

# ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS FORRAJES DEL CANTÓN DE SAN CARLOS.

## I. MATERIA SECA Y COMPONENTES CELULARES

Jorge Ml. Sánchez<sup>1</sup>  
Henry Soto<sup>2</sup>

### Abstract

*Estimated nutritional quality of forages in the San Carlos County. I. Dry matter and cell components.* To estimate nutritional quality of main grass species consumed by dairy cattle in the Quesada District, San Carlos County, thirty six compound samples of *Cynodon nlemfuensis*, *Setaria anceps*, *Brachiaria ruziziensis*, *Pennisetum clandestinum* and *Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*, were taken bimonthly during a year period. Hand-plucked samples were taken emulating grazing patterns in commercial dairy farms located in the area. Stages of maturity for *Setaria anceps*, *Brachiaria ruziziensis* and *Pennisetum clandestinum* ranged between 26 and 30 days. Two sampling strata were established for *Cynodon nlemfuensis* (20 to 25 days and 26 to 30 days, respectively).

<sup>1</sup> Escuela de Zootecnia y Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA).

<sup>2</sup> Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica

*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum* was harvested at a stage of maturity of 50 to 60 days. Dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract, ash and non fiber carbohydrates (NFC) were analysed in this study to estimate the nutritional value of the forages. Average values for these variables in grazing species were 18.1%; 14.7%, 2.3, 10.2 and 8.7 of DM, respectively. Averages for the fodder were 17.1%; 9.2%, 1.7, 11.8 and 8.7 of DM, respectively. Significant differences ( $P < 0.05$ ) among species and seasons were found for all variables analysed. Low values of DM in *Setaria anceps* and *Pennisetum clandestinum*, particularly during the rainy season, could decrease DM intake in the cattle and consequently, reduce milk yield. For practical purposes, though, differences in the nutritional quality of the forages between seasons can be neglected. Hence, it is recommended to feed the cows with the same grain supplement formula throughout the year. For the average herd in the region the formula should contain 14% crude protein and high levels of non fiber carbohydrates to improve rumen fermentation conditions.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades económicas del cantón de San Carlos es la ganadería de leche, siendo la producción láctea en la zona de aproximadamente 425.000 litros por día. Entre los distritos de San Carlos destaca el distrito de Quesada, en el cual las fincas cuentan con un alto nivel de tecnología y aportan un 20 por ciento de la producción total del cantón.<sup>3</sup>

Las prácticas de alimentación del ganado lechero del distrito de Quesada se basan en el uso intensivo de los forrajes. Este distrito ofrece

<sup>3</sup> Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos

condiciones agronómicas muy favorables para el cultivo de los pastos ya que cuenta con suelos que se clasifican como *Typic Humitropept* y *Typic Dystropept*, los cuales se caracterizan por ser profundos, tener un buen drenaje y una fertilidad media (Acón, 1990).

La calidad nutricional de los forrajes tropicales (Sánchez y Soto, 1993b) en relación con los requerimientos nutricionales del ganado de leche (NRC, 1981), permite que una vaca que solo consume pasto pueda producir hasta 8 kg de leche por día, siendo el contenido de energía de los forrajes el nutrimento más limitante. Si se considera únicamente el nivel de proteína cruda (PC), la producción láctea puede alcanzar los 15 kg por vaca por día. Sin embargo, los niveles de producción de leche observados en fincas comerciales del trópico americano, en donde las vacas solo consumen forraje, oscilan entre 3,6 hasta un máximo de 8 kg por vaca por día (Iturbide, 1984). Estas variaciones ponen en evidencia la necesidad de conocer la calidad nutricional de los forrajes con el fin de detectar factores limitantes y sugerir estrategias de alimentación, las cuales permitan mejorar el nivel de producción por unidad animal y por unidad de superficie (Minson, 1982).

El objetivo del presente estudio fue determinar el valor nutritivo de las principales especies forrajeras consumidas por el ganado lechero en el distrito de Quesada y generar la información necesaria para mejorar las prácticas de alimentación del ganado lechero de la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras compuestas de los pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), San Juan blanco (*Setaria anceps*), San Juan morado (*Setaria anceps*), Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

y King Grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*) consumidos por el ganado lechero de fincas comerciales del Distrito de Quesada del Cantón de San Carlos fueron tomadas cada dos meses, durante un período de un año. Las muestras fueron tomadas según la técnica denominada cuota probabilística de máxima estratificación (Snedecor y Cochran, 1989), la cual consideró la especie de pasto, la edad de rebrote de la planta y la altitud de la zona como estratos. La edad de rebrote de los pastos San Juan blanco, San Juan morado, Ruzi y Kikuyo osciló de 26 a 30 días, y para el pasto Estrella se establecieron dos estratos, uno de 21 a 25 días y el otro de 26 a 30. El pasto King Grass se cosechó a una edad de 50 a 60 días. Los forrajes se fertilizaron en promedio con 125 kg de N/ha/año.

El Distrito de Quesada está ubicado a una altura de 400 a 1.400 nsnm, su clima se clasifica como bosque pluvial premontano y bosque muy húmedo tropical, transición a premontano. La precipitación promedio anual es de 4.577 mm y la temperatura promedio anual de 23°C. Durante la época semiseca (enero a abril), la precipitación promedio mensual de la zona es de 175 mm, y durante la época lluviosa (mayo a diciembre) es de 485.

Para estimar el valor nutritivo de los forrajes, se analizaron los contenidos de materia seca (MS) (AOAC, 1984), y los componentes celulares o sea proteína cruda (PC), extracto etéreo, cenizas (AOAC, 1984) y carbohidratos no fibrosos (CNF) (Van Soest *et al.*, 1991).

El modelo estadístico utilizado para el análisis de las especies de piso incluyó los efectos de especie forrajera, estación climática y la interacción especie X estación (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 únicamente una especie de pasto de corte, el modelo estadístico correspondiente solo incluyó la época climática.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los contenidos de MS en las especies forrajeras analizadas. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) tanto entre especies como entre épocas climáticas. Los pastos San Juan blanco, San Juan morado y Kikuyo mostraron valores menores ( $P < 0,05$ ) de MS que las otras especies consideradas; esta condición se acentúa aún más durante la época de máxima precipitación.

Vérité y Journete (1970) han encontrado que cuando los rumiantes consumen dietas con más de 82 por ciento de humedad, el consumo de MS se deprime en 337 g por cada unidad porcentual en el contenido de humedad por encima de dicho valor crítico. Por el contrario Grant *et al.* (1974; citado por Minson, 1990), al reducir el contenido de humedad del pasto *Pennisetum purpureum* de 88 a 85 por ciento, encontraron que el consumo voluntario se incrementaba en un 15 por ciento. Esto sugiere que la suplementación con fuentes fibrosas bajas en humedad, tales como forrajes oreados de buena calidad, tiene potencial para mejorar las prácticas de alimentación y mantener los niveles de producción en los hatos lecheros, durante los meses críticos de la estación lluviosa en que algunos forrajes son muy succulentos (menos de 18 por ciento de MS) y la disponibilidad de estos disminuye.

Minson (1982), al evaluar los análisis publicados de 560 muestras de gramíneas tropicales, encontró que el contenido de PC, dependiendo de su estado de crecimiento y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, osciló entre 2 y 27 por ciento, con un valor promedio de 10,6 por ciento. Estos valores fueron marcadamente menores a los observados en las 340 muestras de leguminosas tropicales (promedio de 16,7 por ciento) y en las 470 muestras de gramíneas de zona de clima templado (promedio de 13,3 por ciento) incluidas en la revisión.

Cuadro 1. Efecto de la estación sobre el contenido de materia seca (%) de los pastos del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos

Especie	Estación			X	
	Semiseca		LLuviosa		
Estrella A	27,9 <sup>a</sup>	(12) <sup>1</sup>	20,1 <sup>b</sup>	(24)	22,7 <sup>c</sup>
Estrella B	27,0 <sup>a</sup>	(14)	19,4 <sup>b</sup>	(28)	22,0 <sup>c</sup>
San Juan blanco B	13,7 <sup>a</sup>	(12)	12,7 <sup>b</sup>	(24)	13,0 <sup>c</sup>
San Juan morado B	17,8 <sup>a</sup>	( 4)	11,7 <sup>b</sup>	( 8)	13,5 <sup>c</sup>
Ruzi B	21,1	( 4)	16,4	( 8)	18,0 <sup>d</sup>
Kikuyo B	17,1	(10)	14,5	(20)	15,4 <sup>de</sup>
X	21,0 <sup>a</sup>		16,9 <sup>b</sup>		18,1
King Grass C	20,4 <sup>a</sup>	( 8)	15,4 <sup>b</sup>	(16)	17,1

A: De 21 a 25 días de pastoreo; B: de 26 a 30 días; C: cosechado de 50 a 60 días

<sup>1</sup> Número de muestras en paréntesis

<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 ( $P < 0,05$ ).

En el presente estudio se encontró un valor medio de PC en los forrajes de piso de 14,7 por ciento y en el pasto de corta de 9,2 por ciento. Se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre especies, siendo el pasto Estrella en sus dos categorías de muestreo y el Kikuyo los que presentaron los mayores valores de este nutrimento. En relación con el efecto de la época climática, únicamente el pasto Estrella en su categoría de 21 a 25 días de rebrote, y el San Juan blanco (Cuadro 2) mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Sin embargo, en términos generales, las diferencias observadas entre épocas climáticas tiene poca importancia práctica.

La proteína de la dieta es importante en la nutrición de los rumiantes por aportar nitrógeno a los procesos de fermentación y crecimiento de los microbios del rumen, así como aminoácidos que sobrepasan el rumen

y se absorben en el intestino delgado (Owens y Zinn, 1988). Según Conrad y Hibbs (1968), la proteína presente en los forrajes y alimento balanceados de uso común en la alimentación del ganado lechero, suple la cantidad de aminoácidos requerida para una producción de 20 kg de leche por vaca por día. Sin embargo, al aumentar el nivel de producción de los animales, mayor es la dependencia de estos por los aminoácidos sobrepasantes en el alimento balanceado.

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda (% de la MS) de los pastos del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos

Especie	Estación		X	
	Semiseca	Lluviosa		
Estrella A	13,1 <sup>b</sup>	(12) <sup>1</sup>	16,4 <sup>a</sup> (24)	15,3 <sup>c</sup>
Estrella B	14,1	(14)	16,0 (28)	15,4 <sup>c</sup>
San Juan blanco B	15,3 <sup>a</sup>	(12)	11,8 <sup>b</sup> (24)	13,0 <sup>d</sup>
San Juan morado B	11,5	( 4)	12,8 ( 8)	12,4 <sup>d</sup>
Ruzi B	13,5	( 4)	11,2 ( 8)	11,9 <sup>d</sup>
Kikuyo B	17,4	(10)	17,4 (20)	17,4 <sup>c</sup>
X	14,5		14,9	14,7
King Grass C	8,4	( 8)	9,6 (16)	9,2

A: De 21 a 25 días de pastoreo; B: de 26 a 30 días; C: cosechado de 50 a 60 días

<sup>1</sup> Número de muestras en paréntesis

<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).

En la literatura se cita frecuentemente que una vaca que consume solamente forrajes tropicales ingiere una cantidad de PC suficiente para producir hasta 15 kg de leche por día, considerando únicamente los requerimientos de este nutrimento (Chandler *et al.*, 1964). Si se asume una buena disponibilidad y consumo de forrajes, la cantidad media de PC presente en los pastos analizados en el Distrito de Quesada, le permitiría a una vaca de 450 kg de peso vivo producir hasta 15,6 kg de

leche con 3,5 por ciento de grasa por día (NRC, 1989). Sin embargo, estos niveles de producción no se obtienen ya que en los forrajes de la zona, la energía es el nutrimento más limitante para la producción de leche (Sánchez y Soto, 1993a).

Considerando el nivel de producción de leche del hato promedio de la zona (20 kg/vaca/día) y el contenido de proteína de los forrajes, el alimento balanceado a utilizar debe contener alrededor de 14 por ciento de PC.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de extracto etéreo obtenidos en este estudio. Se encontraron diferencias significativas (P<0,05) tanto entre especies como entre épocas climáticas, obteniéndose los mayores valores (P<0,05) en las dos variedades de pasto San Juan y entre épocas climáticas en la semiseca.

Cuadro 3. Contenido de extracto etéreo (% de la MS) de los pastos del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos

Especie	Estación		X	
	Semiseca	Lluviosa		
Estrella A	2,33 <sup>a</sup>	(12) <sup>1</sup>	1,96 <sup>b</sup> (24)	2,08 <sup>d,e</sup>
Estrella B	2,12 <sup>a</sup>	(14)	1,78 <sup>b</sup> (28)	1,89 <sup>c</sup>
San Juan blanco B	3,37 <sup>a</sup>	(12)	2,40 <sup>b</sup> (24)	2,73 <sup>c</sup>
San Juan morado B	2,96	( 4)	2,38 ( 8)	2,57 <sup>c,d</sup>
Ruzi B	2,50	( 4)	2,04 ( 8)	2,20 <sup>d,e</sup>
Kikuyo B	2,71 <sup>a</sup>	(10)	2,17 <sup>b</sup> (20)	2,35 <sup>d</sup>
X	2,63		2,08 <sup>b</sup>	2,26
King Grass C	1,76	( 8)	1,72 (16)	1,73

A: De 21 a 25 días de pastoreo; B: de 26 a 30 días; C: cosechado de 50 a 60 días

<sup>1</sup> Número de muestras en paréntesis

<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).

El pasto King Grass mostró un valor promedio de 1,73 por ciento, este valor tan bajo puede deberse a la baja relación hoja/tallo que tiene este forraje y a que los tallos tienen un menor contenido de extracto etéreo que las hojas (Byers y Shelling, 1989).

El extracto etéreo de los forrajes está constituido en un 40 y 60 por ciento por ácidos grasos (Byers y Shelling, 1989). Estos son los únicos constituyentes del extracto etéreo que aportan energía al animal. Los otros constituyentes de esta fracción son cera, clorofila, galactosa y otras sustancias no saponificables. Weiss *et al.* (1992) considera que únicamente el 50 por ciento del extracto etéreo es digerido y utilizado por el animal.

El contenido de minerales o cenizas de los forrajes está determinado por la especie, el estado de madurez de la planta, su manejo, el tipo de suelo y el clima (Mc Dowell, 1983). En el Cuadro 4 se indica el contenido de cenizas de los forrajes evaluados. Se observa que los pastos San

Cuadro 4. Contenido de cenizas (% de la MS) de los pastos del Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos

Especie	Estación		Lluviosa	X	
	Semiseca				
Estrella A	9,0	(12) <sup>1</sup>	9,3	(24)	9,2 <sup>d</sup>
Estrella B	9,0	(14)	9,6	(28)	9,4 <sup>d</sup>
San Juan blanco B	11,1 <sup>a</sup>	(12)	10,1 <sup>b</sup>	(24)	10,4 <sup>c</sup>
San Juan morado B	10,4	( 4)	12,1	( 8)	11,6 <sup>c</sup>
Ruzi B	10,5	( 4)	10,9	( 8)	10,8 <sup>c</sup>
Kikuyo B	11,4	(10)	11,2	(20)	11,3 <sup>c</sup>
X	10,1		10,2		10,2
King Grass C	10,2	( 8)	12,6	(16)	11,8

A: De 21 a 25 días de pastoreo; B: de 26 a 30 días; C: cosechado de 50 a 60 días

<sup>1</sup> Número de muestras en paréntesis

<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).

Juan blanco, San Juan morado, Ruzi y Kikuyo presentan valores mayores (P<0,05) de minerales que las dos categorías de pasto Estrella analizadas. El único forraje que mostró diferencias (P<0,05) entre épocas climáticas fue el San Juan blanco, el cual presentó los mayores valores durante la época semiseca.

El contenido de cenizas de los forrajes se obtiene por la incineración de la MS, el cual representa la totalidad de los minerales presentes en la planta, sin especificar el tipo de mineral ni su cantidad (Maynard *et al.*, 1989). No obstante, este valor se utiliza en la estimación del contenido de energía de los forrajes (Weiss *et al.*, 1992) y de carbohidratos no fibrosos (Van Soest *et al.*, 1991).

En estudios realizados por Sánchez *et al.* (1987) en el cantón de San Carlos, en el que se fraccionó el contenido mineral y se determinó la cantidad de cada uno de los minerales, se encontró que los forrajes de la zona no satisfacen las necesidades de calcio, fósforo, magnesio, zinc y cobre del ganado lechero, por lo cual estos deben incluirse en los alimentos balanceados y suplementos minerales que se les suministra a los animales.

Los carbohidratos de los forrajes tienen funciones de estructura y de reserva de nutrimentos. Los carbohidratos estructurales, o sea la fracción fibrosa, están en la pared celular (Fibra Neutro Detergente) y son la celulosa y la hemicelulosa. Mientras que los carbohidratos no fibrosos están en las semillas y en cantidades pequeñas en las hojas y tallos. Estos están constituidos por pectinas, almidones y azúcares (Mertens, 1992).

La fracción fibrosa se caracteriza por ser de lenta degradación en el rumen (3 a 12 por ciento/hr), mientras que la fracción no fibrosa es de rápida degradación (20 por ciento/hr a 10 por ciento/min) y constituye una fuente de energía fácilmente disponible para los procesos de

fermentación ruminal (Mertens, 1992). En la actualidad las dietas para el ganado lechero se formulan considerando el tipo de carbohidrato, de tal modo que estos suplan sustratos para los procesos de fermentación consistentemente a lo largo del día. Chase y Sniffen (1991) sugieren que la ración total debe contener entre 30 y 40 por ciento de carbohidratos no fibrosos. Si los carbohidratos de la dieta son de rápida fermentación tanto el valor mínimo como el máximo deben ser menores para evitar una acidosis.

En el Cuadro 5 se presentan los contenidos de carbohidratos no fibrosos de los forrajes evaluados y se observa que esta variable difirió ( $P < 0,05$ ) entre las especies de piso y entre las épocas climáticas. Los pastos Ruzi, San Juan blanco y San Juan morado presentaron mayores ( $P < 0,05$ ) valores que los otros forrajes estudiados. El análisis por épocas indica que durante la época semiseca los forrajes tienen mayores ( $P < 0,05$ ) contenidos de carbohidratos no fibrosos.

Cuadro 5. Efecto de la estación sobre el contenido de carbohidratos no fibrosos (% de la MS) de los pastos del Distrito de Quesada, cantón de San Carlos

Especie	Estación				
	Semiseca		Lluviosa	X	
Estrella A	10,55 <sup>a</sup>	(12) <sup>1</sup>	6,83 <sup>b</sup>	(24)	8,07 <sup>de</sup>
Estrella B	9,26 <sup>a</sup>	(14)	6,12 <sup>b</sup>	(28)	7,17 <sup>e</sup>
San Juan blanco B	9,82	(12)	10,78	(24)	10,46 <sup>cd</sup>
San Juan morado B	10,27	( 4)	9,23	( 8)	9,64 <sup>cde</sup>
Ruzi B	12,20	( 4)	12,20	( 8)	12,20 <sup>c</sup>
Kikuyo B	9,86 <sup>a</sup>	(10)	6,81 <sup>b</sup>	(20)	7,83 <sup>c</sup>
X	10,05 <sup>a</sup>		8,06 <sup>b</sup>		8,72
King Grass C	9,79	( 8)	8,12	(16)	8,68

A: De 21 a 25 días de pastoreo; B: de 26 a 30 días; C: cosechado de 50 a 60 días

<sup>1</sup> Número de muestras en paréntesis

<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 ( $P < 0,05$ ).

El promedio general para las especies de piso fue 8,72 por ciento y para el pasto King Grass fue 8,68 por ciento. Estos valores son menores que los reportados por Mertens (1992) para forrajes de clima templado, y sugieren que el balance de los alimentos concentrados por su contenido de carbohidratos (en cantidad y calidad) puede contribuir a mejorar la producción animal. Para ello hay que utilizar granos con carbohidratos no fibrosos de lenta degradación, ya que estos tienden a incrementar la producción de leche y el porcentaje de grasa (Nocek y Tamminga, 1991). Se recomienda que los alimentos balanceados que se utilicen en la zona para la alimentación del ganado lechero tengan altos niveles de carbohidratos no fibrosos.

## RESUMEN

Para estimar la calidad nutricional de las principales especies forrajeras consumidas por el ganado lechero del distrito de Quesada, cantón de San Carlos, se tomaron muestras compuestas de los pastos Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), San Juan blanco (*Setaria anceps*), San Juan morado (*Setaria anceps*), Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*), cada dos meses, durante un año. Las muestras fueron tomadas simulando el sistema de pastoreo a que son sometidas las vacas en las fincas comerciales del área. La edad de rebrote de los pastos San Juan blanco, San Juan morado, Ruzi y Kikuyo osciló entre los 26 y los 30 días. Para el pasto Estrella se establecieron dos estratos de muestreo, uno de 20 a 25 días y el otro de 26 a 30, respectivamente. El pasto King Grass se cosechó a una edad de rebrote de 50 a 60 días. Para estimar la calidad nutricional de los pastos se analizaron los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo, cenizas y carbohidratos no fibrosos (CNF). Los valores promedio para estas variables en los

pastos de piso fueron 18,1; 14,7; 2,26; 10,2 y 8,72 por ciento de la MS, respectivamente. Los valores en el pasto King Grass fueron 17,1; 9,2; 1,73; 11,8 y 8,68 por ciento de la MS, respectivamente. Se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre especies y entre épocas para todas las variables evaluadas. Los resultados obtenidos sigieren que los bajos contenidos de MS en los pastos San Juan blanco, San Juan morado y Kikuyo; los cuales se acentúan aún más durante la época lluviosa; pueden reducir el consumo de MS en el ganado lechero y consecuentemente la producción láctea. Debido a que la diferencia en la calidad de los forrajes entre épocas climáticas en esta zona, desde el punto de vista práctico, no es importante, se recomienda utilizar el mismo alimento balanceado durante todo el año. Para un ható promedio de la zona debe contener alrededor de 14 por ciento de proteína cruda y altos niveles de carbohidratos no fibrosos que contribuyan a mejorar la fermentación ruminal.

## AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Lic. Rodrigo Umaña (q.d.D.g.) de la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica, por su valiosa colaboración en la implementación de la técnica de muestreo empleada en esta investigación. Asimismo, a los productores de ganado lechero del Distrito de Quesada por la colaboración brindada durante la realización de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- ACÓN, J. 1990. Mapa de asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica. MAG-SEPSA. Escala 1:200000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, D. C. 1008 p.
- BYERS, F.; G. SCHELLING. 1989. "Lipids in ruminant nutrition." IN: The Ruminant Animal. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 2. Second Ed. Edited by D. C. Church. Prentice Hall. New Jersey. 564 p.
- CHANDLER, J.V.; CARO-COSTAS; R. PEARSON; F. ABRUÑA; J. FIGARELLO; S. SILVA. 1964. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. Bulletin 187. Río Piedras, Puerto Rico. 152 p.
- CHASE, L. E.; C. J. SNIFFEN. 1991. "Balancing dairy rations to optimize rumen fermentation and milk production." IN: Professional Dairy Management Seminar. Dubuque. IA. USA. 5 p.
- CONRAD, H. R.; J. HIBBS. 1968. Nitrogen utilization by the ruminant. Appreciation of its nutritive value. J. Dairy Sci. 51: 276.
- HOOVER, W.; S. STOKES. 1991. "Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield." J. Dairy Sci. 74 (10):3639-3644.
- ITURBIDE, A. 1984. "Producción de leche con pastos tropicales. Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico." Editado por Andrés Novoa. Vol. 3. CATIE/BID. Turrialba, Costa Rica. pp. 83-105.
- JARRIGE, R. (Ed). 1989. Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and feed tables. Paris, France. Institut National de la Recherche Agronomique. John Libbey Eurotext. 379 p.
- MAYNARD, L.; J. LOOSLI; F. HINTZ; W. WARNER. 1989. Nutrición Animal. 7 ed. Editorial Mac Graw Hill. México D. F. 640 p.

- Mc DOWELL, L.; G. ELLIS; J. CONRAD. 1983. Suplementación mineral para la producción de leche. Primer Congreso Internacional de Bovinos de Leche. Azoodenar, Colombia. 23 p.
- MERTENS, D. R. 1992. "Nonstructural and structural carbohydrates." IN: Large Dairy Herd Management. H. H. Van Horn y C. J. Wilcox (Eds). American Dairy Science Association. Il. USA. 219-235 p.
- MINSON, D. 1982a. "The chemical composition and nutritive value of tropical grasses." IN: Tropical Grasses. Ed. P. J. Skerman. Rome, FAO. pp. 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." 6th rev. ed. Washington, D. C. National Academy Press. 157 p.
- NOCEK, J.; S. TAMINGA. 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.
- OWENS, F. N.; R. ZINN. 1988. "Protein metabolism of ruminant animals." IN: The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. Ed. by D. C. Church. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. 227-249 p.
- SÁNCHEZ, J. ML.; E. VARGAS; C. CAMPABADAL. 1987. "Composición mineral y de proteína de los forrajes de los distritos de Venecia, Pital y Aguas Zarcas del cantón de San Carlos." Agronomía Costarricense. 11 (1): 25-31.
- SÁNCHEZ, J. ML.; H. SOTO. 1993a. Estimated values of net energy for lactation of tropical pastures. Journal of Dairy Science. 76 (Suppl. 1): p. 215 (Abst.).
- SÁNCHEZ, J. ML.; H. SOTO. 1993b. "Análisis estadístico de las fluctuaciones mensuales y estacionales del valor nutritivo de las principales especies forrajeras del trópico húmedo de Costa Rica." IN: VI Congreso Internacional de Biomatemática. San José. Costa Rica. 357-367 p.
- S. A. S. 1985. SAS/STAT. Guide for personal Computers. VI Edition. S.A.S. Inst. Inc. U.S.A. 378 p.

- SNEDECOR, G.; G. W. COCHRAN. 1989. Statistical Methods. 8th Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A.
- VAN SOEST, P.; J. ROBERTSON; B. LEWIS. 1991. "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition." Journal of Dairy Sci. 74:3583-3597.
- VÉRITÉ, R.; M. JOURNET. 1970. "Influence de la teneur en eau et de la deshydratation de l'herbage sur la alimentaire pour les vaches laiteres." Annales de Zootechnie. 19:255-268.
- 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.