

CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS FORRAJES EN ZONAS CON NIVELES BAJOS DE PRODUCCION DE LECHE, EN LA ZONA NORTE DE COSTA RICA¹

Jorge Ml. Sánchez^{2/*}, Luis Piedra **, Henry Soto**

RESUMEN

Un total de 132 muestras compuestas de las principales especies forrajeras consumidas por el ganado lechero del Distrito de Florencia, cantón de San Carlos de bajo potencial productivo, fueron tomadas durante un período de un año, para estimar su calidad nutricional. En lecherías especializadas el promedio de producción es de 10 kg/vaca/día, y en hatos de doble propósito de 7 kg/vaca/día. Este distrito está ubicado en el trópico húmedo de Costa Rica. Los pastos analizados fueron Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Ratana (*Ischaemum indicum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum*) y las muestras fueron tomadas simulando pastoreo en fincas comerciales. La edad de rebrote de los pastos Estrella africana y Ratana fue 21 a 25 días, mientras que para el Brachiaria Ruzi fue 26 a 30 días. El pasto King Grass fue cosechado a una edad de rebrote de 50 a 60 días. La calidad nutricional se estimó en términos de sus contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro, carbohidratos no fibrosos y digestibilidad "in vitro" de la materia seca. Los valores promedio para estas variables en los pastos de piso fueron 23.0%, 10.6%, 69.2%, 10.6% y 66.4% de la materia seca, respectivamente y en King Grass 17.7%, 7.2%,

ABSTRACT

Nutritional quality of grasses in a low-production dairy zone, in northern Costa Rica. A total of 132 compound samples of the main grass species consumed by dairy cattle in the Florencia District, San Carlos County, was taken during a year period to estimate their nutritional quality. Milk is produced in this district in specialized dairy farms with an average milk production of 10 kg/cow/day; as well as in double purpose herds with an average of 7 kg/cow/day. The area under study is located in the Humid Tropics of northern Costa Rica. Analyzed grasses were *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria ruziziensis*, *Ischaemum indicum* and *Pennisetum purpureum*. Hand-plucked samples were taken simulating grazing patterns in commercial dairy farms. Stage of maturity of *Cynodon nlemfuensis* and *Ischaemum indicum* was 21-25 days for *Brachiaria ruziziensis*. *Pennisetum purpureum* was harvested at a stage of maturity of 50-60 days. Dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, non fiber carbohydrates and "in vitro" dry matter digestibility were analyzed to estimate the nutritional quality of grasses. Average values for these variables in grazing species were 23.0%; 10.6%; 69.2%; 10.6% and 66.4% of dry matter, resp. Averages for the fodder were 17.7%; 7.2%; 71.8%; 9.8% and 57.8%, resp. All variables differed ($P < 0.05$) among species. For practical purposes, differences in nutritional quality of grasses between semi-dry and rainy seasons are negligible. In general, nutritional quality of grasses in this district is lower than in the Aguas Zarcas, Venecia and Río

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. Dirección electrónica: jmsanche@cariari.ucr.ac.cr

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

71.8%, 9.8% y 57.8%, respectivamente. Todas difirieron significativamente ($P < 0.05$) entre especies. Las diferencias en la calidad nutricional de los forrajes entre épocas climáticas tienen poca importancia desde el punto de vista práctico. En general, la calidad nutricional del recurso forrajero de estos distritos es inferior a la de los distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto (Sánchez y Soto 1998), zona en que los niveles de producción del ganado lechero son mayores. El balance nutricional indica que los forrajes de la zona satisfacen las necesidades de proteína cruda del hato promedio de doble propósito, pero no las del hato de lechería especializada, el cual requiere de la suplementación con alimentos con 12 a 14% de proteína cruda. Los animales con promedios superiores a la media de la zona requieren niveles de proteína cruda mayores a los indicados. Debido a los contenidos bajos de carbohidratos no fibrosos en los forrajes, el alimento balanceado debe formularse con niveles altos de estos nutrimentos.

INTRODUCCION

El 24.5% de la población mundial de ganado bovino y el 16.5 del total de vacas lecheras se encuentran en América Latina y el Caribe. Esta población produce únicamente el 20.1% de la producción total de carne y el 8.5% de leche, poniendo en evidencia la baja eficiencia con que se produce en la región (Fernández-Baca 1992). Los índices de producción del ganado bovino en pastoreo se pueden mejorar mediante el uso de variedades de forrajes de calidad nutricional superior, programas técnicos de fertilización, períodos de rotación adecuados, una carga animal óptima y sobre todo con estrategias de suplementación nutricional (energética, proteica y mineral) que complementen la calidad nutricional de los forrajes (Minson 1982).

Las zonas tropicales bajas de América Latina y el Caribe abarcan el 70% de esta región y albergan el 60% de su población de ganado bovino. Durante las últimas décadas la producción de leche se ha desplazado hacia estas zonas

Cuarto Districts (Sánchez and Soto 1998), where milk production level is higher. Nutritional balance suggests that grasses in this area meet the CP requirements of the average double purpose herd, but not those of the specialized dairy herd, which requires the supplementation of a 12 to 14% CP grain mixture. Herds with milk production higher than the zone average of require higher levels of dietary protein. Because of the low levels of non fiber carbohydrates in grasses, grain mixture for cows in this area should be formulated to have high levels of these nutrients.

y en la actualidad su aporte a la industria láctea es significativo (Fernández-Baca 1992). Costa Rica no es ajena a esta tendencia y en la actualidad el cantón de San Carlos es uno de los principales productores de leche, siendo la producción láctea de 425.000L/día. Florencia es uno de los distritos de este cantón y su aporte a la producción es de 32.650L/día (Comunicación personal, 1998. Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos). La producción de leche de este distrito proviene de explotaciones especializadas con un promedio de 10 kg/vaca/día; así como de lecherías de doble propósito donde el ordeño se realiza una vez al día con ternero al pie. La producción media en estas fincas es de 7 kg de leche/vaca/día. Sin embargo, algunas fincas superan estos niveles y ponen en evidencia el potencial que tiene la zona para mejorar la producción de leche.

El objetivo de la presente investigación es evaluar la calidad nutricional de los forrajes consumidos por el ganado bovino de un distrito con niveles bajos de producción de leche, Florencia de San Carlos, para generar información que

contribuya a desarrollar estrategias de suplementación que mejoren la producción de los hatos de ganado lechero de la zona.

MATERIALES Y METODOS

Características del muestreo

Con el objetivo de estimar su calidad nutricional, durante un año se tomaron muestras de las principales especies forrajes consumidas por el ganado bovino del distrito de Florencia, cantón de San Carlos, Costa Rica. El muestreo se realizó en fincas comerciales ubicadas en los poblados de Platanar, Florencia, Santa Clara, Santa Rita, Javillos y La Vega.

Las muestras de forrajes se tomaron según la técnica de muestreo denominada cuota probabilística, la cual consideró la especie de forraje y la edad de rebrote (Snedecor y Cochran 1989). Se tomó un total de 132 muestras compuestas correspondientes a los pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Brachiaria Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), Ratana (*Ischaemum indicum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum*). Por lo general el pasto Ratana se encuentra invadiendo los pastizales de Estrella Africana, el cual es más susceptible a dicha invasión que el pasto Brachiaria Ruzi. Estas fueron tomadas en los potreros que seguían en el orden de rotación. La edad de rebrote de los pastos Estrella Africana y Ratana fue de 21 a 25 días, mientras que para el Brachiaria Ruzi fue de 26 a 30 días. El pasto King Grass se cosechó a una edad de 50 a 60 días. Estas edades de rebrote son las que por lo general utilizan los productores de la zona. Las prácticas de fertilización frecuentemente consideran la aplicación de 100 a 125 kg de N/ha/año.

Ubicación del muestreo

Florencia está ubicado entre los 84° 32' y 84° 27' longitud oeste y los 10° 30' y 10° 20' latitud norte. Su altitud es de 150 msnm. Este distrito se ubica en las zonas ecológicas denominadas Bosque Muy Húmedo Premontano transición a basal y Bosque Húmedo Tropical transición a

per-húmedo (Tossi 1969). Su temperatura promedio es de 25.8°C y la media máxima y mínima es de 29.8 y 21.7°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 2815 mm, siendo la precipitación promedio mensual, durante la época semiseca (enero a abril), de 125 mm, y durante la época lluviosa (mayo a diciembre), de 230 mm (Instituto Meteorológico Nacional). Los suelos de la zona se clasifican como Inceptisoles y se caracterizan por ser bajos en bases, con poca materia orgánica y poca o ninguna influencia de cenizas volcánicas. Hacia la parte norte de esta región existen incluso suelos Ultisoles (Acón 1990).

Manejo de las explotaciones

Las explotaciones ganaderas de la zona son del tipo de lechería especializada, donde se produce con animales de la raza Holstein, aunque también existen animales de las razas Jersey, Guernsey y muy frecuentemente sus cruces. Estas lecherías tienen una producción promedio de 10 kg de leche/vaca/día. También hay fincas con sistemas de producción de doble propósito, donde se realiza un ordeño al día con ternero al pie. La producción promedio de leche en estas explotaciones es de 7 kg/vaca/día. Las fincas dedicadas a la ganadería de carne también son comunes en la zona. Todos estos sistemas de producción basan la alimentación en el uso intensivo de los forrajes; sin embargo, en las fincas donde se produce leche, bien sea bajo la modalidad de lechería especializada o de doble propósito, los animales se suplementan con alimentos balanceados en una relación leche:alimento que oscila entre 3:1 y 4:1 así como con subproductos de la agroindustria local, tales como la melaza de caña de azúcar.

Análisis efectuados

Para estimar la calidad nutricional de los forrajes se analizaron los contenidos de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro, carbohidratos no fibrosos y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Las metodologías empleadas para determinar estas variables, así como el modelo estadístico empleado para analizar la

información obtenida han sido descritos en Sánchez y Quesada (1998).

RESULTADOS Y DISCUSION

Materia Seca

El contenido de materia seca de los forrajes consumidos por el ganado bovino en el distrito de Florencia difirió ($P < 0.05$) entre especies y entre épocas climáticas (Cuadro 1), al igual que lo ocurrido en la zona Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto (Sánchez y Soto 1998). El pasto Estrella Africana fue el que mostró los valores mayores (26.2%), seguido por los pastos Ratana (22.8%), Ruzi (20.1%) y King Grass (17.7%). Este último forraje fue el único que mostró niveles inferiores a 18%, el cual según Vérité y Journete (1970) podría comprometer el consumo voluntario de materia seca en los rumiantes. Los contenidos de materia seca fueron mayores durante la época semiseca que durante la lluviosa.

El contenido de materia seca promedio en los forrajes de piso del distrito de Florencia fue mayor (23.0%) que en los distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto (20.7%) (Sánchez

Cuadro 1. Efecto de la estación sobre el contenido de materia seca (%) de los principales forrajes del distrito de Florencia, San Carlos.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella Africana A	30.5a	24.1b	26.2c
Brachiaria Ruzi B	23.1a	17.6b	20.1d
Ratana A	28.3a	20.0b	22.8d
Promedio	27.6a	29.7b	23.0
King Grass C	21.1a	16.0b	17.7

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

c,d Promedios en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P < 0.05$)

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

y Soto 1998), lo cual podría deberse a que en estos últimos distritos el régimen de precipitación es mayor, alcanzándose niveles promedio tan altos como 460 mm en el mes de octubre en Venecia. Según Minson (1990) el clima es determinante en cuanto a la cantidad de materia seca que contienen los forrajes.

Proteína Cruda

Los rumiantes requieren de un mínimo de 7% de proteína cruda en la dieta para que el consumo y la digestibilidad de la materia seca sean óptimos (Milford y Minson 1965, Ellis y Lipke 1976). En la presente investigación se encontró que los forrajes evaluados satisfacen durante todo el año dicho nivel crítico de proteína cruda (Cuadro 2), coincidiendo con lo encontrado por Sánchez y Soto (1996) en otras zonas del trópico húmedo de Costa Rica y por Xandé et al. (1989) en diferentes regiones tropicales.

El nivel de proteína cruda difirió ($P < 0.05$) entre especies, no así entre épocas climáticas. Esto último tiene importantes implicaciones cuando se elaboran programas de alimentación, ya que indica que a través del año debe utilizarse el mismo nivel de proteína cruda en el alimento balanceado que se usa para complementar el forraje. Entre las especies de piso, los pastos Estrella Africana y Brachiaria Ruzi mostraron valores mayores ($P < 0.05$) que el Ratana. El promedio general para los pastos de piso fue 10.6% de la materia seca,

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda (% de la masa seca) de los principales forrajes del distrito de Florencia, San Carlos.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella Africa A	10.3	11.7	11.2
Brachiaria Ruzi B	10.6a	10.6b	10.6
Ratana A	9.5	9.9	9.7
Promedio	10.2	10.8	10.6
King Grass C	6.9	7.3	7.2

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

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

mientras que para el King Grass fue 7.2. En general, los valores de proteína cruda encontrados en esta investigación son inferiores a los encontrados por Sánchez y Soto (1996, 1998), en las regiones de Quesada y Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto; lo cual podría deberse a que las prácticas de fertilización nitrogenada en estos distritos son más intensivas que en Florencia.

Si se asume una disponibilidad y consumo adecuado de forrajes, el balance nutricional indica que la cantidad media de proteína cruda en los pastos de piso analizados satisface las necesidades de este nutrimento de las vacas promedio de doble propósito de la zona (7 kg de leche/vaca/día) (ARC 1980, NRC 1989), por lo que en las prácticas de alimentación de estos hatos se debe poner énfasis en el contenido de energía de la ración, ya que según Sánchez y Soto (1993, 1997) éste es el nutrimento más limitante para la producción de ganado lechero en esta región. En relación al hato de ganado lechero especializado (con un promedio de 10 kg de leche/vaca/día), el alimento balanceado que se utilice para complementar los forrajes debe contener entre 12 y 14% de proteína cruda. Los animales que se encuentran en los primeros meses de lactación, así como los que tienen un potencial de producción mayor que el promedio, requieren alimentos balanceados con niveles de proteína mayores a los indicados.

Fibra Detergente Neutro

Los contenidos de fibra detergente neutro en los forrajes analizados se indican en el Cuadro 3. Esta variable difirió ($P<0.05$) entre especies y entre épocas climáticas. Entre las especies de piso, el pasto Estrella Africana fue el que presentó los mayores valores, seguido por los pastos Ratana y Brachiaria Ruzi. Estos forrajes mostraron niveles mayores ($P<0.05$) durante la época lluviosa (69.7%) que durante la semiseca (68.2%), comportamiento que coincide con lo observado por Sánchez y Soto (1997) en el Distrito de Quesada, pero que difiere del obtenido por Sánchez y Soto (1997) en los distritos con alto nivel de producción de leche. El promedio general para el contenido de fibra detergente neutro en las especies de piso fue 69.2% de la materia

Cuadro 3. Contenido de fibra detergente neutro (% de la masa seca) de los principales forrajes del distrito de Florencia, San Carlos.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
Estrella Africana A	70.6b	72.9a	72.2c
Brachiaria Ruzi B	65.1	65.1	65.1e
Ratana A	67.9b	69.7a	69.1d
Promedio	68.2	69.7	69.2
King Grass C	73.7a	70.7b	71.8

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

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

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

seca, el cual está dentro del rango normal reportado en la literatura para los forrajes tropicales (Minson 1990) y al observado en otras zonas del trópico húmedo de Costa Rica por Sánchez y Soto (1997, 1998). Este valor se considera alto (Minson 1982) y tiene importantes implicaciones para la nutrición de los rumiantes, ya que según Mertens (1992), Waldo y Jorgensen (1981) y Weiss (1993) la fibra se correlaciona negativamente con la digestibilidad y la disponibilidad de la energía de los forrajes.

Los niveles de fibra detergente neutro en el pasto King Grass fueron mayores ($P<0.05$) durante la época semiseca (73.7%) que durante la lluviosa (70.7) (Cuadro 3); esta tendencia contrasta con la presentada por las especies de piso. El promedio general para esta especie de corte fue de 71.8% de la materia seca (Cuadro 3), el cual es similar al obtenido por Sánchez y Soto (1997, 1998).

Aunque el contenido óptimo de fibra detergente neutro en la dieta del ganado lechero varía con el nivel de producción láctea y el tipo de forraje consumido, los pastos evaluados y los alimentos balanceados de uso común en la zona pueden satisfacer las necesidades de fibra detergente neutro sugeridas por el NRC (1989), para animales con niveles de producción similares a los del distrito de Florencia.

Carbohidratos No Fibrosos

El contenido de carbohidratos no fibrosos difirió ($P<0.05$) entre especies, siendo el pasto *Brachiaria Ruzi* el que presentó el nivel mayor (14.3%). El análisis por épocas indicó que esta variable difirió ($P<0.05$) solamente en los pastos *Estrella Africana* y *Ratana*, encontrándose los valores mayores durante la época semiseca (Cuadro 4). En estudios realizados por Sánchez y Soto (1996) en Quesada también encontraron que los forrajes en estas zonas tienden a contener mayores niveles de carbohidratos no fibrosos durante la época semiseca. El nivel promedio para las especies de piso fue 10.6 y para el pasto *King Grass* 9.8%. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Sánchez y Soto (1998) en los distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto. Los valores encontrados se consideran bajos y limitan el crecimiento óptimo de la micropoblación ruminal (Hoover et al. 1990, Van Soest y Giner-Chaves 1994). Los forrajes tropicales contienen cantidades bajas de carbohidratos no fibrosos debido a que las condiciones climáticas en que se desarrollan estimulan la producción de estructuras de protección a expensas de los carbohidratos fácilmente disponibles, lo cual deteriora su calidad nutricional (Van Soest y Giner-Chaves 1994).

Cuadro 4. Contenido de carbohidratos no fibrosos (% de la masa seca) de los principales forrajes del distrito de Florencia, San Carlos.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
<i>Estrella Africana</i> A	11.5a	8.2b	9.3d
<i>Brachiaria Ruzi</i> B	12.4	15.2	14.3c
<i>Ratana</i> A	11.3a	7.5b	8.8d
Promedio	11.7	10.1	10.6
<i>King Grass</i> C	8.3	10.5	9.8

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

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

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

Aunque los requerimientos de carbohidratos no fibrosos del ganado lechero no están bien establecidos, Chase y Sniffen (1991) sugieren que la ración total tenga entre 30 y 40% de esta fracción nutricional. Para lograr esos niveles los alimentos balanceados que se formulen para ser usados en el distrito de Florencia deben tener contenidos altos de carbohidratos no fibrosos. Para lograr ese objetivo se puede utilizar la melaza de caña de azúcar, así como granos con carbohidratos no fibrosos de lenta degradación, ya que estos últimos aportan energía durante períodos largos y contribuyen a sincronizar los procesos de fermentación ruminal (Mertens 1992, Nocek y Taminga 1991).

Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca

En el Cuadro 5 se indican los valores obtenidos para la DIVMS en los forrajes evaluados. Esta variable difirió ($P<0.05$) entre especies. El pasto *Brachiaria Ruzi* mostró los valores mayores (72.4%), seguido por los pastos *Estrella Africana* (66%) y *Ratana* (60.8%). El *Ruzi* mostró un nivel superior al obtenido en los distritos de Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto (Sánchez y Soto 1998), no ocurriendo lo mismo con el pasto *Estrella Africana* que presentó valores inferiores.

Cuadro 5. Digestibilidad "in vitro" de la materia seca (%) de los principales forrajes del distrito de Florencia, de San Carlos.

Especie	Estación		Promedio
	Semiseca	Lluviosa	
<i>Estrella Africana</i> A	63.8	67.2	66.0d
<i>Brachiaria Ruzi</i> B	71.3	72.9	72.4c
<i>Ratana</i> A	57.3b	62.6a	60.8e
Promedio	64.1	67.5	66.4
<i>King Grass</i> C	57.6	57.4	57.5

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

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

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

Al existir una correlación positiva entre la digestibilidad y el consumo voluntario, así como con el aporte de energía (Minson 1990, Van Soest 1994), el pasto *Brachiaria Ruzi* constituye una opción forrajera buena para los productores de ganado bovino en esta zona.

El análisis por épocas mostró que únicamente el pasto *Ratana* difirió ($P < 0.05$) entre estaciones, presentando los valores mayores de DIVMS durante la época lluviosa. El promedio general obtenido para las especies de piso fue 66.4%, mientras que para el *King Grass* fue 57.5%. Ambos valores son inferiores a los obtenidos en la zona de producción alta de leche por Sánchez y Soto (1998), lo cual indica que los forrajes de Florencia aportan menores cantidades de energía a la nutrición del ganado lechero.

IMPLICACIONES

El balance nutricional (NRC 1989) indica que los forrajes del distrito de Florencia satisfacen las necesidades de proteína cruda de las vacas promedio de doble propósito de la zona (7 kg/vaca/día), no siendo así para el hato promedio de lechería especializada (10 kg/vaca/día), el cual requiere de la suplementación con alimentos balanceados que contengan de 12 a 14% de proteína cruda. Los bajos valores de carbohidratos no fibrosos en los forrajes sugieren que los alimentos balanceados deben formularse con niveles altos de estos nutrientes; por lo que se requiere investigar los niveles y fuentes más adecuadas para suplir los carbohidratos no fibrosos en los alimentos que se utilicen en esta región.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a los productores de ganado lechero del distrito de Florencia, cantón de San Carlos, por la colaboración ofrecida durante la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- ACON, J. 1990. Mapa de asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica, MAG-SEPSA. Escala 1:200000.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). 1980. The nutritional requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, England. UK. 315 p.
- CHASE, L.E.; SNIFFEN, C.J. 1991. Balancing dairy rations to optimize rumen fermentation and milk production. *In* Professional Dairy Management Seminar, Dubuque, IA, USA. p.1-5.
- ELLIS, W.C.; LIPPKE, H. 1976. Nutritional values of forages. *In* Grasses and legumes in Texas. Development, Production and utilization. Ed. by E.C. Holt and R.D. Lewis, Texas Agric. Exp. Sta. Res. Monog. RM6C. p. 26-66.
- FERNANDEZ-BACA, S. (Ed.) 1992. Avances en la producción de leche y carne en el trópico Americano. FAO. Santiago, Chile. p. 9-12.
- 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.H. Van Horn and C.J. Wilcox. American Dairy Science Association, Illinois, USA. 219-235 p.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. 1965. Intake of tropical pasture species. *Proc. 9th Int. Grasslands Congress*, Sao Paulo, Brazil. p. 815-822.
- 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 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.
- SANCHEZ, J. M.; QUESADA, G. 1998. Calidad Nutricional de los forrajes en una zona con potencial alto para la producción de leche, en el trópico húmedo de la zona

- norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 22(1): 61-68.
- 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* 3(1):18.
- SANCHEZ, J.M.L.; 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).
- SNEDECOR, G.; COCHRAN, G.W. 1989. *Statistical methods*. 8th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A. 703 p.
- TOSSI, J. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica. (Según clasificación de zonas del mundo). San José. Esc. 1:750000.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York. 476 p.
- VAN SOEST, P.; GINER-CHAVES, B. 1994. Nutritive value of fibrous feeds. Cornell University. *In Beef Cattle Production Systems in the Tropics*. Seminario MAG/Progasa. Atenas, Costa Rica. p. 1-10.
- VÉRITÉ, 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.
- WALDO, D.R.; JORGENSEN, N.A. 1981. Forages for high animal production. Nutritional factors and effects of conservation. *Journal of Dairy Science* 64:1207-1229.
- WEISS, W.P. 1993. Fiber requirements of dairy cattle: Emphasis NDF. *Proceedings Minnesota Nutrition Conference*. p. 63-76.
- XANDE, A.; GARCIA-TRUJILLO, R.; CACERES, A. 1989. Feeds of the humid tropics (West Indies). *In Ruminant Nutrition Recommended Allowances and Feed Table*. Ed. by R. Jarrige. Institut National de la Recherche Agronomique. John Libbey Eurotext, Paris. 379 p.