

CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS FORRAJES EN UNA ZONA CON POTENCIAL ALTO PARA LA PRODUCCION DE LECHE, EN EL TROPICO HUMEDO DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA¹

Jorge Ml. Sánchez^{2/*}, Guillermo Quesada^{**}

RESUMEN

Para estimar la calidad nutricional de las graminéas forrajeras del trópico húmedo de Costa Rica, los distritos pertenecientes a los cantones de San Carlos y Grecia (provincia de Alajuela) se dividieron en zonas de alta (distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto), mediana (Fortuna) y baja (Florencia) producción lechera. En este artículo se analiza la zona con niveles altos de producción, con una media de 14 kg/vaca/día, que en algunos hatos llega a los 20 kg. La región presenta entre 250 y 500 msnm, 4088 mm/año y 26.3°C. Durante la época semiseca (enero a abril) la precipitación promedio mensual es de 168 mm y durante la lluviosa (mayo a diciembre), 427 mm. Se tomó un total de 128 muestras de pasto simulando pastoreo de Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), San Juan (*Setaria anceps*), Signal (*Brachiaria decumbens*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Pará (*Brachiaria mutica*), Guinea (*Panicum maximun*) y King Grass (*Pennisetum purpureum*). Los pastos de piso fueron muestreados a una edad de rebrote de 25 a 30 días, mientras que el de corte se cosechó a 50-60 días. La calidad nutricional de los forrajes se estimó en términos de sus contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro, carbohidratos no

ABSTRACT

Nutritional quality of grasses in a zone of high dairy production potential, in the humid tropics of northern Costa Rica. To estimate nutritional quality of grasses in the humid tropics of Costa Rica, districts of San Carlos and Grecia Counties (Alajuela Province) were divided into areas of high (Aguas Zarcas, Venecia and Río Cuarto Districts), medium (Fortuna) and low (Florencia) dairy production potential. This article focuses on the high-production zone, averaging 14 kg/cow/year, with some herds reaching 20 kg. Altitude ranges 250-500 masl. Temperature averages 26.3 C, rainfall 4088 mm/year; monthly rainfall averages 168 and 427 mm during the semidry (Jan-Apr) and rainy (May-Dec) seasons, resp. A total of 128 hand-plucked samples were taken, simulating grazing patterns, from *Cynodon nlemfuensis*, *Setaria anceps*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria mutica*, *Panicum maximun* and *Pennisetum purpureum*. Stage of maturity of grazing species ranged 25-30 days and the fodder 50-60 days. Nutritional quality of grasses was estimated in terms of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and non-fiber carbohydrates contents, and "in vitro" dry matter digestibility. Average values for these variables in grazing species were 20.7%, 11.3%, 70.0%, 11.5% and 68.6% of DM, respectively; fodder averages were 17.3%, 7.6%, 73.0%, 12.3% and 64.1% of DM. Significant differences (P<0.05) among

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). Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Dirección electrónica: jmsanche@cariari.ucr.ac.cr

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

fibrosos y digestibilidad "in vitro" de la materia seca. Los valores promedio en los pastos de piso fueron: 20.7%, 11.3%, 70.0%, 11.5% y 68.6% de la materia seca, respectivamente, mientras que para el pasto de corte fueron 17.3%; 7.6%; 73.0%; 12.3% y 64.1% de la materia seca. Todas las variables difirieron ($P < 0.05$) entre especies. El contenido de materia seca presentó los menores valores ($P < 0.05$) durante la época lluviosa. Los bajos contenidos de materia seca en el pasto San Juan, que se acentúan aún más durante la época lluviosa, pueden reducir el consumo de materia seca en el ganado lechero y por consiguiente la producción de leche. El alimento balanceado que se formule para complementar la dieta del hato promedio de esta zona con una producción de 14 kg de leche/vaca/día, debe contener alrededor de 14% de proteína cruda y niveles altos de carbohidratos no fibrosos, los cuales contribuirían a mejorar los procesos de fermentación ruminal. Conforme se incrementan los niveles de producción del hato, el contenido de proteína cruda debe incrementarse también, llegando a niveles de 18% en aquellos hatos con promedios de 20 kg de leche/vaca/día.

INTRODUCCION

En estudios realizados por Godínez (1996) se ha encontrado que la producción lechera del hato de ganado Holstein en Costa Rica presenta un incremento anual estimado de 59.2 kg de leche, de los cuales 1.4 kg corresponden al aporte genético y 57.7 al ambiental. Esta información pone en evidencia la importancia del ambiente sobre el progreso de los hatos de lechería en el país. Dentro de los componentes ambientales destaca la alimentación, la cual, en la mayoría de las fincas del trópico, se basa en el uso intensivo de los forrajes.

El trópico húmedo es una de las zonas con mayor potencial para el cultivo de forrajes y por consiguiente para la producción ganadera (Vicente-Chandler et al. 1964). En Costa Rica, la producción de ganado lechero se ha desplazado hacia las zonas bajas del trópico húmedo en los últimos años y en la actualidad, ésta constituye una de las principales actividades económicas de los distritos

species were found for all variables. DM content showed the lowest levels during the rainy season ($P < 0.05$). In general, these values correspond to well-managed tropical grasses. Low values of DM in *Setaria anceps*, especially during rainy season, could reduce voluntary dry matter intake in dairy cattle and thus reduce milk yield. Grain mixtures formulated to meet the requirements of the average dairy herd of this zone, producing 14 kg milk/cow/day, should contain around 14% crude protein and high levels of non-fiber carbohydrates, to improve rumen fermentation patterns. As milk production of the average herd increases, crude protein content of the grain mixture must increase too, reaching 18% in herds where average milk production is 20 kg/cow/day.

de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto, siendo su aporte a la industria lechera nacional de 57580, 54270 y 39250 kg de leche por día, respectivamente (Comunicación personal, 1998. Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos). Por sus condiciones de ambiente, calidad del hato de ganado bovino, infraestructura y tradición pecuaria, esta zona cuenta con un potencial importante para la producción de ganado lechero. La producción promedio de leche en esta región es de 14 kg/vaca/día. Sin embargo, en algunos hatos la producción media llega a los 20 kg.

Sánchez y Soto (1993, 1996) al evaluar la calidad nutricional de los forrajes del distrito de Quesada, han encontrado que los contenidos de energía, carbohidratos no fibrosos y proteína cruda de los mismos no satisfacen las necesidades nutricionales del ganado lechero con alto potencial productivo, requiriéndose de una adecuada suplementación para hacer el mejor uso del recurso alimenticio de la zona.

Con el objetivo de estimar la calidad nutricional del recurso forrajero en el trópico húmedo de Costa Rica, los distritos pertenecientes a los cantones de San Carlos y Grecia (Provincia de Alajuela), ubicados en esta región, fueron divididos en zonas de alta (distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto), mediana (Fortuna) y baja (Florenia) producción lechera. El presente artículo está dirigido a estimar la calidad nutricional de los forrajes de los distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto, en términos de sus contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro, carbohidratos no fibrosos y digestibilidad "in vitro" de la materia seca, para así aportar la información requerida en el desarrollo de los programas de alimentación.

MATERIALES Y METODOS

Características del muestreo

Se tomó un total de 128 muestras compuestas de las principales especies de gramíneas forrajeras consumidas por el ganado lechero en fincas comerciales, en los distritos de Aguas Zarcas y Venecia del Cantón de San Carlos y Río Cuarto de Grecia. Las muestras fueron tomadas según la técnica de muestreo denominada cuota probabilística (Snedecor y Cochran 1989) durante un período de un año, haciéndose 2 muestreos en la época semiseca y 2 en la lluviosa. Se colectaron 20 muestras de cada uno de los pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), San Juan (*Setaria anceps*), Signal (*Brachiaria decumbens*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*) y King Grass (*Pennisetum purpureum*), así como 16 de Pará (*Brachiaria mutica*) y 12 de Guinea (*Panicum maximum*).

El muestreo se hizo simulando pastoreo y la edad de rebrote de las especies de piso osciló entre 25 y 30 días, mientras que el pasto de corte se cosechó a una edad entre 50 y 60 días. Estas son las edades de rebrote a que generalmente se utilizan los forrajes en la zona. Las muestras se colectaron en bolsas de polietileno, las cuales se mantuvieron herméticamente cerradas hasta que se pesaron en el laboratorio de bromatología.

Posteriormente, las muestras se secaron a 60°C, se molieron y luego se sometieron a los diferentes análisis.

Ubicación del muestreo

La región en estudio está ubicada entre los 10° 20' y 10° 25' latitud norte y los 84° 12' y 84° 23' longitud oeste y su altitud oscila entre los 250 y 500 msnm. Esta zona se clasifica como Bosque muy Húmedo Tropical y Bosque muy Húmedo Tropical-transición a premontano, su precipitación promedio anual es de 4088 mm y la temperatura media anual es de 26.3°C. El promedio mensual de precipitación durante la época semiseca (enero a abril) es de 168 mm y en la época lluviosa (mayo a diciembre) 427 mm. La humedad relativa promedio es de 89% (Instituto Meteorológico Nacional e Instituto Costarricense de Electricidad). En general, los suelos de estos distritos se clasifican como Inceptisoles y se caracterizan por ser bajos en bases, en algunas ocasiones con contenidos buenos de materia orgánica e influencia volcánica (Acón 1990).

Manejo de las explotaciones

Los forrajes de piso de la zona estudiada se pastorean en forma rotacional, tienen un control regular de malezas y se fertilizan con dosis de 125 a 225 kg de N/ha/año. El pasto King Grass, por lo general, se fertiliza con el agua de lavado de las lecherías y en algunas ocasiones con fertilizantes químicos, aplicándose en promedio 125 kg de N/ha/año.

Las fincas ganaderas de la zona utilizan un grado alto de tecnología y se clasifican como lecherías especializadas. La raza de ganado predominante es la Holstein, sin embargo animales de las razas Jersey, Guernsey o sus cruces son comunes. La alimentación del ganado bovino se basa en el uso intensivo de los forrajes y la suplementación con alimentos balanceados, la cual oscila entre 2:1 y 3:1 (leche:alimento balanceado). Además, se suministran subproductos de la agroindustria local, tales como melaza de caña de azúcar y pulpa de cítricos, así como el banano verde que no califica para la comercialización.

Análisis efectuados

Los contenidos de materia seca y proteína cruda se determinaron según las metodologías del AOAC (1984), la fibra detergente neutro y la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIVMS) por los métodos propuestos por Van Soest y Robertson (1985) y los carbohidratos no fibrosos (CNF) se estimaron utilizando las ecuaciones desarrolladas por Van Soest et al. (1991).

El modelo estadístico utilizado para analizar las especies de piso incluyó los efectos de especie, época climática y la interacción especie por época climática. Cuando existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) para una variable, se aplicó la prueba de Scheffé para establecer diferencias entre medias. Para determinar si existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) para una variable entre épocas climáticas y dentro de una especie, se aplicó la prueba de T-Student (SAS 1985, Snedecor Cochran 1989). Debido a que se evaluó únicamente una especie de corte, el modelo utilizado para analizar este pasto consideró sólo el efecto de la época climática.

RESULTADOS Y DISCUSION

Contenido de Materia Seca

Los contenidos de materia seca de las especies de gramíneas forrajeras analizadas se presentan en el Cuadro 1. Esta variable difirió

Cuadro 1. Contenido de materia seca (%) de las gramíneas forrajeras de los distritos de Aguas Zarcas y Venecia, de San Carlos y Río Cuarto de Grecia.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella Africana A	28.11a	23.62b	25.87c
San Juan A	15.23	14.50	14.87c
Brachiaria Ruzi A	20.57	18.07	19.32d
<i>Brachiaria decumbens</i> A	20.90	19.24	20.07d
Pará A	18.82	18.76	18.79cd
Guinea A	31.98a	22.45b	27.22e
Promedio	22.05a	19.24b	20.65
King Grass B	18.31	16.31	17.31

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

c,d Promedios en la misma columna con diferente letra indican diferencias ($P < 0.05$) entre especies.

A: 25 a 30 días de rebrote. B: Cosechado a 50-60 días.

($P < 0.05$) entre especies y entre épocas climáticas. Entre las especies de piso, el pasto San Juan fue el que mostró los menores valores de materia seca (14.9%), condición que se acentúa aún más durante los meses de mayor precipitación en la zona. El valor mayor lo presentó el pasto Guinea (27.2%). Los niveles de esta variable fueron mayores durante la época semiseca (22.1%) que en la lluviosa (19.2%). El pasto King Grass tuvo un valor promedio de 17.3% y su comportamiento entre épocas fue similar al de las especies de piso. Sánchez y Soto (1996) en el distrito de Quesada han observado tendencias en el contenido de la materia seca en los forrajes similares a las obtenidas en esta investigación.

Según Vérité y Journete (1970) el consumo voluntario en los rumiantes se deprime cuando el contenido de materia seca en la dieta es inferior a 18%. Asimismo, Bernal et al. (1992) al sustituir diferentes forrajes suculentos por heno de buena calidad en dietas de vacas en producción, encontraron incrementos en el consumo de materia seca y en la producción de leche. Esto sugiere que las vacas en producción que consumen pasto San Juan se pueden beneficiar con la suplementación con heno de buena calidad durante los meses de alta precipitación en la zona evaluada, época en que este pasto es muy suculento y además de baja disponibilidad.

Contenido de Proteína Cruda

El contenido de proteína cruda de los pastos de piso de la zona evaluada difirió ($P < 0.05$) entre especies, siendo los pastos Estrella Africana (12.7%) y San Juan (12.8%) los que presentaron los valores mayores y el *Brachiaria Ruzi* el menor (8.8%). El análisis por épocas indicó que el único forraje que presentó diferencias significativas fue el Guinea, el cual mostró valores de 10.35 y 8.34% durante las épocas semiseca y lluviosa, respectivamente. El pasto King Grass mostró un valor promedio de 7.6% de la materia seca durante el año (Cuadro 2). Estos valores están dentro de los rangos informado por Minson (1982) y Van Soest (1994) para los forrajes tropicales (2 a 27%). Sánchez y Soto (1996) en el

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda (% de la materia seca) de las gramíneas forrajeras de los distritos de Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos y Río Cuarto de Grecia.

Especie	Estación		
	Semiseca	Lluviosa	Promedio
Estrella Africana A	12.64	12.79	12.72c
San Juan A	13.61	11.91	12.76c
Brachiaria Ruzi A	8.79	8.72	8.76e
<i>Brachiaria decumbens</i> A	11.85	10.24	11.05d,e
Pará A	12.86	11.99	12.43c,d
Guinea A	10.35a	8.34b	9.35e
Promedio	11.74	10.79	11.27
King Grass B	8.19	7.07	7.63

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

c,d Promedio en la misma columna con diferente letra indican diferencias ($P < 0.05$) entre especies.

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

distrito de Quesada han obtenido valores de proteína cruda para los pastos Estrella africana, San Juan, Brachiaria Ruzi y King Grass superiores a los observados en esta investigación, lo cual podría deberse a las mejores prácticas de fertilización nitrogenada que se realizan en dicho distrito.

Todos los forrajes evaluados durante la investigación, satisfacen las necesidades mínimas de proteína cruda para que haya un consumo y digestibilidad de la materia seca óptima en los rumiantes, las cuales según Milford y Minson (1965) son de 7% de la materia seca. Si se asume una disponibilidad y consumo de forraje adecuado, el balance nutricional del animal promedio de la zona (450 kg de peso vivo y una producción diaria de 14 kg de leche) (ARC 1980, NRC 1989) sugiere que los alimentos balanceados que se utilizan para complementar el pasto promedio de esta región (11.3% de proteína cruda) deben tener 14% de proteína cruda. Conforme se incrementan los niveles de producción de leche sobre 14 kg/vaca/día, los niveles de proteína cruda en el alimento balanceado deben incrementarse. El contenido de proteína cruda en el alimento balanceado debe ser el mismo durante todo el

año, ya que las fluctuaciones que sufre el contenido de este nutrimento en los forrajes tiene poca importancia práctica.

Contenido de Fibra Detergente Neutro

En el Cuadro 3 se presentan los contenidos de fibra detergente neutro en los forrajes analizados. Esta variable difirió ($P < 0.05$) entre las especies de piso y el pasto Estrella Africana, fue el que presentó los valores mayores ($P < 0.05$) (73.8%). Asimismo, entre los diferentes forrajes analizados éste fue el único que presentó diferencias entre épocas climáticas, (75.1% en la época semiseca y 72.5 en lluviosa). El valor promedio para las especies de piso fue 70%. El pasto King Grass presentó un valor promedio de 73.0%. Según Reid et al. (1988), niveles de fibra detergente neutro, como los presentados por Estrella Africana y King Grass, pueden reducir el consumo voluntario de los rumiantes. Al ser el pasto King Grass utilizado como un suplemento que se da a los animales en pastoreo, se sugiere que su utilización se limite a aquellas épocas del año en que la disponibilidad de los forrajes de piso disminuye, para así aminorar los efectos que este puede tener sobre el consumo voluntario de materia seca.

Cuadro 3. Contenido de fibra detergente neutro (% de la materia seca) de las gramíneas forrajeras de los distritos de Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos y Río Cuarto de Grecia.

Especie	Estación		
	Semiseca	Lluviosa	Promedio
Estrella Africana A	75.09b	72.53	73.81d
San Juan A	66.79	65.66	66.23c
Brachiaria Ruzi A	70.38	69.72	70.05c
<i>Brachiaria decumbens</i> A	68.88	69.85	69.37c
Pará A	69.50	67.18	68.34c
Guinea A	69.01	68.87	68.94c
Promedio	70.89	69.04	69.97
King Grass B	73.42	72.48	72.95

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

c,d Promedio en la misma columna con diferente letra indican diferencias ($P < 0.05$) entre especies.

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

Los valores de fibra detergente neutro obtenidos en esta investigación, están dentro de los rangos informados en la literatura para los forrajes tropicales (Van Soest 1994) y similares a los informados por Sánchez y Soto (1997).

Si la disponibilidad y consumo de los forrajes es buena, los aportes de fibra detergente neutro de los forrajes y de los alimentos balanceados que generalmente se utilizan en la región pueden satisfacer las necesidades de esta fracción nutricional sugeridas por el NRC (1989), para animales con niveles de producción similares a los de la zona evaluada.

Contenido de Carbohidratos No Fibrosos

Los carbohidratos no fibrosos están constituidos por pectinas, almidones y azúcares y están presentes en las semillas y en cantidades menores en las hojas y tallos (Mertens 1992). En la presente investigación (Cuadro 4) se encontraron diferencias significativas entre especies, siendo el pasto Estrella Africana el que presentó los niveles menores y el Guinea los mayores. El promedio general para las especies de piso fue 11.5%. El pasto King Grass mostró un valor medio de 12.32%. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las especies evaluadas, entre épocas climáticas.

Cuadro 4. Contenido de carbohidratos no fibrosos (% de la materia seca) de las gramíneas forrajeras de los distritos de Aguas Zarcas y Venecia, de San Carlos y Río Cuarto de Grecia.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella Africana A	4.51	6.31	5.41e
San Juan A	13.83	14.66	14.25c,d
Brachiaria ruzi A	12.26	11.41	11.84d
Brachiaria decumbens A	11.40	10.63	11.02d
Pará A	11.67	14.17	12.92c
Guinea A	14.75	16.37	15.58c
Promedio	11.15	11.88	11.52
King Grass B	12.47	12.16	12.32

^{a,b} Promedios en la misma hilera con diferente letra indican diferencias ($P < 0.05$) entre épocas.

^{c,d} Promedio en la misma columna con diferente letra indican diferencias ($P < 0.05$) entre paréntesis.

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

Los valores de carbohidratos no fibrosos obtenidos coinciden con los encontrados por Sánchez y Soto (1993) en los forrajes del distrito de Quesada y se caracterizan por ser bajos. Estos niveles, especialmente los del pasto Estrella Africana, tienen importantes implicaciones en la nutrición de los rumiantes, ya limitan la utilización del N a nivel ruminal, no permitiendo un óptimo crecimiento de su micropoblación (Van Soest y Giner-Chaves 1994).

Hoover et al. (1990) informan que las vacas en producción que consumen dietas que contienen entre 33 y 39% de carbohidratos no fibrosos y entre 11.9 y 13.7% proteína dietética, respectivamente, muestran los mayores consumos de materia seca, flujo de proteína microbial y producción láctea. Si los carbohidratos de la dieta son de rápida fermentación, ambos valores deben ser menores para evitar una acidosis ruminal y las implicaciones que esto tiene sobre la digestión de la pared celular (Russell y Dombrowski 1980). Para obtener dietas con niveles de carbohidratos no fibrosos adecuados, los alimentos balanceados que se formulen para esta zona deben contener niveles altos de estos nutrientes. Este objetivo se logra utilizando materias primas como la melaza de caña de azúcar y granos con carbohidratos no fibrosos de lenta degradación. Algunos autores (Nocek y Tamminga 1991) han encontrado incrementos en la producción de leche y el porcentaje de grasa láctea al incluir granos con carbohidratos no fibrosos de lenta degradación en las raciones.

Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca

La literatura indica que la DIVMS de los forrajes tropicales tiene un promedio de 55.4%, con un rango que oscila entre 30 y 75% (Minson 1980, 1990). Los valores obtenidos en esta investigación (Cuadro 5) están en la banda superior de dicho rango, lo cual sugiere que la zona en estudio ofrece condiciones ambientales favorables para la producción de forrajes, lo mismo que las especies de gramíneas utilizadas son mejoradas y que el manejo que se le da es apropiado (Minson 1990, Van Soest 1994).

Cuadro 5. Digestibilidad "in vitro" de la materia seca de las gramíneas forrajeras de los distritos de Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos y Río Cuarto de Grecia.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella Africana A	64.61b	69.91a	67.11d
San Juan A	71.25	69.08	70.17c
Brachiaria Ruzi A	71.08	70.38	70.73c
<i>Brachiaria decumbens</i> A	68.93	66.69	67.81d
Pará A	70.37a	65.61b	67.99
Guinea A	63.93	69.71	66.82d
Promedio	68.92	68.53	68.58
King Grass B	61.57b	66.71a	64.14

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

c,d Promedio en la misma columna con diferente letra indican diferencias ($P < 0.05$) entre especies.

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

En este estudio se encontró que la DIVMS difirió ($P < 0.05$) entre especies y que los pastos San Juan (70.2%) y *Brachiaria Ruzi* (70.7%) presentan los valores mayores de esta variable. Debido a la alta correlación que existe entre la digestibilidad y el contenido de energía de los forrajes (Minson 1980) y a que este es el nutrimento más limitante para la nutrición del ganado lechero en el trópico húmedo de Costa Rica (Sánchez y Soto 1993), estas 2 especies de forraje son una buena opción para la ganadería de la zona evaluada. El nivel promedio para las especies de piso fue 68.6% de la materia seca. El valor promedio para el pasto King Grass fue 64.1%. La evaluación por épocas indica que los pastos Estrella Africana, Pará y King Grass fueron los únicos que presentaron los mayores valores ($P < 0.05$) en la época lluviosa, mientras que el Pará los presentó en la semiseca.

IMPLICACIONES

La relación entre las necesidades nutricionales del ganado lechero promedio (ARC 1980, NRC 1989) y la calidad nutricional media

de los forrajes de los distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto, indica que la dieta del ganado lechero debe complementarse con un alimento balanceado que contenga alrededor de 14% de proteína cruda y niveles altos de carbohidratos no fibrosos. Estos deben suministrarse en una relación leche:alimento balanceado de 2.5-3:1. Al incrementarse los niveles de producción sobre el promedio de la zona (14 kg/vaca/día), el contenido de proteína cruda en el alimento balanceado también debe incrementarse, hasta llegar a niveles de 18% en aquellos hatos donde los niveles de producción sean de 20 kg/vaca/día.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a los productores de ganado lechero de los distritos de Aguas Zarcas y Venecia del Cantón de San Carlos y Río Cuarto de Grecia por la valiosa colaboración brindada durante la realización de esta investigación. Asimismo, al Lic. Constantino Albertazzi del Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica por la ayuda ofrecida en el procesamiento de la información que originó este estudio.

LITERATURA CITADA

- ACON, J. 1990. Mapa de asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica, MAG-SPSA. Escala 1:200000.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, England, UK. 351 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington, D.C. 1008 p.
- BERNAL, E.; RUIZ, T.; STAPLES, C.R. 1992. Incorporation of Alfalfa hay into five different roughages based diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Sci.* 75(1):210 (Suppl).
- GODINEZ, J. 1996. Caracterización fenotípica y evaluación genética de la raza Holstein para producción láctea,

- días abiertos e intervalo entre partos. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia. 85 p.
- HOOVER, W.H.; STROKES, S.R.; MILLER, T.K. 1990. Interactions of proteins, carbohydrates in rumen explored. *Feedstuffs* 17-18, 43 p.
- MERTENS, D.R. 1992. Nonstructural and structural carbohydrates. *In* Large Dairy Herd Management. Ed. by H. Van Horn and C.J. Wilcox Illinois, American Dairy Science Association. p. 219-235.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. 1965. Intake of tropical pasture species. Proc. 9th Int. Grasslands Congress, Sao Paulo, Brazil. p. 815-822.
- MINSON, D.J. 1980. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. *In* Grazing animal. Ed. by F. Morley. Elsevier, Amsterdam. 103-157 p.
- MINSON, D. 1982. The chemical composition and nutritive value of tropical grasses. *In* Tropical Grasses. Ed. by P.J. Skerman. Rome. FAO. p. 163-173.
- MINSON, D. 1990. Forage in ruminant nutrition. academic press, San Diego, California. 483 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6 rev. ed. Washington, D.C., National Academy Press. 157 p.
- NOCEK, J.; TAMINGA, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science* 74:3598-3629.
- PEREZ, R.; VAN GINNEKEN, P.; PROTTI, F.; RAMIREZ, E. 1979. Manual descriptivo de los criterios, clases y subclases del mapa capacidad de uso de los suelos de Costa Rica a escala 1: 200000. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria, San José. 100 p.
- REID, R.L.; JUNG, G.A.; THAYNE, W.V. 1988. Relationship between nutritional quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *Journal of Animal Science* 66:1275-1291.
- RUSSELL, J.B.; DOMBROWSKI, D.B. 1980. Effects of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. *Applied Environmental Microbiology* 39:604.
- SANCHEZ, J.M.; SOTO, H. 1993. Estimated values of net energy for lactation of tropical pastures. *Journal of Dairy Science* 76 (Suppl. 1):215.
- SANCHEZ, J.M.; SOTO, H. 1996. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. I. Materia seca y componentes celulares. *Nutrición Animal Tropical* 1:3-18.
- SANCHEZ, J.M.; SOTO, H. 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) (en prensa).
- S.A.S. 1985. SAS/STAT. Guide for personal computers. 5 ed. S.A.S. Inst. Inc. Cary, N.C. U.S.A. 378 p.
- SNEDECOR, G.; COCHRAN, G.W. 1989. Statistical methods. 8 ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A. 703 p.
- VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York. U.S.A. 476 p.
- VAN SOEST, P.J.; GINER-CHAVES, B. 1994. Nutritive value of fibrous feeds. Cornell University, Ithaca. *In* Beef cattle production systems in the tropics. Seminario MAG/Progasa. Atenas, Costa Rica. 10 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. 1985. Analysis of forage and fibrous foods. Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 164 p.
- VAN SOEST, P.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.
- VERITE, R.; JOURNETE, M. 1970. Influence de la teneur en eau et de la deshydratation de l'herbage sur la alimentaire pour las vaches laiteres. *Annales de Zootechnie* 19:255-268.
- VICENTE-CHANDLER, J.V.; CARO-COSTAS, R.; PEARSON, R.; ABRUÑA, F.; FIGARELLO, J.; SILVA, S. 1964. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. University of Puerto Rico. Agricultural Experimental Station. Bulletin 187. Río Piedras, Puerto Rico. 152 p.