66:21-25.
- WALDROUP, P.W.; NOLAND, P.R.; DANIELS, L.B. 1978. Frijoles de soya enteros un alimento potencial para ganado. México D.F. Asociación Americana de soya No. 1. 12 p.
- WISEMAN, J. 1983. Utilización de haba de soya integral y aceite de soya en la dieta de ganado. *In Jornada Técnica sobre nuevas tendencias en la utilización de la soya en la alimentación animal*, Madrid. Madrid, American Soybean Association. p. 29-45.