

Suplementación de vacas lecheras mediante apacentamiento en *Leucaena leucocephala* por 3 horas diarias durante la sequía y la época lluviosa¹

Michelet Mascary,² Paul F. Randel³
y Ernesto Riquelme-Villagrán⁴

RESUMEN

Se usaron 26 vacas Holstein y Suiza Parda en dos experimentos, el primero (E-1) durante la época seca (febrero a abril) y el segundo (E-2) durante la época lluviosa (julio a septiembre). Se comparó el efecto de permitir 3 horas diarias de apacentamiento en bancos de proteína de leucaena y gramíneas asociadas (tratamiento L) y un testigo (T) basado en el apacentamiento de gramíneas únicamente. El forraje gramíneo que crecía solo no recibió fertilizantes y fue relativamente escaso durante la sequía y muy abundante durante las lluvias. Se dio suplementación individual con alimento concentrado (16% proteína bruta, PB) según el nivel de producción, pero fijando un máximo de 7 kg diarios. El diseño experimental fue de reversión singular de tratamientos con períodos comparativos de 21 días. Los tres forrajes, gramíneas solas, gramíneas asociadas y la leucaena, mostraron porcentajes medios de fracciones químicas en E-1 y E-2 de: PB, 5.9, 6.9 y 20.3; 7.3, 6.4 y 23.7; y fibra ácido detergente, 34.4, 34.3 y 28.2; 45.8, 44.3 y 27.6, respectivamente. Muestras de líquido ruminal de vacas en L y T arrojaron 179 y 148 mg/l de amonio en E-1 y 184 y 159 mg/l en E-2. No se notó un efecto consistente de los tratamientos sobre las concentraciones totales y proporcionales de los ácidos grasos volátiles ni sobre el pH del líquido ruminal. Las respuestas lactacionales con L y T fueron: leche diaria, 15.1 y 14.5 kg ($P=0.05$) en E-1 y 15.6 y 15.6 kg en E-2; porcentaje de grasa, 3.1 y 3.2 en ambos experimentos; porcentaje de proteína, 3.7 y 3.6 y 3.2 y 3.3 en E-1 y E-2. El consumo de concentrado fue 5.6 y 5.7 kg y 6.5 y 6.4 kg; y el peso vivo fue 542 y 540 kg y 506 y 497 kg para L y T en el mismo orden. Se sugiere que el efecto positivo del banco de proteína sobre la producción de leche durante la época seca se debió a un mayor consumo de forraje.

ABSTRACT

Supplementation of dairy cows by restricted grazing for 3 hours daily in *Leucaena leucocephala* during dry and rainy seasons

Two experiments were conducted with 26 Holstein and Brown Swiss cows, the first (E-1) during the dry season (February to April) and the

¹Manuscrito sometido a la Junta Editora el 30 de septiembre de 1991.

²Ex estudiante graduado, Departamento de Industria Pecuaria.

³Investigador y Catedrático, Subestación de Lajas y Departamento de Industria Pecuaria.

⁴Catedrático Asociado, Departamento de Industria Pecuaria.

second (E-2) during the rainy season (July to September). Treatment L, which involved 3 hours daily of grazing in protein banks of leucaena and associated grasses, was compared with a control (T) of grazing in grass herbage only. The paddocks of grass alone received no fertilizer. Vegetation was scarce during the dry season, but abundant during the rainy season. Individual supplementation with concentrate feed (16% crude protein, CP) was according to production, but the maximum daily allowance was fixed at 7 kg. The experimental design was a cross-over (single reversal of treatments) with 21-day comparison periods. The three herbages—grasses alone, grasses in association with leucaena, and the leucaena—showed the following mean percentage chemical compositions in E-1 and E-2, respectively: CP, 5.9, 6.9 and 20.3; 7.3, 6.4 and 23.7; acid detergent fiber, 34.4, 34.3 and 28.2; 45.8, 44.3 and 27.6. Samples of rumen fluid of L and T cows had 179 vs. 148 mg/l of ammonia in E-1 and 184 vs. 159 mg/l in E-2. Total and proportional concentrations of volatile fatty acids and pH of the rumen liquor revealed no consistent effect of the treatments. Lactational responses observed with L and T were: daily milk, 15.1 vs. 14.5 kg ($P=0.05$) in E-1 and 15.6 vs. 15.6 kg in E-2; fat percentage, 3.1 vs. 3.2 in both experiments; protein percentage, 3.7 vs. 3.6 and 3.2 vs. 3.3 in E-1 and E-2. Daily consumption of concentrates was 5.6 vs. 5.7 kg and 6.5 vs. 6.4 kg; and liveweight 542 vs. 540 kg and 506 vs. 497 kg for L and T in the two successive experiments. Presumably the positive effect of the protein bank on milk production during the dry season was due to increased herbage intake.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años las investigaciones sobre forrajes en Puerto Rico han enfatizado la selección de gramíneas de alto rendimiento y su manejo intensivo como base de la alimentación del ganado. Sin embargo, debido a sus altos requerimientos de fertilización nitrogenada y la estacionalidad de su producción, hay una necesidad de buscar otras alternativas a las gramíneas. Las leguminosas forrajeras, entre ellas la *Leucaena leucocephala*, permiten una economía en el uso de abono nitrogenado debido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. El forraje de esta especie es excelente fuente de proteína, pero su aporte de energía digerible es relativamente menor (8) y su uso no necesariamente elimina la necesidad de suplementación con alimento concentrado para vacas lecheras de alta producción. No obstante, al incluir leucaena en la ración, los concentrados requeridos podrían ser de menor contenido protéico y menos costosos. Una manera de regular el consumo y maximizar el aprovechamiento de este recurso forrajero es mediante el pastoreo diario por tiempo restringido en predios sembrados de leucaena, bien sea en hileras intercaladas entre otra vegetación o en bloques sólidos (bancos de proteína). El objetivo de la investigación de este reportaje fue evaluar los efectos del acceso por 3 horas diarias a bancos de proteína de leucaena de vacas lecheras que también reciben suplementación módica con alimento concentrado y apacentan principalmente gramíneas durante un período de tiempo seco y otro de mucha lluvia. La evaluación fue en

términos de producción y composición de la leche y composición del contenido ruminal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación constó de dos experimentos del mismo tipo, que se realizaron de febrero a abril (época seca) y de julio a septiembre (época lluviosa) de 1990. Se utilizó un total de 26 vacas (20 Holstein y 6 Suiza Parda) del hato de la subestación de Lajas distribuidas en cuatro grupos. Dos grupos de seis vacas participaron en la sequía y dos grupos de siete vacas en la época lluviosa. Hubo necesidad de eliminar por cojera una vaca de cada experimento, lo cual redujo el número de animales a 11 y 13 en la época seca y la lluviosa, respectivamente. En cada experimento ambos grupos se sometieron a los dos tratamientos en secuencia. Los experimentos duraron 56 días cada uno, divididos en dos períodos iguales, de los cuales 7 días se designaron para la adaptación de las vacas y 21 para comparar los tratamientos.

Las raciones difirieron únicamente con respecto al apacentamiento; los animales del tratamiento testigo (T) pastaron solamente forrajeras gramíneas, mientras que los del tratamiento L tuvieron acceso por 3 horas diarias (6 a 9 a.m.) a un banco de proteína. Durante la sequía se usaron sucesivamente tres predios de pasto, cada uno dividido en dos subpredios; de éstos, el mayor (2.12, 2.89 y 1.58 ha) fue de gramíneas solamente y el menor (0.78, 1.14 y 0.65 ha) fue de leucaena sembrada en bloque y gramíneas asociadas (banco de proteína), respectivamente. Durante la época lluviosa sólo fue preciso usar los primeros dos de los predios debido a la abundancia de forraje. La vegetación gramínea fue muy heterogénea, pero constó principalmente de las especies estrella (*Cynodon nlemfluensis*), pangola (*Digitaria decumbens*), guinea (*Panicum maximum*), malojillo (*Brachiaria mutica*) y pajón (*Dichanthium annulatum*). La yerba estrella fue la más prominente en los subpredios de gramíneas solas, mientras que en asociación con leucaena lo fueron las yerbas pangola y malojillo. No se aplicó ningún fertilizante a los predios durante esta investigación.

Todas las vacas recibieron también alimento concentrado, suplido después de las 9 a.m., a razón de 1 kg por cada 2 kg de leche producida a partir de los primeros 2 kg, hasta una suplementación máxima de 7 kg diarios. El concentrado fue un producto aperdigonado de fórmula sencilla, compuesto de maíz molido, salvado de trigo, harina de soya, melaza de caña, sal, carbonato de calcio y fosfato dicálcico, con un contenido estimado de energía neta para lactación de 1.81 Mcal/kg de materia seca (MS), según valores tabulares de NRC (5). Después de consumir sus asignaciones de concentrados las vacas se mantuvieron confinadas a la

sombra hasta el ordeño vespertino y luego apacentaron juntas hasta la madrugada siguiente (3 p.m. a 5 a.m.).

Se obtuvieron muestras de los tres forrajes pratenses (gramíneas de los subpredios de éstas solas, gramíneas presentes en los bancos de proteína y la leucaena) por corte manual de la vegetación presente en cinco parcelas de 400 cm² seleccionadas al azar. Estas muestras se analizaron para contenidos de MS, ceniza, proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y hemicelulosa (HC) (2). Se analizaron muestras del alimento concentrado para MS, ceniza y PB. Al final de cada período experimental se les extrajo una muestra del líquido ruminal a varias vacas de cada tratamiento. Las vacas se escogieron al azar. El líquido se extrajo con un tubo estomacal de 1 a 2 horas después de ingerir los concentrados. Estas muestras se analizaron para la concentración total y las proporciones molares de los tres ácidos grasos volátiles (AGV) principales (1), la concentración de amonio libre (9) y el valor pH. También se enviaron muestras individuales de la leche de dos ordeños consecutivos al Laboratorio Central del Programa de Mejoramiento de los Hatos Lecheros de Puerto Rico para analizarles los contenidos de grasa y proteína y hacerles el conteo de células somáticas (CCS) con un contador electrónico ("Coulter Counter"). Se anotó el peso vivo (PV) de las vacas en el mismo día de cada semana después del ordeño matutino.

El diseño experimental fue uno reversible singular y los datos de producción y composición de la leche y de PV se sometieron al análisis de varianza correspondiente (3). En los experimentos de la sequía y la época lluviosa hubo 9 y 11 grados de libertad de error, respectivamente. De los datos referentes a la composición del líquido ruminal sólo se calcularon los promedios y desviaciones estándares por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis bromatológicos, resumidos en el cuadro 1, señalan contenidos medios de PB en las gramíneas asociadas y las no asociadas a la leucaena en la sequía de 6.9 y 5.9%, respectivamente. Esta diferencia indica un efecto agronómico beneficioso de la presencia de la leguminosa sobre la composición química de las gramíneas. Martínez y colaboradores (4) también han informado un efecto de esta naturaleza. Por lo contrario, durante la época lluviosa los correspondientes porcentajes de PB en las gramíneas en asociación con la leucaena y solas fueron de 6.4 y 7.3. Se registraron 107 mm de lluvia durante los 3 meses de febrero a abril en comparación con 531 mm durante julio, agosto y septiembre. Bajo condiciones de mucha lluvia, a diferencia de lo observado cuando la humedad del suelo era menor, no se vio un efecto positivo de la asociación con leucaena sobre la concentración de PB en las gramíneas. En el forraje de

CUADRO 1.—Composición química porcentual (base seca) de los forrajes pralenses y el alimento concentrado usado en los dos experimentos

	Proteína bruta	Ceniza	Fibra neutro detergente	Fibra ácido detergente	Hemi- celulosa
Sequía					
Gramínea sola	5.9	8.4	75.2	34.4	41.8
Gramínea asociada	6.9	9.2	78.4	34.3	43.7
Leucaena	20.3	10.3	56.7	28.2	28.5
Concentrado	15.9	6.6	—	—	—
Epoca lluviosa					
Gramínea sola	7.3	9.8	77.9	45.8	32.2
Gramínea asociada	6.4	9.6	77.1	44.3	32.8
Leucaena	23.7	10.6	59.1	27.6	31.6
Concentrado	16.6	5.9	—	—	—

leucaena se determinaron contenidos de PB de 20.3 y 23.7% en la sequía y la época lluviosa, respectivamente.

El contenido de FND en los tres forrajes, gramínea sola, gramíneas asociadas y leucaena, fue de 75.2, 78.4 y 56.7% en la sequía y 77.9, 77.1 y 59.1% en la época lluviosa, respectivamente (cuadro 1). Los valores de FAD, en el mismo orden, fueron 34.4, 34.3 y 28.2% y 45.8, 44.3 y 27.6%. El incremento de 10% o más en el contenido de FAD de gramíneas en la época lluviosa, relativo a la de sequía, probablemente refleja una disminución en su calidad nutritiva. Lo observado concuerda con la conocida tendencia hacia una más rápida lignificación bajo humedad ambiental abundante (13). El contenido de HC en los tres forrajes, determinado por diferencia entre los valores de FND y FAD, fue de 41.8, 43.7 y 28.5% y 32.2, 32.8 y 31.6% en los dos sucesivos experimentos. El efecto de la época sobre la composición fibrosa de la leucaena fue diferente del de las gramíneas. En las gramíneas subió FAD y bajó HC en la época lluviosa, mientras en leucaena bajó FAD y subió HC. El contenido de ceniza en los tres forrajes y dos épocas en cuestión mostró una leve tendencia a una mayor concentración de materia inorgánica en leucaena que en las gramíneas.

El alimento concentrado, cuyo contenido teórico de PB fue 15%, arrojó 15.9 y 16.6%; su contenido de ceniza fue 6.6 y 5.9 en los dos sucesivos experimentos (cuadro 1).

El cuadro 2 resume los resultados de los análisis del líquido ruminal. En ambos experimentos se notó una tendencia a mayor concentración de amonio en los animales de L; la diferencia media entre tratamientos fue de 31 mg/l (179 ± 2 — 148 ± 34) y 25 mg/l (184 ± 14 — 159 ± 9) en la sequía y época lluviosa, respectivamente. Esto se atribuye al mayor consumo

de nitrógeno en forma de leucaena y posiblemente a una mayor actividad proteolítica de los microbios ruminales en presencia de leucaena.

Por otro lado, el valor de pH y la concentración total y proporciones molares de los tres principales AGV no mostraron efectos consistentes de los tratamientos (cuadro 2). Durante la sequía la concentración de AGV fue mayor y el porcentaje molar de acetato fue menor con tratamiento L; durante la época lluviosa ocurrió a la inversa.

Durante la sequía la superioridad del tratamiento L en producción de leche, 0.6 kg diario (cuadro 3), fue significativa ($P=0.05$). Interpretamos este mayor rendimiento de leche, obtenido en ausencia de un mayor consumo de concentrado, como el efecto de un estímulo de la leucaena al consumo forrajero. La experimentación local sobre las interacciones entre forrajes leguminosos y gramíneos en la misma ración ha mostrado semejante efecto de la leucaena (10).

En Colombia, Suárez y colaboradores (12) obtuvieron una mayor producción de leche de vacas Suiza Parda con acceso por 2 horas diarias a leucaena que de apacentamiento sólo en yerba pangola fertilizada (7.7 y 6.3 kg diarios durante toda la lactancia); al suplir 6 kg/día de concentrado, en vez de la leucaena, como suplemento al apacentamiento en la gramínea fertilizada, la producción diaria alcanzó 8.6 kg. Paterson y colaboradores (7) en Bolivia también verificaron un efecto sobre la producción de leche con apacentamiento complementario en leguminosas (*Glycine wrightii* y *Macrotyloma axillare*) durante la estación sequía.

Sin embargo, durante la época lluviosa de la investigación de este informe investigación no se notó ninguna respuesta positiva a la leucaena en la producción de leche. Suponemos que en este caso se trató primordialmente de un abasto inadecuado de energía. Al comparar los dos experimentos, las vacas en el segundo fueron de mayor producción inicial media (15.2 y 19.8 kg/día), pero el consumo de concentrado durante el

CUADRO 2.—Concentración total de ácidos grasos volátiles, proporciones molares de acetato, propionato y butirato, concentración de amonio y pH en el líquido ruminal en los dos experimentos

Tratamiento	Acidos grasos volátiles totales (m mol/L)	Porcentaje molar			Amonio (mg/L)	pH
		Acetato	Propionato	Butirato		
Sequía						
L	155	67.2	22.0	10.8	179	6.1
T	134	68.7	21.7	9.6	148	6.8
Época lluviosa						
L	146	68.5	21.3	10.2	184	6.1
T	168	63.1	24.1	12.8	159	6.1

CUADRO 3.—Producción diaria de leche, contenido de grasa y proteínas lácteas, conteo de células somáticas, consumo diario de alimento concentrado y peso vivo promedio observado en los dos experimentos

Tratamiento	Leche (kg)	Grasa (%)	Proteína (%)	Células somáticas (ln/ml)	Concentrado (kg)	Peso vivo (kg)
Sequía						
L	15.1*	3.1	3.7	11.5	5.6	542
T	14.5	3.2	3.6	11.4	5.7	540
Época lluviosa						
L	15.6	3.1	3.2	11.7	6.5	506
T	15.6	3.2	3.3	11.5	6.4	497

*Diferencia significativa a $P = .05$.

período de estudio fue sólo 0.8 kg/día mayor (cuadro 3); además, el forraje pratense, aunque más abundante, debe haber sido de menor digestibilidad durante la época lluviosa. Bajo estas condiciones, el nitrógeno adicional procedente de la leucaena, que se reflejó en el nivel de amonio en el líquido ruminal (cuadro 2), no conllevó una mayor ingestión de energía digerible y resultó ser ineficaz. Esto contrasta con los resultados de Saucedo y colaboradores. (11) en México, quienes informaron aumentos en la producción de leche durante 136 días de la estación lluviosa, en vacas mestizas en temprana etapa de lactancia, de 9.2 a 10.6 kg/día, mediante el acceso a leucaena por 6 horas diarias en comparación con el pastoreo únicamente en la gramínea bermuda cruzada (*Cynodon dactylon*).

El PV medio de las vacas con acceso a leucaena y sin acceso a ella no difirió significativamente (cuadro 3). Durante la sequía las vacas aumentaron en peso bajo ambos tratamientos; en la época lluviosa uno de los dos grupos bajó en ambos períodos experimentales; el otro bajó inicialmente y luego subió levemente en el segundo período al someterse al tratamiento L. Estas observaciones también atestiguan un consumo de energía generalmente inadecuado durante el segundo experimento.

El contenido medio de grasa en la leche fue de 3.1 y 3.2% para los tratamientos L y T, respectivamente, en ambos experimentos (cuadro 3). Los porcentajes registrados por las vacas individuales de los dos tratamientos, en el mismo orden, fluctuaron de 2.6 a 3.6 y de 2.5 a 3.7 en la sequía y de 2.8 a 3.4 y 2.8 a 3.5 en la época lluviosa. Los porcentajes de proteína favorecieron el tratamiento L por escasamente 0.1% en el primer experimento y el T por el mismo margen en el segundo (cuadro 3).

El CCS medio (ln/ml) fue de 11.5 y 11.4 en la época seca y 11.7 y 11.5 en la lluviosa para los tratamientos L y T, respectivamente. La observación de una tendencia hacia mayores conteos durante la época más

húmeda se esperaba (6). Los valores medios de CCS en todos los grupos fueron inferiores al límite de ln 11.9, que se ha fijado como indicativo de un posible proceso infectivo intramamario (14). Solamente una de las vacas del primer experimento mostró señales de una infección intramamaria (conteo de 12.6) en el segundo período; en el segundo experimento una vaca presentó un conteo de 13.2 en el primer período y otra uno de 12.6 en el segundo período. En general, la salud de las glándulas mamarias se mantuvo normal y los tratamientos ejercieron poco efecto sobre la composición de la leche.

Se concluye que, bajo condiciones de sequía y relativa escasez de forraje gramíneo, el acceso limitado a leucaena en un banco de proteína, en combinación con suplementación módica de concentrado estimuló la producción de leche de vacas con niveles productivos iniciales de no más de 18 kg/día. Sin embargo, durante la época lluviosa, al usar vacas de mayor producción inicial sin un mayor aporte de concentrado, el pastoreo restringido en el banco de proteína no resultó ser una práctica eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

1. Erwin, E. S., G. J. Marco and E. M. Emery, 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography, *J. Dairy Sci.* 44: 1768-71.
2. Goering, H. K. and P. J. Van Soest, 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook No. 379, Agricultural Research Center, U.S.D.A., Washington, D.C.
3. Lucas, H. L., 1974. Design of Feeding Experiments with Dairy Cattle, Mimeo. Series No. 18, North Carolina State Univ., Raleigh, N.C.
4. Martínez, L., D. T. McCreary y K. Santhirasegaram, 1980. Comportamiento del rendimiento de selecciones locales e introducidas de *Leucaena leucocephala*, 4ta Reunión Anual, CEDPIA, Santo Domingo, R.D.
5. NRC, 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th rev. ed., update 1989, National Academy of Sciences, Washington, D.C.
6. Pantoja, J. L., 1986. Relación entre producción de leche y su contenido de células somáticas en lactancias completas en hatos lecheros de Puerto Rico. Tesis de Maestría en Ciencia. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.
7. Paterson, R. T., C. Samur y O. Bress, 1981. Efecto de pastoreo complementario de leguminosa reservada sobre la producción de leche durante la estación seca. *Prod. Anim. Trop.* 6: 135-140.
8. Pound, B. and L. C. Martínez, 1983. Leucaena: Its Cultivation and Uses. Editora Corripio, L. por A., San Domingo, R.D.
9. Riley, E., E. T. Emmet and L. O. Solozano, 1953. Determination of ammonia. In: R. P. Timothy, M. Yoshiaki and L. M. Karol (Ed.) A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, England, 1985.
10. Rodríguez, A. C., 1990. Utilización de leguminosas forrajeras como parte integral de sistemas de alimentación de rumiantes. Tesis de Maestría en Ciencia. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.
11. Saucedo, J., F. J. Alvarez, N. Jiménez y A. Arriaga. 1981. *Leucaena leucocephala* as a supplement for milk production on tropical pastures with dual purpose cattle. *Tropical Animal Production.* 5 (1): 77 [Abstract].

12. Suárez, S., J. Rubio, C. Franco, R. Viera, E. A. Pizarro y M. C. Amézquita, 1987. *Leucaena leucocephala*: producción y composición de leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo. *Pasturas tropicales* 9 (2): 11-17.
13. Van Soest, P. J., 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books Inc., Corvallis, Oregon.
14. Ziv, G., 1968. Características de la mastitis. *En*: D. C. Blood, J. A. Henderson and O. M. Radosts (Ed.) *Medicina Veterinaria*. Editorial Interamericana, México, D.F. p. 447-469.