

ESTIMACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS FORRAJES DEL CANTON DE SAN CARLOS. III. ENERGIA PARA LA PRODUCCION DE LECHE

Jorge Ml. Sánchez¹

Henry Soto²

ABSTRACT

Estimated nutritive quality of forages in the San Carlos County, Costa Rica. III. Energy for milk production. A total of 192 hand-plucked samples of *Cynodon nlemfuensis*, *Setaria anceps* var White, *Setaria anceps* var Purple, *Brachiaria ruziziensis*, *Pennisetum clandestinum* and *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* were taken in the Quesada District, San Carlos County during a year, in order to estimate its energy content. Samples were taken in dairy farms in paddocks before grazing. Stage of maturity of *Setaria anceps*, *Brachiaria ruziziensis* and *Pennisetum clandestinum* ranged from 26 to 30 days; meanwhile two sampling ages were established for *Cynodon nlemfuensis*, one from 20 to 25 days and the other from 26 to 30. King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) was harvested at a stage of maturity of 50 to 60 days. The Quesada District is located in the humid tropics of Costa Rica at an altitude ranging from 200 to 1600 masl. Average temperature in the area is 23°C and annual average rainfall is 4577 mm. Samples were taken during the semidry (January-April) and rainy seasons (May-December). Total digestible nutrients were estimated via the mathematical model proposed by Weiss et al. (1992). Contents of digestible, metabolizable and net energy for lactation were also estimated utilizing standard NRC (1989) procedures. Significant differences were found among grass species

1 : Escuela de Zootecnia y Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA).

2 : Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

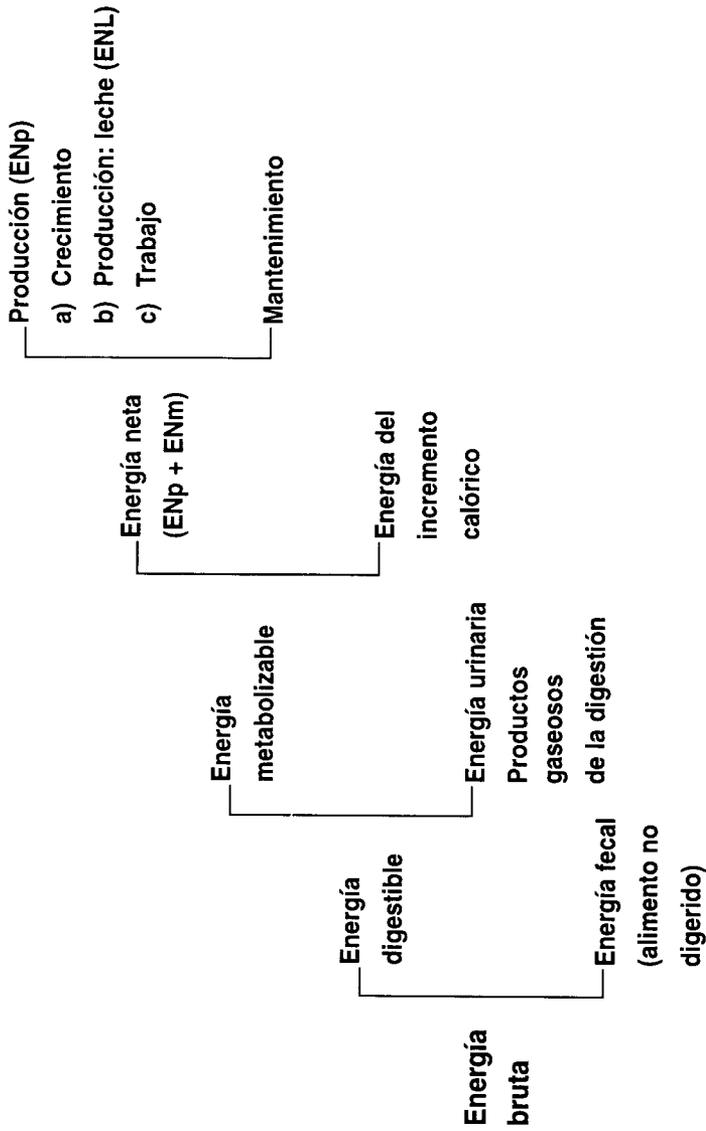
and seasons of the year for all energy expressions. The mean values of total digestible nutrients for *Cynodon nlemfuensis* sampled at a stage of maturity of 20 to 25 days, *Cynodon nlemfluensis* harvested at 26 to 30 days, *Setaria anceps* var White, *Setaria anceps* var Purple, *Brachiaria ruziziensis*, *Pennisetum clandestinum* and *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* were 54.1, 53.6, 56.2, 52.8, 53.7, 56.7 and 47.8, respectively. Average contents of digestible energy, metabolizable energy and net energy for lactation for all grazing species were 2.41, 2.04 and 1.25 Mcal/ kg of DM, meanwhile, values for the King Grass were 2.11, 1.75 and 1.09 Mcal/ kg of DM, respectively. If availability and intake of grazing species is adequate, energy content of these grasses meet the requirements of the average cow in the zone to produce from 6.3 to 7.8 kg of milk with 3.5% of fat per day. Results show that energy is the most limiting nutrient for milk production in the Quesada District. Therefore, grain mixtures formulated for dairy herds in the area should be high in energy (more than 3.2 Mcal of digestible energy/ kg of DM). This being particularly important for cows in the first 150 days of lactation.

INTRODUCCION

Entre el 70 y 85% de la Materia Seca (MS) que consume un animal es utilizada para generar energía; la cual a su vez se usa para mantener la temperatura corporal, el crecimiento, la actividad, la producción y la reproducción. Los procesos digestivos y metabólicos a que son sometidos los carbohidratos, proteínas y lípidos contenidos en los alimentos, liberan la energía y la hacen disponible al animal. Estos procesos son coadyuvados por enzimas, minerales y vitaminas. En la Figura 1 se ilustra el fraccionamiento de la energía dietética (Maynard et al., 1989). Tyrrell (1985; citado por Coppock, 1985) estima que la energía consumida por una vaca lechera de 600 kg de peso vivo, que produce 40 kg de leche con 4% de grasa y que tiene una actividad mínima, se distribuye de la siguiente manera en los procesos digestivos y metabólicos: energía fecal 35,3%; energía para

Figura 1.

Distribución de la energía en los procesos metabólicos



la producción de calor 31,1; energía para la producción de leche 25,5; energía contenida en los productos gaseosos de la digestión 5,3 y energía urinaria 2,8.

En la Figura 2 se presenta el esquema propuesto por Blaxter (1964) para indicar la forma en que la energía metabolizable contenida en los forrajes es utilizada por el rumiante para la producción de productos útiles para el hombre, tales como la leche y la carne.

Durante la mayor parte del primer trimestre de lactación la mayoría de las vacas están sometidas a un balance energético negativo, el cual obliga a la movilización de reservas corporales. Este comportamiento del metabolismo energético permite obtener una máxima producción de leche, no obstante aumenta la susceptibilidad a desbalances metabólicos como la cetosis y demora el retorno a los ciclos estrales. El desfase que existe entre la curva de consumo de MS que tiene su pico entre la 12^{ava} y 15^{ava} semana posparto y la curva de lactación con su pico entre la 5^{ta} y 8^{ava} es bien conocido (Figura 3); sin embargo los principios fisiológicos que gobiernan este comportamiento continúan sin una explicación satisfactoria. Mejores prácticas de alimentación energética durante este período quizás no reduzcan la magnitud del desbalance energético pero definitivamente incrementan la producción obtenida en el el pico de lactación. Esto tiene importantes implicaciones sobre la lactación, ya que por cada kilogramo en que se incremente la producción diaria durante el pico la producción total aumenta en 250 kg. Durante este primer trimestre el metabolismo energético está orientado hacia la producción láctea, mientras que durante el segundo y tercer trimestre la prioridad es la reproducción de la vaca (Coppock (1985).

Los niveles de producción de los animales que consumen forrajes tropicales son inferiores a los de aquellos animales similares que consumen pastos de clima templado. Esto se debe fundamentalmente al menor consumo de proteína y energía digestible cuando se pastorean praderas tropicales naturales o naturalizadas, o bien especies mejoradas (Pezo et al., 1992).

Uno de los factores más limitantes para desarrollar programas de alimentación para el ganado lechero en Costa Rica y en general, en el trópico

Figura 2.

**Relación entre la producción animal y la calidad nutricional de los forrajes
(Adaptado de K. L. Blaxter, 1964)**

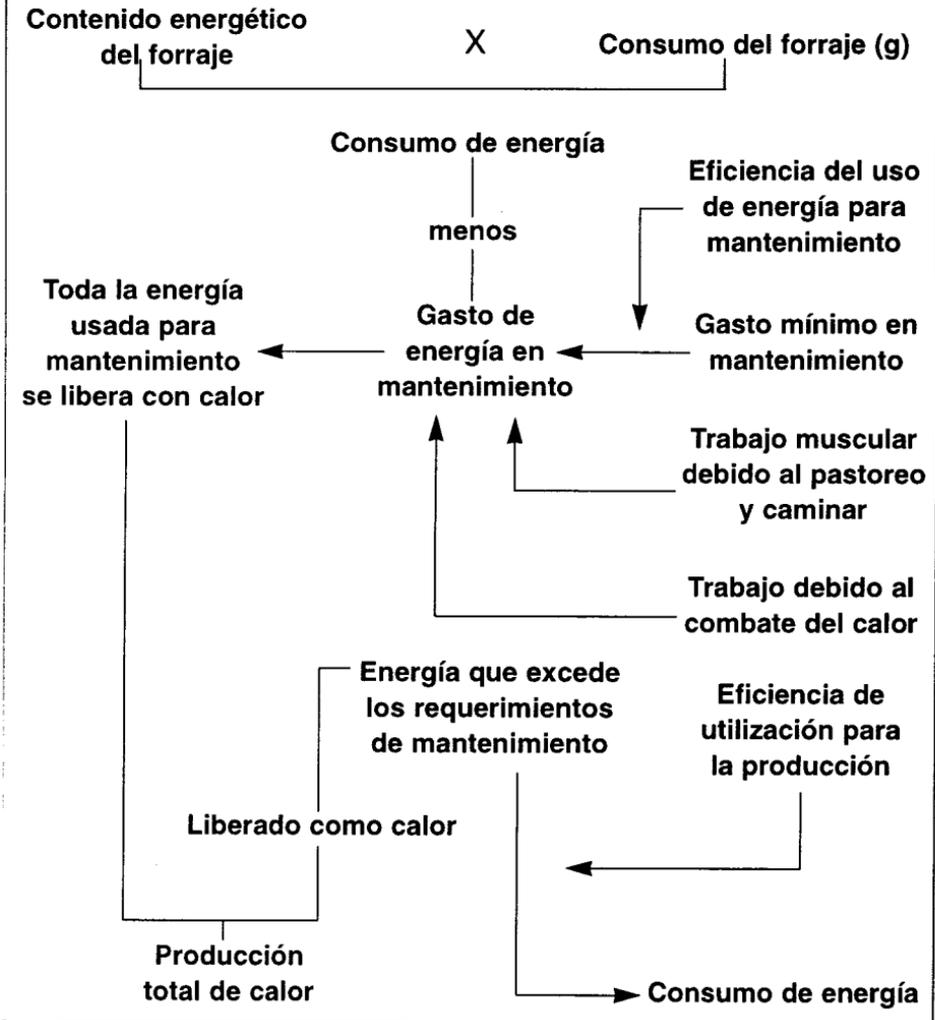
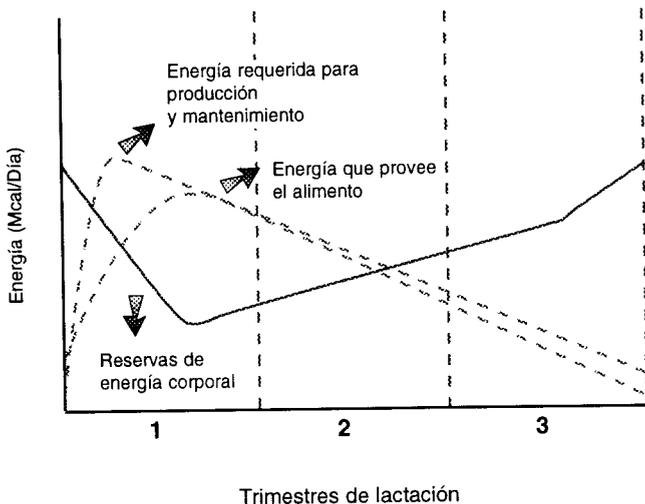


Figura 3.

**Relación entre el contenido energético de los alimentos
y los requerimientos de una vaca lechera
(Adaptado de Coppock, 1985)**



americano (García-Trujillo, et al., 1989; Jarrige, 1989), es la falta de información local y confiable sobre el contenido de energía de los forrajes y el consumo de pasto que hacen los animales manejados bajo pastoreo.

El contenido de energía de los alimentos sólo se puede determinar por ensayos de digestibilidad, los cuales son muy laboriosos y costosos para realizarlos en todos los ingredientes de una dieta. Un método alternativo más ágil y barato es el uso de la combinación de técnicas químicas y modelos matemáticos para estimar dichos valores (Minson, 1982). Una vez conocido el Total de Nutrientos Digestibles (TND) o la Energía Digestible (ED), todas las otras formas de energía se pueden calcular utilizando ecuaciones apropiadas (Weiss, 1993).

Con el fin de desarrollar una metodología tendiente a estimar el contenido de energía de los alimentos, Conrad et al. (1984) utilizaron las leyes de la física usadas en física y geometría para unir dos metodologías clásicas empleadas en el análisis de los alimentos: el análisis de la fibra mediante el empleo de detergentes (Van Soest, 1967) y la determinación de la energía en términos de Energía Neta para Lactación (EN_L). Esto permitió desarrollar una ecuación sumativa para calcular el contenido de EN_L de los alimentos a partir de la composición química de los mismos. En esta ecuación el coeficiente de digestibilidad de la pared celular es una función de la relación que existe entre las áreas superficiales de la lignina y de la Fibra Detergente Neutro (FDN), calculadas a partir de sus masas. El uso de este concepto permitió desarrollar por primera vez una única ecuación que es capaz de estimar el contenido de energía tanto de los forrajes (gramíneas y leguminosas), como de los granos y subproductos agroindustriales. Para la proteína cruda (PC), los lípidos y los carbohidratos no fibrosos, el modelo utiliza coeficientes teóricos. La incorporación de la fracción fibrosa en esta ecuación es relevante en la estimación de la calidad nutricional de los alimentos para rumiantes; ya que ésta es la fracción de la planta que tiene el coeficiente de digestibilidad más variable, debido fundamentalmente a los diferentes grados de madurez y por lo tanto de lignificación que puede tener.

El modelo de Conrad et al. (1984) fue derivado usando una variedad muy amplia de alimentos, que incluyen forrajes tropicales y subtropicales tales como *Paspalum notatum*, *Cynodon dactylon* y *Sorghum bicolor sudanense*. En 1992 este modelo fue modificado con el fin de mejorar su capacidad para estimar el contenido de energía de los alimentos y que abarcara una población más amplia (Weiss et al., 1992). La ecuación fue probada en 248 alimentos que incluía forrajes (entre ellos algunos tropicales), granos y subproductos y tiene un error promedio para el TND de 61 g por kilogramo de MS, el cual según Weiss et al (1992) es similar al error que se obtiene en ensayos de digestibilidad "in vivo".

El objetivo de la presente investigación fue estimar los contenidos de energía de las principales especies de gramíneas forrajeras consumidas por el ganado lechero del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos, en términos de TND, ED, EM y EN_L .

MATERIALES Y METODOS

El Distrito de Quesada está ubicado en el Trópico Húmedo de Costa Rica a 10° 30' Latitud Norte y 84° 10' Longitud Oeste, su altitud oscila entre los 200 a 1600 msnm. La temperatura promedio anual es de 23°C y las temperaturas promedio mínima y máxima son 18,8 y 27,1°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 4577 mm, con un promedio mensual durante la época semiseca (enero a abril) de 175 y durante la época lluviosa (mayo a diciembre) de 485 mm³.

La producción de leche es una de las principales actividades económicas del Distrito de Quesada. La misma se realiza en explotaciones del tipo de lechería especializada, donde se emplea un buen grado de tecnología y se produce con animales de las razas Holstein, Jersey, Guernsey o sus cruces. La producción promedio de leche es de 18 kg por vaca por día y la alimentación se basa en el uso intensivo de los forrajes, así como en el suministro de alimentos balanceados que se ofrecen en una relación leche:alimento que oscila entre 2,5:1 y 4:1. El empleo de subproductos agroindustriales de la zona, tales como la melaza de la caña de azúcar, también es frecuente.

Utilizando la técnica de muestreo denominada cuota probabilística (Snedecor y Cochran, 1989), se recolectó durante un período de un año un total de 192 muestras de las principales especies de gramíneas forrajeras del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos. Las especies estudiadas fueron Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), San Juan blanco (*Setaria anceps*), San Juan morado (*Setaria anceps*), Brachiaria ruzi (*Brachiaria ruzizensis*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*). Las muestras fueron tomadas en los potreros que seguían en el orden de pastoreo y las edades de rebrote a que fueron cosechadas fueron de 25 a 30 días para los pastos San Juan blanco, San Juan morado, Brachiaria ruzi y Kikuyo. Para el pasto Estrella Africana se establecieron dos estratos uno de 21 a 25 días y otro de 26 a 30. El pasto King Grass fue cosechado a una edad de 50 a 60 días.

3 Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional.

Para evaluar la calidad nutricional de los forrajes se estimaron los contenidos de TND, ED, EM y EN_L . El contenido de TND se estimó usando el modelo matemático sumativo desarrollado por Weiss et al. (1992) y los contenidos de ED, EM y EN_L por los procedimientos empleados por el NRC (1989). El modelo de Weiss et al. (1992) utiliza las fracciones químicas FDN, fibra detergente ácido y lignina, las cuales se determinaron según las metodologías desarrolladas por Van Soest y Robertson (1985). Así como PC, extracto etéreo, cenizas, nitrógeno insoluble en soluciones detergente neutro y ácido, que se determinaron según procedimientos de la AOAC (1984). En Sánchez y Soto (1996, 1997) se indican los valores obtenidos para estas variables.

Para analizar la variabilidad del contenido de energía en las especies de piso se utilizó un modelo estadístico que incluyó los efectos de especie de gramínea forrajera, estación climática y la interacción especie de gramínea x estación climática (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 estudió únicamente una especie de pasto de corte, el modelo estadístico usado para su análisis sólo incluyó el efecto de la época climática.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan estimados para el valor de TND de las muestras de gramíneas forrajeras colectadas en el Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos. Esta variable difirió ($P < 0,05$) tanto entre especies forrajeras como entre épocas climáticas. Entre las especies de piso los pastos San Juan blanco y Kikuyo fueron los que presentaron los mayores valores de energía, seguidos por los pastos Estrella africana, Ruzi y San Juan morado. En estudios realizados por Sánchez y Soto (1997) en el Distrito de Florencia se obtuvieron valores de TND para el pasto Estrella africana similares a los de esta investigación; sin embargo el pasto Ruzi en dicho Distrito presentó valores mayores. Van Soest y Giner-Chaves (1994) informan un valor de TND de 53% para el pasto Estrella africana, el cual es ligera-

Cuadro 1.

**Contenido estimado de total de nutrimentos digestibles
(% de la MS) de los pastos del Distrito de Quesada,
Cantón de San Carlos**

Especie	Estación				X
	Semiseca		Lluviosa		
Estrella A	54,2	(12) ¹	54,0	(24)	54,1 ^b
Estrella B	54,1	(14)	53,3	(28)	53,6 ^b
San Juan blanco B	58,5 ^a	(12)	55,0 ^b	(24)	56,2 ^a
San Juan morado B	55,5 ^a	(4)	51,5 ^b	(8)	52,8 ^b
Ruzi B	54,7	(4)	53,2	(8)	53,7 ^b
Kikuyo B	57,8 ^a	(10)	56,1 ^b	(20)	56,7 ^a
X	55,9 ^a		54,2 ^b		54,8
King Grass C	48,9	(8)	47,3	(16)	47,8

a,b Promedios en la misma hilera o columna con diferente letra difieren significativamente ($P < 0,05$)

A: 21-25 d; *B:* 26-30 d de pastoreo; *C:* cosechado en pre-floración.

1 Número de muestras en paréntesis.

mente inferior al obtenido en este estudio. Ibrahim (1988) en Sri Lanka ha obtenido valores de TND en los pastos Estrella africana, San Juan, Ruzi y Kikuyo de 67,6; 57,2; 63,3 y 66,3%, respectivamente. Estos valores son mayores que los encontrados en esta investigación, lo cual puede deberse a la metodología utilizada para estimar su contenido de energía y no a la

calidad nutricional de los forrajes per se; ya que los niveles de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina obtenidos por Ibrahim (1988) son similares a los encontrados por Sánchez y Soto (1996, 1997) en los forrajes del Distrito de Quesada.

El valor promedio de TND para el pasto King Grass fue 47,8%, el cual corresponde a 87% del valor promedio presentado por las especies de piso. Este contenido de energía es similar al obtenido por Sánchez y Soto (1997) en el Distrito de Florencia y por Van Soest (1994).

La evaluación por épocas climáticas indica que el contenido de TND en los pastos San Juan blanco, San Juan morado y Kikuyo, así como el promedio de las especies de piso fue mayor ($P < 0,05$) durante la época semi-seca que durante la lluviosa. En el estudio realizado por Sánchez y Soto (1997) en el Distrito de Florencia se obtuvo un comportamiento inverso; lo cual puede deberse al régimen de precipitación diferente que impera en ambas zonas.

El análisis del comportamiento del contenido de TND en el pasto Estrella africana en las dos categorías de muestreo, indica que la depresión en el contenido de energía es mínima al pasar de una frecuencia de pastoreo de 21 a 25 días a otra de 26 a 30. Debido a que este forraje produce una mayor cantidad de biomasa a una edad de rebrote de 26 a 30 días (Ulate, 1975), y a que la depresión en su calidad nutricional en este estado de crecimiento es mínimo, la mejor frecuencia de pastoreo para el pasto Estrella africana en el Distrito de Quesada (altitudes que oscilan entre 650 y 1200 msnm) es la de 25 a 30 días.

Si se asume una buena disponibilidad y consumo de forrajes, el contenido de energía promedio de los pastos de piso satisface las necesidades sugeridas por el NRC (1989) de las vacas secas de la zona en estudio. Así como los requerimientos de este nutrimento para que una vaca produzca 6,7 kg de leche con 3,5% de grasa. Los animales que sólo consumen pastos como el San Juan blanco y el Kikuyo pueden producir alrededor de 7,2 kg de leche, mientras que los que consumen San Juan morado pueden producir 5,9 kg. Por el contrario, según Sánchez y Soto (1996) el contenido de PC de los forrajes de esta zona le permiten a un animal producir

hasta 15 kilogramos de leche por día. Esto pone en evidencia la importancia de considerar el contenido energético de los forrajes tropicales como un criterio en la selección de los mismos.

Los contenidos de ED, EM y EN_L se presentan en los Cuadros 2, 3 y 4. El análisis de los pastos de piso indica que los niveles de estas formas de energía difirieron ($P < 0,05$) entre especies y entre épocas climáticas. Los valores promedio para estos forrajes fueron 2,41 Mcal de ED por kg de MS, 2,04 de EM y 1,25 de EN_L . El contenido energético del pasto de corte tuvo poca variación a lo largo del año y sus niveles promedio de ED, EM y EN_L fueron 2,11, 1,75 y 1,09 Mcal por kg de MS, respectivamente.

Xandé et al. (1989) en las Antillas Francesas ha obtenido valores de ED y EM para el pasto Estrella africana a una edad de rebrote de siete semanas de 2,39 y 2,04 Mcal por kg de MS, y para el pasto King Grass cosechado a las 10 semanas de 2,49 y 2,13 Mcal por kg de MS, respectivamente. Si se considera que los forrajes pierden calidad nutricional al ser cosechados a edades mayores de rebrote (Van Soest, 1994), los valores obtenidos por Xandé et al. (1989) son mayores a los encontrados en esta investigación, lo cual puede deberse a la metodología utilizada por estos autores para estimar el contenido de energía de los forrajes. En Cuba, García-Trujillo y Pedroso (1989) han obtenido valores de EM para el pasto Estrella africana de 2,0 Mcal, el cual es similar al encontrado en el Distrito de Quesada. Para el pasto King Grass el nivel obtenido por dichos autores fue 2,02 Mcal por kg de MS, que es superior al obtenido en esta investigación.

Por ser los forrajes del Distrito de Quesada bajos en energía y constituir la base de la dieta del ganado lechero de la zona, las prácticas de alimentación deben de poner énfasis en este nutrimento. Así, los alimentos balanceados deben formularse con cantidades altas de energía (más de 3,2 Mcal de ED/ kg de MS) y suministrarse según el estado fisiológico del animal (Muller, 1992), dando el concentrado en una relación 2,5 : 1 (leche: alimento balanceado) durante los primeros 150 días de lactación, 3 : 1 entre los 150 y 210 días y 3 : 1 o sólo pastoreo entre los 210 y los 305 días. Estas prácticas de alimentación pueden variar según la relación costo : beneficio. Si la disponibilidad de los forrajes es adecuada, el contenido de energía de

Cuadro 2.

**Efecto de la estación sobre el contenido de
energía digestible estimada (Mcal/kg de MS) de los pastos
del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos**

Especie	Estación				X
	Semiseca		Lluviosa		
Estrella A	2,39	(12) ¹	2,38	(24)	2,39 ^b
Estrella B	2,39	(14)	2,35	(28)	2,36 ^b
San Juan blanco B	2,58 ^a	(12)	2,42 ^b	(24)	2,47 ^a
San Juan morado B	2,45 ^a	(4)	2,27 ^b	(8)	2,33 ^b
Ruzi B 2,41	(4)	2,35	(8)	2,37 ^b	
Kikuyo B	2,55 ^a	(10)	2,47 ^b	(20)	2,50 ^a
X	2,46 ^a		2,39 ^b		2,41
King Grass C	2,16	(8)	2,09	(16)	2,11

a,b,c Promedios en la misma hilera o columna con diferente letra difieren significativamente ($P < 0,05$)

A: 21-25 d; B: 26-30 d de pastoreo; C: cosechado en pre-floración.

1 Número de muestras en paréntesis.

los mismos satisface las necesidades de este nutrimento de las vacas secas. Sin embargo, las vacas prontas (3 a 4 semanas antes del parto) deben recibir alimento balanceado en una cantidad equivalente a 0,5% del peso vivo. Además, el buen balance energético de una ración (especialmente

Cuadro 3.

Efecto de la estación sobre el contenido de energía metabolizable estimada (Mcal/kg de MS) de los pastos del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos

Especie	Estación		X
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella A	2,01 (12) ¹	2,00 (24)	2,00 ^b
Estrella B	2,00 (14)	1,97 (28)	1,99 ^b
San Juan blanco B	2,22 ^a (12)	2,07 ^b (24)	2,12 ^a
San Juan morado B	2,09 ^a (4)	1,90 ^b (8)	1,96 ^b
Ruzi B 2,05	(4) 1,98	(8) 2,00 ^b	
Kikuyo B	2,17 ^a (10)	2,11 ^b (20)	2,13 ^a
X	2,09 ^a	2,02 ^b	2,04
King Grass C	1,80 (8)	1,72 (16)	1,75

a,b Promedios en la misma hilera o columna con diferente letra difieren significativamente ($P < 0,05$)

A: 21-25 d; *B:* 26-30 d de pastoreo; *C:* cosechado en pre-floración.

1 Número de muestras en paréntesis.

cuando la energía proviene de los carbohidratos) contribuye a aumentar la producción de leche y el contenido de proteína láctea. Este incremento en el porcentaje de proteína de la leche puede deberse a que los carbohi-

Cuadro 4.

Contenido de energía neta de lactación estimada (Mcal/kg de MS) de los pastos del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos

Especie	Estación		X
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella A	1,23 (12) ¹	1,23 (24)	1,23 ^b
Estrella B	1,23 (14)	1,21 (28)	1,22 ^b
San Juan blanco B	1,35 ^a (12)	1,27 ^b (24)	1,29 ^a
San Juan morado B	1,28 ^a (4)	1,17 ^b (8)	1,21 ^b
Ruzi B	1,25 (4)	1,22 (8)	1,23 ^b
Kikuyo B	1,32 (10)	1,29 ^b (20)	1,30 ^a
X	1,27 ^a	1,24 ^b	1,25
King Grass C	1,12 (8)	1,07 (16)	1,09

a,b Promedios en la misma hilera o columna con diferente letra difieren significativamente ($P < 0,05$)

A: 21-25 d; B: 26-30 d de pastoreo; C: cosechado en pre-floración.

1 Número de muestras en paréntesis.

dratos promueven la producción de ácido propiónico en el rumen, lo cual aparentemente favorece la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis proteica (Bachman, 1992).

RESUMEN

Se tomó un total de 192 muestras de los pastos Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), San Juan blanco (*Setaria anceps*), San Juan morado (*Setaria anceps*), Brachiaria ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en el Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos con el objeto de estimar su contenido de energía. Las muestras fueron tomadas en lecherías especializadas en los potreros que seguían en el orden de rotación y los pastos San Juan blanco, San Juan morado, Brachiaria ruzi y Kikuyo se tomaron a una edad de rebrote que osciló entre los 26 y 30 días, mientras que para el pasto Estrella africana se establecieron dos categorías: una de 20 a 25 días y la otra de 26 a 30. El pasto King Grass se cosechó a una edad de rebrote de 50 a 60 días. El Distrito de Quesada está ubicado en el trópico húmedo de Costa Rica a una altitud que oscila entre los 200 y 1600 msnm. La temperatura promedio en la zona es de 23°C y la precipitación promedio anual es de 4577 mm. Las muestras fueron tomadas durante las épocas semiseca (enero a abril) y lluviosa (mayo a diciembre) y en las mismas fueron estimados los contenidos de total de nutrimentos digestibles utilizando el modelo matemático sumativo de Weiss et al. (1992) y los contenidos de energía digestible, energía metabolizable y energía neta para lactación utilizando procedimientos estándares del NRC (1989). Se encontraron diferencias significativas entre especies y entre épocas climáticas para todas las formas de energía. Los valores promedio de total de nutrimentos digestibles para los pastos Estrella africana cosechado de 20 a 25 días, Estrella africana muestreado de 26 a 30 días, San Juan blanco, San Juan morado, Brachiaria ruzi, Kikuyo y King Grass fueron 54,1; 53,6; 56,2; 52,8; 53,7; 56,7 y 47,8. Los valores promedio de energía digestible, energía metabolizable y energía neta para lactación de las especies de piso fueron 2,41; 2,04 y 1,25 Mcal/ kg de MS; mientras que para el pasto de corte estos valores fueron 2,11; 1,75 y 1,09 Mcal/ kg de MS. Si se asume una buena disponibilidad y consumo de los forrajes de piso, el contenido de energía de los pastos le permite a una vaca promedio de la zona producir entre 6,3 y 7,8 kg de leche con 3,5% de grasa por día. Lo cual pone en evidencia que la

energía es el nutrimento más limitante para la producción de leche en el Distrito de Quesada y que los alimentos balanceados que se formulen para los hatos de ganado lechero de la zona deben ser altos en energía (más de 3,2 Mcal de ED/ kg de MS), favoreciéndose con estas dietas especialmente las vacas que se encuentran en los primeros 150 días de lactación.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Lic. Emilio Vargas por la colaboración ofrecida al inicio de este experimento.

BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. *Official Methods of Analysis*. 12 ed. Washington, D. C. 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. Pp. 336-346.
- BLAXTER, K. L. 1964. Utilization of the metabolizable energy of grass. *Proceedings Nutrition Society*. 23: 62-71.
- 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.; D. M. PEDROSO. 1989. *Alimentos para Rumiantes. Tablas de Valor Nutritivo*. Edica. La Habana, Cuba. 40p.
- IBRAHIM, M. N. M. 1988. *Feeding Tables for Ruminants in Sri Lanka*. Kandy Offset Printers Lts. Kandy, Sri Lanka. 137p.

- JARRIGE, R. (Ed). 1989. Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. Institut National de la Recherche Agronomique. John Libbey Eurotext. Paris, France. 379 p.
- MAYNARD, L. A.; J. K. LOOSLI, H. F. HINTZ; R. G.. WARNER. 1989. Nutrición Animal. Traducido de la Sétima Edición en Inglés por Alfonso Ortega Said. Mc Graw-Hill. México. 640 p.
- MINSON, D. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B. 52: 592-615.
- MULLER, L. D. 1992. Feeding Management Strategies. IN: Large Dairy Herd Management. Ed. by H. H. Van Horn and C. J. Wilcox. Champaign, IL. American Dairy Science Association. Pp. 336-346.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Washington, D. C. National Academy Press. 157p.
- PEZO, D. A.; F. ROMERO; M. IBRAHIM. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. IN: S. Fernández Baca (Ed.). Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Pp. 47-98.
- SANCHEZ, J. ML.; H. SOTO. 1996. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del Cantón de San Carlos. I. Materia seca y componentes celulares. Nutrición Animal Tropical. 3 (1): 3 -18.
- SANCHEZ, J. ML.; H. SOTO. 1997. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del Cantón de San Carlos. II. Componentes de la pared celular. Nutrición Animal Tropical. 4 (1): 3 - 23.
- S. A. S. 1985. SAS/STAT. Guide for Personal Computers. VI Edition. S.A.S. Inst. Inc. Cary, N. C.. U.S.A. 378 p.
- SNEDECOR, G.; G. W. COCHRAN. 1989. Statistical Methods. 8th Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A. 703 p.
- ULATE, R. 1975. Efecto de la influencia de corte sobre el rendimiento, composición química y digestibilidad "in vitro" de cinco forrajes tropicales. Tesis Ing. Agr., San José, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 89 p.

- VAN SOEST, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *Journal of Animal Science*. 26: 119.
- VAN SOEST, P. J.; J. B. ROBERTSON. 1985. *Analysis of Forage and Fibrous Foods*. Cornell University. Ithaca, N. Y. U.S.A. 164p.
- VAN SOEST, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York. U. S. A.476p.
- VAN SOEST, P. J.; B. GINER-CHAVES. 1994. Nutritive value of fibrous feeds. Cornell University. Ithaca. IN: *Beef cattle production systems in the tropics*. Seminario MAG/Progasa. Atenas, Costa Rica. 10p.
- WEISS, W. P.; H. R. CONRAD; N. R. St. PIERRE. 1992. A theoretically- based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Tech.* 39:95-110.
- WEISS, W. P. 1993. Predicting energy values of feeds. *Journal of Dairy Science*. 76: 1802-1811.
- XANDE, A; R. GARCIA-TRUJILLO; O. CACERES. 1989. Feeds of the Humid Tropics. (West Indies). IN: *Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables*. Ed. by R. Jarrige. Institut National de la Recherche Agronomique. John Libbey Eurotext. Paris. France. Pp. 347-363.