

## PORÓ (*Erythrina poeppigiana*) Y MADERO NEGRO (*Gliricidia sepium*) COMO SUPLEMENTOS PROTEICOS PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS ALIMENTADAS CON HENO DE JARAGUA (*Hyparrhenia rufa*)

**L.A. Camero Rey**

**CATIE, Turrialba, Costa Rica**

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del follaje del poró (*Erythrina poeppigiana*) y del madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplementos proteicos, en comparación con urea en la producción y composición de la leche de vacas que consumían heno de jaragua (*Hyparrhenia rufa*) de baja calidad. Se utilizaron 12 vacas que se encontraban entre 45 y 60 días de lactancia. Los resultados en la producción de leche total indicaron que los tratamientos de poró y madero negro fueron estadísticamente iguales (7,3 y 7,4 kg/vaca/día) y diferentes ( $P<0,05$ ) al tratamiento con urea (6,7 kg/vaca/día). No se encontraron diferencias para la composición de la leche en ninguno de los tratamientos. El análisis económico de presupuestos parciales demostró que la suplementación con madero negro y poró fue superior en 20 y 19% respectivamente con relación a la urea. Para evaluar el efecto de la suplementación proteica sobre la degradabilidad y los parámetros de la fermentación ruminal de los componentes de las dietas, se trabajó con tres novillos fistulados. El tipo de suplementación no afectó la tasa de pasaje de las dietas ni el pH a nivel ruminal, pero el poró y el madero negro produjeron una mayor cantidad de AGV y una menor concentración de amonio. Se concluye que el poró o el madero negro constituyen una alternativa de suplementación proteica para la producción de leche en vacas que consumen heno de jaragua de baja calidad.

**Palabras claves:** *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, suplementación proteica, producción de leche

Effect of *Erythrina poeppigiana* and *Gliricidia sepium* foliage used as proteic supplementation was studied and compared with urea in milk composition and production from cows fed with low quality grass (*Hyparrhenia rufa*) hay. Twelve cows with 45 and 60 lactation days were used. Total milk production results for treatments based on *Erythrina* and *Gliricidia* were statistically similar (7,3 and 7,4 kg/cow/day) and different ( $P<0,05$ ) from treatment based on urea (6,7 kg/cow/day). Differences in milk composition were not recorded in any of the treatments. According to the partial economical-budgetary analysis, it was demonstrated that supplementation based on *Gliricidia* and *Erythrina* was superior in 20 and 19% respectively compared with urea. Three fistulated steers were used in order to evaluate the effect of proteic supplementation upon degradability and ruminal fermentative parameters in the diet. pH level in the rumen and diet passage rate were not observed to be affected by the type of supplementation, but a higher quantity of VFA and a lower ammonia concentration were produced by the plant materials. The use of *Erythrina* and *Gliricidia* was concluded to be a proteic supplementative alternative for milk production from cows fed with diet based on a low quality grass hay.

**Additional index words:** *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, proteic supplementation, milk production

En los trópicos bajos, las condiciones de variaciones estacionales de los factores climáticos, determinan que el volumen y la calidad de la biomasa disponible de las pasturas y forrajes comúnmente utilizados en la alimentación de rumiantes, sean limitantes en la mayoría de los sistemas de producción ganadera, tanto de leche como de carne.

La suplementación animal, en períodos de déficit alimentario, es una práctica común entre los ganaderos, recurriéndose al uso de diferentes fuentes, que por lo general sólo permiten cubrir las necesidades de mantenimiento de los animales. Los altos costos de la suplementación, especialmente la proteica, y la competitividad de esta con la alimentación de monogástricos, hacen que se busquen alternativas de uso de fuentes no tradicionales.

Una práctica usual de alimentación animal en áreas tropicales, especialmente durante la época de seca, la constituye el uso de henos. Estos materiales, por lo general, son de baja calidad, pues las limitaciones ambientales durante la estación lluviosa obligan a efectuar la henificación a inicios de la estación seca en pastizales con largos períodos de crecimiento. Bajo estas condiciones, las posibilidades de producción de leche son difíciles; por lo tanto, la suplementación con otras fuentes que aporten los nutrimentos deficitarios del heno, podría ser una solución paliativa para la ganadería bajo estas condiciones marginales (Castejón y Combellas, 1981).

La utilización de leguminosas arbóreas de fácil establecimiento, bajos requerimientos de insumos y alto potencial nutritivo, constituye una alternativa para el mejoramiento de la producción de leche y/o carne en áreas tropicales y subtropicales. Dentro de estas especies se encuentran el madero negro (*Gliricidia sepium*) y el poro (*Erythrina poeppigiana*), las cuales en

diferentes trabajos realizados por el CATIE han demostrado resultados alentadores para ganancia de peso y producción de leche en rumiantes estabulados y en pastoreo (Pineda, 1986; Rodríguez, Benavides, Chaves y Sánchez, 1937; Tobón, 1988; Abarca, 1989; Alagón, 1990).

Con base en estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto biológico y económico de la suplementación con poró y madero negro como fuentes de proteína suplementaria para vacas que reciben dietas fibrosas de heno de jaragua, en la producción y composición de la leche.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

*Ensayo de producción de leche.* El trabajo se realizó en la Finca Experimental del Área de Ganadería Tropical del CATIE, que se clasifica como una zona de vida de Bosque Húmedo Premontano Tropical (Holdridge, 1978) y que se localiza a 9° 58' latitud Norte, 83° 31" longitud Oeste, a 639 msnm, con una precipitación anual promedio de 2 600 mm, humedad relativa de 90,4% y una temperatura media anual de 22°C.

Se utilizaron 12 vacas (Jersey puras y mestizas de Criollo por Jersey) que se encontraban entre 45 y 60 días de lactancia. Estas fueron distribuidas bajo un diseño experimental de cambio en cuadrado latino repetido sin período extra (Lucas, 1983), con cuatro réplicas, tres vacas por tratamiento y tres períodos (21 días cada período, de los cuales 14 fueron de adaptación y 7 de mediciones).

Todas las vacas recibieron una dieta básica de heno de jaragua, un suplemento proteico (*Erythrina*, *Gliricidia* o urea) y uno energético (melaza de caña y pulidura de arroz) de acuerdo con los requerimientos de producción de 6,5 kg de leche/día con 4% de grasa. Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas (tabla 1).

Tabla 1. Raciones balanceadas para los tratamientos experimentales (vaca de 300 kg de peso vivo, 6,5 litros de leche con 4% de grasa).

Ingrediente	MS kg	%	PC g	EM Mcal
Tratamiento 1				
Heno	3,96	43	158	4,38
Poró	1,63	18	430	3,18
Pulidura	1,94	21	243	6,56
Melaza	1,71	18	86	4,72
Total	9,21	100	911	18,84
Tratamiento 2				
Heno	3,95	43	158	4,38
Madero	1,63	18	440	3,18
Pulidura	1,94	21	243	6,56
Melaza	1,71	18	86	4,72
Total	9,22	100	927	18,84
Tratamiento 3				
Heno	4,77	50	195	5,07
Urea	0,12	1	336	0,00
Pulidura	2,28	25	285	7,71
Melaza	2,15	24	108	5,93
Total	9,21	100	924	18,71

Durante el período de mediciones se pesó diariamente la dieta ofrecida y rechazada por cada animal y se tomaron muestras para los análisis de: materia seca (MS), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl (Bateman, 1970) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963). Con base en los resultados obtenidos en el laboratorio, se determinó la MS, la PC y la EM consumidas por cada animal durante cada período experimental.

La producción de leche por vaca fue pesada diariamente, considerando la producción obtenida en los ordeños de la mañana y la tarde. Para analizar la composición de la leche, se tomaron seis muestras por vaca durante el período de medición (2% de la producción en cada ordeño por 3 días consecutivos). A las muestras se les agregó 0,05 g de dicromato de potasio como preservante, refrigerándolas a 5°C para analizarlas al final de cada período experimental. Se

determinó el porcentaje de grasa por el método de Babcock (Bateman, 1970), la proteína por el método de titulación con formol (Bateman, 1970) y los sólidos totales por el método gravimétrico (Leslie y Johnstone, 1982).

Se llevó a cabo un estudio económico comparativo para determinar el comportamiento de los tratamientos (Dillon y Hardaker, 1980). Los presupuestos parciales para cada tratamiento se basaron en promedios de los costos variables/vaca/día, que se afectaron como producto de la dieta ofrecida y su relación con el ingreso bruto.

*Caracterización de las dietas experimentales.* Para entender las relaciones entre dieta y producción de leche, se planteó un segundo experimento para medir la degradabilidad ruminal de la materia seca de los alimentos utilizados (Orskov, Hovell y Mould, 1980), la tasa de pasaje de la dieta a través del tracto digestivo (Uden, 1978) y la producción de ácidos grasos volátiles, amonio y pH en licor ruminal (Kass y Rodríguez, 1989). Para esto se utilizaron tres novillos mestizos (cruces cebú x criollo) con fístula ruminal permanente. Se empleó un diseño cuadrado latino (tres animales y tres períodos), donde los animales fueron manejados y alimentados de igual forma que en el experimento con vacas lecheras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Caracterización nutritiva de los componentes de las dietas experimentales

Los resultados de caracterización nutritiva de los ingredientes de las dietas experimentales, indican que el poró y el madero negro no difirieron mayormente en sus constituyentes nutritivos ni en DIVMS (tabla 2). El heno de jaragua presentó valores de calidad nutritiva característicos de un material muy

fibroso y pobre nutricionalmente (4% de PC y 35% DIVMS), lo que refuerza la necesidad de que las dietas básicas con

henos pobres sean suplementadas con otros materiales más nutritivos, a fin de lograr producciones de leche aceptables.

Tabla 2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y composición química de los alimentos utilizados en ambos ensayos.

Atributo	Material				
	Poró	Madero	Heno	Pulidura de arroz	Melaza <sup>1</sup>
DIVMS (%) <sup>2</sup>	52,4	54,3	35,4	66,5	-
PC (%) <sup>3</sup>	26,4	27,2	4,1	12,5	5,8
FDN (%) <sup>4</sup>	59,2	53,3	79,1		
FDA (%) <sup>5</sup>	34,5	32,7	46,2		
Hemicelulosa (%)	25,1	21,3	33,4		
Celulosa (%)	21,0	19,2	28,5		
Lignina (%)	13,4	12,3	18,2		
N-FDN (%) <sup>6</sup>	53,1	47,2	72,5		
N-FDA (%) <sup>7</sup>	13,3	14,1	19,7		

<sup>1</sup> Los valores para melaza fueron tomados de las tablas NRC

<sup>2</sup> Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

<sup>3</sup> Proteína cruda

<sup>4</sup> Fibra detergente neutro

<sup>5</sup> Fibra detergente ácido

<sup>6</sup> Nitrógeno ligado a FDN como % total del N

<sup>7</sup> Nitrógeno ligado a FDA como % total del N

#### B. Parámetros de la fermentación ruminal

Las diferentes fuentes proteicas no afectaron la tasa de pasaje a través del tracto gastrointestinal (tabla 3). La degradabilidad de la MS del heno de jaragua fue igual para los tratamientos donde se suplementó con leguminosas arbóreas, encontrándose el menor valor de degradabilidad de la MS al utilizar la urea como fuente proteica (fig. 1).

Las concentraciones de AGV totales (fig. 2), fueron superiores en los tratamientos con base en leguminosas arbóreas. Esta diferencia podría estar

dada por el efecto de una tendencia a mayor degradabilidad de la materia seca del heno en los tratamientos con base a poró y madero negro, además de un mayor aporte de proteína verdadera por parte de las leguminosas.

Para la concentración de nitrógeno amoniacal se encontró diferencias significativas entre tratamientos y estas concentraciones fueron superiores en la dieta con base en urea como fuente proteica (fig. 3). Ello es razonable desde el punto de vista de que la urea es hidrolizada rápidamente en el rumen por acción de la ureasa microbiana (Miller, 1979).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la tasa de pasaje

Tratamientos	1 (%)	2 (%)	3 (horas)	4 (horas)	5 (horas)
Poró	2,67	6,73	37,45	14,86	6,87
Madero negro	2,75	6,96	36,36	14,37	7,05
Urea	2,63	7,50	38,02	13,33	7,06

1 Tasa de pasaje en el rumen reticular; 2 Tasa de pasaje en el tracto posterior; 3 Tiempo de retención en el rumen-retículo; 4 Tiempo de retención en el tracto posterior; Tiempo de tránsito

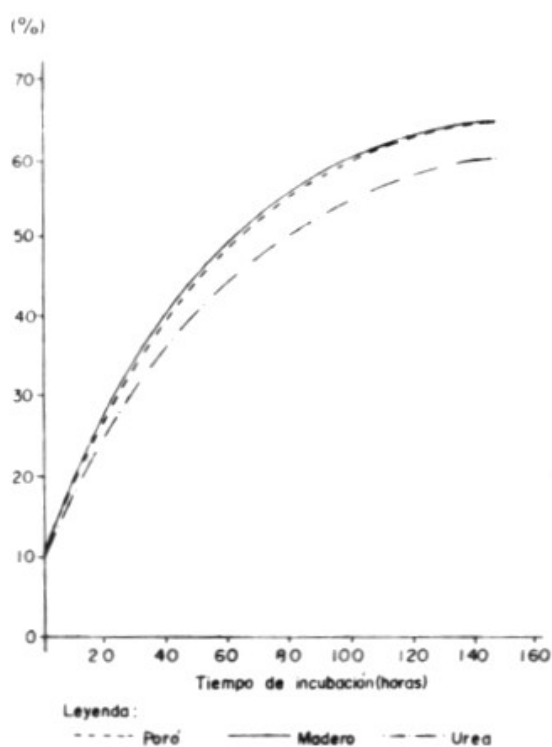


Fig. 1. Efecto de los tratamientos sobre la degradabilidad de la materia seca del heno de jaragua.

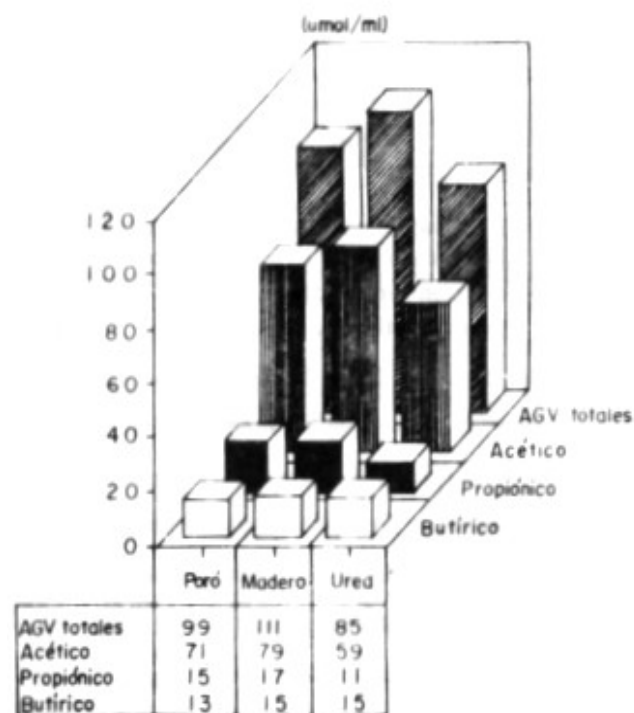


Fig. 2. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de AGV en licor ruminal.

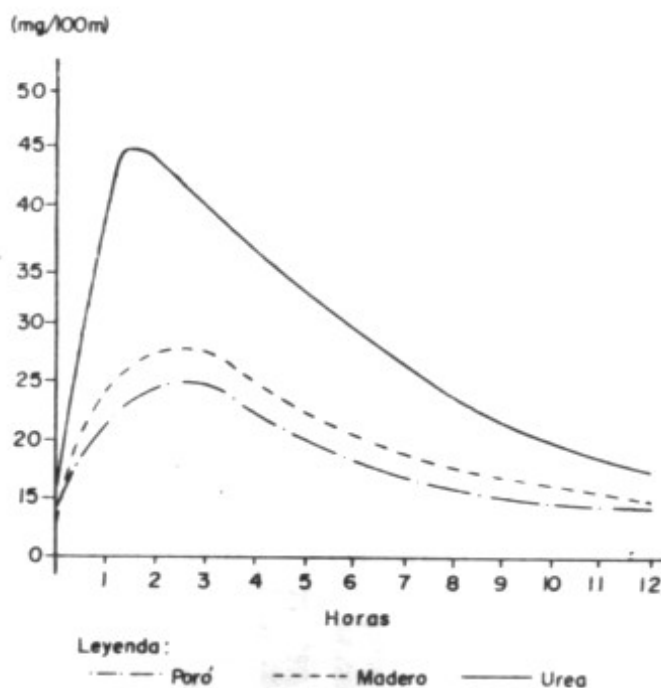


Fig. 3. Efecto de los tratamientos sobre la concentración de amonio en licor ruminal.

### C. Producción de leche y sus constituyentes

En cuanto a la producción de leche total y corregida a 4% de grasa, los tratamientos en los cuales se utilizó las leguminosas arbóreas poró y madero negro como fuentes proteicas, fueron significativamente iguales, pero superiores ambos en un 10% al tratamiento en el cual se usó urea como fuente proteica (fig. 4).

La alta concentración de amonio ruminal y una mejor concentración de AGV totales encontrada en el tratamiento con base a urea, podrían ser la respuesta a la diferencia en cuanto a producción de leche a favor de las leguminosas arbóreas.

Para los constituyentes de la leche (grasa, proteína y sólidos totales), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (fig. 5).

La igualdad entre tratamientos para producción de grasa en la leche pudo deberse a que no se detectaron

diferencias en cuanto a las proporciones molares de los AGV en el licor ruminal, lo que concuerda con los trabajos realizados por Blaxter (1964), cuando señaló que la depresión de la grasa láctea está asociada con un cambio acusado en las proporciones molares de los AGV en el rumen.

Van Horn, Marshal, Wilcox, Randel y Wing (1975) encontraron que el aumento de la concentración de proteína en la leche se debe a una mayor disponibilidad de aminoácidos en la glándula mamaria; sin embargo, al suministrar nitrógeno no proteico en la ración tal efecto no se nota claramente.

El efecto del suministro de proteína verdadera en la dieta sobre los porcentajes de proteína en la leche fue demostrado por Spires, Clark, Perrig y Davis (1975), quienes determinaron que las infusiones de proteína o aminoácidos en el abomaso de cabras, provocaron un aumento del porcentaje de proteína en la leche.

La igualdad entre tratamientos para concentración de proteína en la leche en el presente trabajo, podría explicarse por

el alto contenido de nitrógeno soluble de las leguminosas arbóreas utilizadas como suplemento.

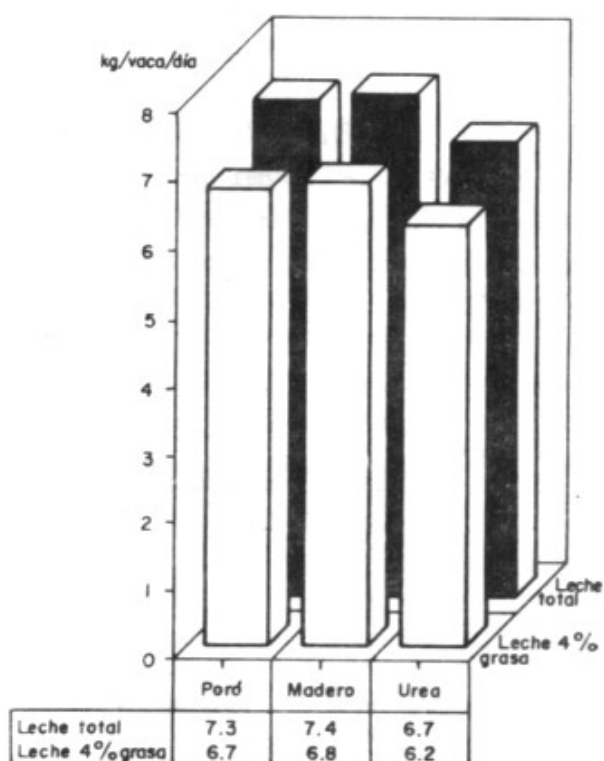


Fig. 4. Efecto de los tratamientos sobre la producción de leche total y corregida a 4% de grasa.

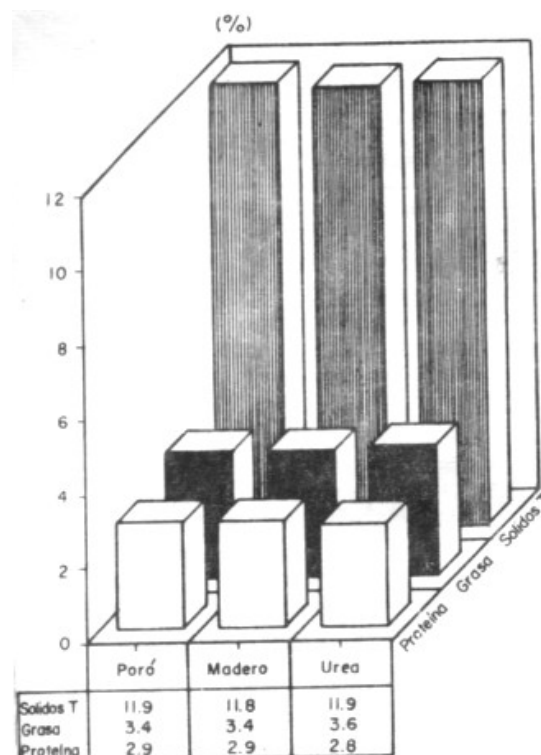


Fig. 5. Efecto de los tratamientos sobre los constituyentes de la leche.

#### D. Análisis económico para la producción de leche

Los resultados del análisis económico de presupuestos parciales, demuestran que los tratamientos con base en leguminosas arbóreas como fuentes proteicas fueron superiores en 20 y 19%, respectivamente, al tratamiento con urea (tabla 4).

Lo anterior indica que las leguminosas arbóreas representan una

alternativa económica como fuentes proteicas en sistemas de producción con base en forrajes de baja calidad, como el caso del heno de jaragua. Además, pueden existir beneficios adicionales, como el empleo de la mano de obra familiar de la finca, sombra para los animales, leña, postes para cercas, incorporación de nitrógeno al suelo y reciclaje de nutrientes por vía hojas y ramas caídas al suelo.

Tabla 4. Análisis de presupuestos parciales para los diferentes tratamientos.

	Tratamientos		
	Poró	Madero	Urea
<b>Ingresos</b>			
Producción de leche (kg)	7,30	7,40	6,70
Precio de la leche* (\$)	0,26	0,26	0,26
Beneficio bruto (\$)	1,90	1,92	1,74
<b>Costos variables</b>			
<b>Insumos**</b>			
Heno (\$)	0,25	0,25	0,30
Semolina (\$)	0,40	0,40	0,45
Melaza (\$)	0,07	0,07	0,08
Poró <sup>1</sup> (\$)	0,10		
Madero <sup>1</sup> (\$)		0,10	
Urea (\$)			0,03
Total costos variables (\$)	0,82	0,82	0,86
<b>Beneficio neto parcial</b>			
Vaca/día (\$)	1,08	1,10	0,88
% del ingreso total	56,84	57,29	50,57

\* Precio de venta de la leche según comprador (CATIE)

\*\* Costos de los insumos puestos en la finca:

Heno: 0,063 \$/kg

Semolina: 0,185 \$/kg

Melaza: 0,033 \$/kg

Urea: 0,276 \$/kg

<sup>1</sup> Costo de suplementación de poró y madero: 0,011\$/kg

## CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye:

1. El uso del poró y el madero negro como suplementos proteicos para vacas lecheras alimentadas con heno de jaragua de baja calidad, permite producciones de leche aceptables.
2. El tipo de suplemento proteico (poró, madero negro o urea) no afectó las concentraciones de grasa, proteína y sólidos totales de la leche.

3. El poró o el madero negro constituyen una alternativa de suplementación proteica más económica que la urea para vacas que reciben una dieta basal de heno de jaragua de baja calidad.

## REFERENCIAS

- ABARCA, S. 1989. Efecto de la suplementación con poró (*Erythrina poeppigiana*) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 68 p.



- ALAGON, G. 1990. Comparación del poró (*Erythrina poeppigiana*) con otras fuentes nitrogenadas de diferente potencial de escape a la fermentación ruminal como suplemento de vacas lecheras alimentadas con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 145 p.
- BATEMAN, V.J. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Herrero, México, D.F. 468 p.
- BLAXTER, K.L. 1964. Metabolismo energético de los rumiantes. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 314 p.
- CASTEJON, M. & COMBELLAS, J. 1981. *Producción Animal Tropical*. 6:381
- DILLON, J.I. & HARDAKER, J.B. 1980. Análisis del presupuesto parcial. En: La investigación sobre la administración rural para el desarrollo del pequeño agricultor. FAO. Boletín de servicios agrícolas. No. 41. p. 151
- HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 106 p.
- KASS, M. & RODRÍGUEZ, G. 1989. Manual de evaluación nutricional de pastos y forrajes. Dpto. de Producción Animal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 43 p.
- LESLIE, F. & JOHNSTONE, H. 1982. Análisis moderno de los alimentos. (Trad. Justino Burgos). Edit. Acribia. Zaragoza, España. 619 p.
- LUCAS, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. North Carolina State University. Serie 18. p. 16.1 (Mimeo)
- MILLER, W.J. 1979. Dairy cattle and nutrition. Academic Press, London. 411 p.
- ORSKOV, B.R.; HOVELL, F.D. & MOULD, F. 1980. *Producción Animal Tropical*. 8:213
- PINEDA, M.O. 1986. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sci. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 65 p.
- RODRÍGUEZ, Z.; BENAVIDES, J.; CHAVES, C. & SÁNCHEZ, G. 1987. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE, Turrialba, Costa Rica. Nitrogen Fixing Tree Association. Special Publication 87-01 p. 212
- SPIRES, H.R.; CLARK, J.H.; PERRIG, R.G. & DAVIS, C.L. 1975. *Journal of Nutrition*. 105:1111
- TILLEY, J.M. & TERRY, R.A. 1963. *Journal of the British Grassland Society*. 18:104
- TOBON, C.T. 1988. Efecto de la suplementación con cuatro niveles de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 72 p.
- UDEN, P. 1978. Comparative studies on rate of forage, particle size and rate of digestion in ruminants, equines, rabbits and man. Thesis Ph.D. Cornell University. Ithaca, N.Y. 242 p.
- VAN HORN, H.; MARSHAL, S.; WILLOOX, C.; RANDEL, P. & WING, J. 1975. *Journal of Dairy Science*. 58:1101

Recibido el 2 de octubre de 1992