

## Nota Técnica

## CONTENIDO ESTIMADO DE ENERGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LOS FORRAJES DEL DISTRITO DE FLORENCIA, CANTÓN DE SAN CARLOS, COSTA RICA<sup>1</sup>

Jorge Ml. Sánchez<sup>2</sup>\*, Henry Soto\*\*

## RESUMEN

Para estimar el contenido de energía de las pasturas del Distrito de Florencia, Cantón de San Carlos (trópico húmedo 150 msnm, 25.8°C, precipitación 2815 mm), para la producción de leche se tomó un total de 132 muestras compuestas durante un período de un año en fincas de lechería especializada y de doble propósito. Las especies evaluadas fueron Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Ratana (*Ischaemum indicum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*). Los pastos Estrella Africana y Ratana se muestrearon a edades de rebrote de 21 a 25 días y el *Brachiaria ruzi* de 26 a 30 días. El pasto King Grass se cosechó a una edad de 50 a 60 días. Para estimar el contenido de Total de Nutrientes Digestibles se utilizó el modelo matemático sumativo de Weiss et al. (1992) y los contenidos de Energía Digestible, Energía Metabolizable y Energía Neta para Lactación por procedimientos estándares del NRC. Se encontraron diferencias significativas para todas las formas de energía entre las especies forrajeras y las épocas climáticas. Los valores de Total de Nutrientes Digestibles para los pastos Estrella Africana, Brachiaria Ruzi, Ratana y King Grass fueron 53.9, 55.8, 50.3 y 48.2% de la MS, respectivamente. Si se asume una buena disponibilidad y consumo de los forrajes de piso, una vaca promedio de la zona que consume sólo forraje puede producir alrededor de 6.3 kg de leche por día con el contenido de energía promedio que le proporcionan estas especies de gramíneas (53.4% de

## ABSTRACT

**Estimated energy content for milk production of forages in the Florencia District, San Carlos County, Costa Rica.** To estimate energy content for milk production of grass species in the Florencia District, San Carlos County (Humid Tropic region, 150 masl, 25.8°C annual average rainfall 2815 mm), a total of 132 compound samples was taken during a year period in dairy and dual purpose farms. Grasses under study were *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria ruziziensis*, *Ischaemum indicum* and *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*. Stage of maturity of *Cynodon nlemfuensis* and *Ischaemum indicum* range between 21 to 25 days and from 26 to 30 days for *Brachiaria ruziziensis*. *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* was harvested at a stage of maturity of 50 to 60 days. To estimate Total Digestible Nutrients a summative mathematical model by Weiss et al. (1992) was used and Digestible, Metabolizable and Net Energy for Lactation contents were estimated using standard procedures by NRC. Significant differences were found for all forms of energy between grass species and seasons of the year. Total Digestible Nutrients for *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria ruziziensis*, *Ischaemum indicum* and *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* were 53.9, 55.8, 50.3 and 48.2% of DM, respectively. If forage availability and intake are adequate, the average energy content of grazing species (53.4% of TDN) allows the average cow of the zone to produce about 6.3 kg of milk per day. Digestible, Metabolizable and Net

1/ Recibido para publicación el 31 de marzo de 1997.  
2/ Autor para correspondencia.

\* Escuela de Zootecnia y Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA). Autor para correspondencia. e-mail: jmsanche@cariari.ucr.ac.cr.

\*\* Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

TND). Los contenidos promedio de Energía Digestible, Energía Metabolizable y Energía Neta para Lactación para las especies de piso fueron 2.35; 1.93 y 1.19 Mcal/kg de MS; respectivamente. El pasto de corte presentó valores de 2.12 Mcal/ kg de MS de Energía Digestible, 1.69 de Energía Metabolizable y 1.06 de Energía Neta para Lactación. Los alimentos balanceados que se formulen para el ganado lechero del Distrito de Florencia deben ser altos en energía.

## INTRODUCCION

La energía es uno de los factores más limitantes para la producción de ganado lechero en el Trópico Húmedo de Costa Rica. En investigaciones realizadas por Sánchez y Soto (1993) en el distrito de Quesada, cantón de San Carlos, se encontró que los pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), San Juan (*Setaria anceps*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) tienen 1.23, 1.29, 1.23, 1.30 y 1.09 Mcal de Energía Neta para Lactación/kg de MS, respectivamente. En relación con los requerimientos nutricionales del ganado lechero (NRC, 1989), estos valores de energía le permiten a una vaca promedio de la zona que consume sólo forraje producir entre 4 y 7 kg de leche/día, lo cual pone en evidencia el bajo contenido de energía de los forrajes y la necesidad de conocer el contenido de este parámetro en el componente forrajero de una región específica, para hacer más efectivas las estrategias de suplementación nutricional.

Uno de los elementos más limitantes para desarrollar prácticas de alimentación para el ganado bovino en el trópico americano es la falta de información confiable acerca del contenido energético de los forrajes (García-Trujillo y Pedroso 1989, Jarrige 1989), lo cual no se puede determinar por técnicas analíticas de laboratorio. Un método alternativo para lograr este propósito es el uso de ecuaciones de regresión basadas en la composición química de los forrajes (Minson 1982).

Weiss et al. (1992) desarrollaron un modelo teórico para predecir los valores de energía de los forrajes y alimentos concentrados. El modelo

Energy for Lactation of grazing species are 2.35, 1.93 and 1.19 Mcal/kg of DM, respectively. The fodder showed values of 2.12 Mcal of Digestible Energy, 1.69 of Metabolizable Energy and 1.06 of Net Energy for Lactation. Grain mixtures formulated for dairy herds in the Florencia District should be high in energy.

incorpora coeficientes de digestión teóricos para la Proteína Cruda (PC), Lípidos y Carbohidratos No-Fibrosos (CNF). La digestibilidad de la Fibra Detergente Neutro (FDN) es estimada utilizando modelos de superficie de exposición basados en la teoría de la Incrustación de la Lignina, donde el coeficiente de reducción de la digestibilidad de la pared celular es una función de la relación entre las áreas superficiales de la lignina y de la FND, calculadas a partir de sus masas.

El modelo fue derivado usando una gran variedad de alimentos para ganado incluyendo forrajes tropicales y subtropicales como *Paspalum notatum*, *Cynodon dactylon* y *Sorghum bicolor sudanense* (Conrad et al. 1984). La ecuación fue probada en 248 alimentos (entre ellos algunos forrajes tropicales) con un error promedio para el Total de Nutrimientos Digestibles (TND) de 61 g/kg de MS, este error es similar al obtenido en estudios de Digestibilidad "in vivo" (Weiss et al. 1992).

El objetivo de la presente investigación fue estimar el contenido energético para la producción lechera de las principales especies forrajeras consumidas por el ganado bovino, tanto en fincas de lechería especializadas como de doble propósito, en el distrito de Florencia, cantón de San Carlos.

## MATERIALES Y METODOS

Un total de 132 muestras de los pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Ratana (*Ischaemum indicum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) fueron tomadas en fincas comerciales de lechería especializadas y de doble

propósito del distrito de Florencia, cantón de San Carlos, Costa Rica. Este distrito está ubicado en el trópico húmedo a una altitud de 150 msnm, su temperatura promedio es 25.8°C y la precipitación promedio anual 2815 mm. Los muestreos se realizaron 2 veces durante la época semiseca (enero a abril) y 2 veces durante la época lluviosa (mayo a diciembre). Durante estas épocas la precipitación promedio mensual fue de 125 mm y 230 mm, respectivamente. Los pastos Estrella Africana y Ratana se muestrearon a una edad de rebrote de 21 a 25 días y el *Brachiaria Ruzi* de 26 a 30 días. El pasto King Grass se cosechó a una edad de 50 a 60 días. En Sánchez et al. (1997) se hace una descripción detallada de las características de la zona analizada, los sistemas de producción pecuaria y las técnicas de muestreo de forrajes empleadas.

El contenido de energía de los forrajes se determinó en términos de TND, Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y Energía Neta para Lactación (ENL). El TND se estimó utilizando el modelo sumativo desarrollado por Weiss et al. (1992), y los contenidos de ED, EM y ENL por los procedimientos estándares de la NRC (1989). El modelo de Weiss et al. (1992) se basa en las fracciones químicas FDN, Fibra Detergente Acido y Lignina que se determinaron según las metodologías desarrolladas por Van Soest y Robertson (1985), así como PC, Extracto Etéreo, Cenizas, Nitrógeno Insoluble en Solución Detergente Neutro y Nitrógeno Insoluble en Solución Detergente Acido que se determinaron según AOAC (1984).

El modelo estadístico utilizado para analizar el contenido de energía de las especies de piso incluyó los efectos de especie forrajera, estación climática y la interacción especie por esta-

ción (SAS 1985, Snedecor y Cochran 1989). La significancia estadística ( $P < 0.05$ ) de las diferencias entre especies se determinó a través de la prueba de Scheffé. Debido a que se evaluó solamente una especie de forraje de corte, el modelo estadístico correspondiente incluyó únicamente la época climática.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se indican los niveles de TND de los forrajes del distrito de Florencia. Estos pastos difirieron ( $P < 0.05$ ) entre especies, siendo el pasto *Brachiaria Ruzi* el que mostró los valores mayores, seguido por los pastos Estrella Africana y Ratana. Ibrahim (1988) en Sri Lanka informó valores de TND en los pastos *Brachiaria ruzi*, Estrella Africana y Ratana de 72.1, 67.6 y 44.2%, respectivamente. Para el pasto Estrella Africana, van Soest y Giner-Chavez (1994) obtuvieron un nivel de 53% de TND, el cual coincide con el encontrado en esta investigación. Los valores mayores obtenidos por Ibrahim (1988) con respecto a los de esta investigación para los pastos *Brachiaria Ruzi* y Estrella Africana, pueden deberse al método utilizado para estimar su contenido energético y no a la calidad nutricional de los forrajes *per se* ya que los niveles de proteína cruda, fibra y lignina encontrados por Ibrahim (1988) en esos forrajes coinciden con los obtenidos en el Distrito de Florencia por Sánchez et al. (1997). Los forrajes de piso difirieron ( $P < 0.05$ ) entre épocas climáticas en cuanto al contenido de energía. El contenido de TND durante la época semiseca en estos forrajes fue 52.5% y durante la época lluviosa 53.9%.

Cuadro 1. Contenido de total de nutrientes digestibles totales (% de la MS) de los principales forrajes del Distrito de Florencia, cantón de San Carlos.

Especie	Estación		Lluviosa	$\bar{X}$	
	Semiseca				
Estrella A	53.0	(14)*	54.3	(28)	53.9 <sup>d</sup>
Ruzi B	54.7	(10)	56.4	(20)	55.8 <sup>c</sup>
Ratana A	49.6	(10)	50.7	(20)	50.3 <sup>c</sup>
$\bar{X}$	52.5 <sup>b</sup>		53.9 <sup>a</sup>		53.4
King Grass C	48.4	(10)	48.1	(20)	48.2

<sup>a,b</sup> Promedios en la misma hilera con diferente letra indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre épocas.

<sup>c,d,e</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

\* Número de muestras entre paréntesis.

A: 21-25 días de rebrote; B: 26-30 días; C: cosechado a 50-60 días.

El pasto King Grass presentó un valor promedio de 48.2% de TND, el cual es inferior al de los otros forrajes y sugiere que las prácticas de alimentación deben considerar la suplementación de este forraje de corte únicamente en aquellas épocas del año en que se reduce la disponibilidad de los forrajes de piso. El nivel de energía promedio obtenido en este forraje es similar al informado por Van Soest y Giner-Chavez (1994) para el pasto King Grass cosechado a los 60 días de rebrote.

Si se asume una buena disponibilidad y consumo de forrajes, el contenido de energía del pasto *Brachiaria Ruzi* satisface las necesidades de este nutrimento para que una vaca promedio de la zona produzca alrededor de 7.2 kg de leche con 3.5% de grasa por día (NRC 1989), mientras que el pasto *Ratana* aporta energía para la producción de sólo 5.2 kg. Al ser la energía el factor más limitante para la producción del ganado bovino en el trópico húmedo de Costa Rica (Sánchez y Soto 1993), al igual que en otras zonas del trópico americano (Vicente-Chandler et al. 1974), desde el punto de vista de calidad y contenido energético el pasto *Brachiaria Ruzi* constituye en la actualidad la mejor alternativa forrajera para la producción de ganado lechero en el Distrito de Florencia.

Los alimentos balanceados que se utilizan en esta zona para la nutrición del ganado lechero en producción deben ser altos en energía para complementar a los forrajes, lo cual puede lograrse mediante el uso de grasas (Grummer 1992). Debido a que la diferencia en el contenido de energía de los forrajes entre épocas climá-

ticas tiene poca importancia práctica, los alimentos balanceados que se formulen para esta zona deben contener el mismo nivel de energía durante todo el año.

Al ser los forrajes bajos en energía y constituir la principal fuente de nutrimentos para el ganado bovino de la zona, las prácticas de alimentación del hato en producción deben poner énfasis en la suplementación energética durante el primer tercio de la lactancia, ya que durante esta fase las vacas tienen los mayores requerimientos energéticos y del suministro del mismo depende la magnitud del pico de lactación (Coppock 1985). Además, el contenido de energía de la dieta tiene un efecto importante sobre la composición de la leche (Bachman 1992).

Los contenidos de ED, EM y EN<sub>L</sub> de las especies de piso difirieron ( $P < 0.05$ ) entre especies y entre épocas climáticas. Los valores promedio para estas especies fueron 2.35 Mcal de ED por kg de MS, 1.93 de EM y 1.19 de EN<sub>L</sub>. El contenido de energía del pasto King Grass, en sus diferentes formas, se mantuvo muy regular a lo largo del año y los niveles promedio de ED, EM y EN<sub>L</sub> fueron 2.12, 1.69, 1.06 Mcal/kg de MS, respectivamente (Cuadros 2, 3 y 4). García-Trujillo y Pedroso (1989) en Cuba han obtenido valores de EM para el pasto Estrella que oscilan entre 1.95 y 2.16 Mcal/kg de MS, dependiendo del nivel de fertilización. Estos valores coinciden con los encontrados en esta investigación. Para el pasto King Grass se obtuvo en Cuba un nivel de EM de 1.82 Mcal/kg de MS, el cual es superior al encontrado en el Distrito de Florencia.

Cuadro 2. Efecto de la estación climática sobre el contenido de energía digestible (Mcal/kg de MS) de los principales forrajes del distrito de Florencia, cantón de San Carlos.

Especie	Estación		Lluviosa	$\bar{X}$	
	Semiseca				
Estrella A	2.34	(14)*	2.39	(28)	2.37 <sup>d</sup>
Ruzi B	2.41	(10)	2.49	(20)	2.46 <sup>c</sup>
Ratana A	2.19	(10)	2.24	(20)	2.22 <sup>e</sup>
$\bar{X}$	2.31 <sup>b</sup>		2.37 <sup>a</sup>		2.35
King Grass C	2.13	(10)	2.12	(20)	2.12

<sup>a,b</sup> Promedios en la misma hilera con diferente letra indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre épocas.

<sup>c,d,e</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

\* Número de muestras entre paréntesis.

A: 21-25 días de rebrote; B: 26-30 días; C: cosechado a 50-60 días.

Cuadro 3. Contenido de energía metabolizable (Mcal/kg de MS) de los principales forrajes del distrito de Florencia, cantón de San Carlos.

Especie	Estación		$\bar{X}$
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella A	1.91 (14)*	1.97 (28)	1.95 <sup>d</sup>
Ruzi B	1.99 (10)	2.06 (20)	2.04 <sup>c</sup>
Ratana A	1.76 (10)	1.81 (20)	1.79 <sup>e</sup>
$\bar{X}$	1.89 <sup>b</sup>	1.95 <sup>a</sup>	1.93
King Grass C	1.70 (10)	1.69 (20)	1.69

<sup>a,b</sup> Promedios en la misma hilera con diferente letra indican diferencias significativas (P<0.05) entre épocas.

<sup>c,d,e</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente (P<0.05).

\* Número de muestras entre paréntesis.

A: 21-25 días de rebrote; B: 26-30 días; C: cosechado a 50-60 días.

Cuadro 4. Efecto de la estación climática sobre el contenido de energía neta de lactación (Mcal/kg de MS) de los principales forrajes del distrito de Florencia, cantón de San Carlos.

Especie	Estación		$\bar{X}$
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella A	1.18 (14)*	1.21 (28)	1.20 <sup>d</sup>
Ruzi B	1.22 (10)	1.26 (20)	1.25 <sup>c</sup>
Ratana A	1.09 (10)	1.12 (20)	1.11 <sup>e</sup>
$\bar{X}$	1.17 <sup>b</sup>	1.20 <sup>a</sup>	1.19
King Grass C	1.07 (10)	1.06 (20)	1.06

<sup>a,b</sup> Promedios en la misma hilera con diferente letra indican diferencias significativas (P<0.05) entre épocas.

<sup>c,d,e</sup> Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente (P<0.05).

\* Número de muestras entre paréntesis.

A: 21-25 días de rebrote; B: 26-30 días; C: cosechado a 50-60 días.

## AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Ing. Luis Piedra Castillo por haber colaborado en la recolección de las muestras que generaron esta investigación.

## LITERATURA CITADA

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1984. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington, D. C. USA. 1008p.

BACHMAN, K. C. 1992. Managing milk composition. In: Large Dairy Herd Management. Ed. by H.H. Van Horn and C.J. Wilcox. Champaign, IL. American Dairy Science Association. 336-346p.

CONRAD, H.R.; W.P. WEISS; W.O. ODWONGO; W.L. SHOCKEY. 1984. Estimating net energy lactation from components of cell solubles and cell walls. Journal of Dairy Science. 67:427-436.

COPPOCK, C.E. 1985. Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow. Journal of Dairy Science. 68:3403-3410.

GARCIA-TRUJILLO, R.; PEDROSO, D.M. 1989. Alimentos para Rumiantes. Tablas de Valor Nutritivo. Edica. La Habana, Cuba. 40p.

GRUMMER, R.R. 1992. Feeding strategies for supplemental fat. In: Large Dairy Herd Management. Ed. by H.H. Van Horn y C.J. Wilcox. American Dairy Science Association. Champaign, IL. p. 248-259.

IBRAHIM, M.N.M. 1988. Feeding Tables for Ruminants en Sri Lanka. Kandy Offset Printers Ltd. Kandy, Sri Lanka. 137p.

JARRIGE, R. (Ed). 1989. Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. Paris, France. Institut National de la Recherche Agronomique. John Libbey Eurotext. 379 p.

MINSON, D.J. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B. 52:592-615.

- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Washington, D.C. National Academy Press. 157 p.
- SANCHEZ, J.; SOTO, H. 1993. Estimated values of net energy of lactation of tropical pastures. *Journal of Dairy Science*. 76 (Suppl. 1). p. 215.
- SANCHEZ, J.; PIEDRA, L.; SOTO, H. 1997. Calidad nutricional de las forrajes del Distrito de Florencia, Cantón de San Carlos. *Agronomía Costarricense*
- S.A.S. 1985. SAS/STAT. Guide for Personal Computers. VI Edition. S.A.S. Inst. Inc. Cary, N.C. 378 p.
- SNEDECOR, G.; COCHRAN, G.W. 1989. *Statistical Methods*. 8th Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 703 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. 1985. Analysis of forage and fibrous foods. Cornell University. Ithaca, N.Y. 164 p.
- VAN SOEST, P.J.; GINER-CHAVEZ. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N.Y. 476 p.
- VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUÑA, J.F.; CARO-COSTAS, R.; FIGARELLA, J.; SILVA, S.; PEARSON, R.W. 1974. Intensive grassland management en the humid tropics of Puerto Rico. University of Puerto Rico. Agric. Exp. Sta., Río Piedras. Bulletin N°233. 164 p.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; St. PIERRE, N.R. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Tech.* 39:95-110.