

Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos

C. E. Lascano y P. Avila*

Introducción

Entre 40% y 50% de la leche que se produce en algunos países de América tropical proviene de los sistemas denominados de doble propósito que normalmente se localizan en áreas marginales (Arango, 1986). Algunas de estas áreas se caracterizan por sus suelos ácidos, los cuales limitan el uso de especies forrajeras productivas, hoy disponibles en el comercio (Toledo, 1985).

La producción diaria de leche en los sistemas de doble propósito es baja (3 a 4 kg/vaca) porque está asociada con una deficiente nutrición animal, particularmente en época seca, y con el bajo potencial genético de las vacas (Seré, 1983). Sin embargo, con vacas de mediano potencial genético la producción diaria de leche puede alcanzar los 9 ó 10 litros, si se utilizan gramíneas fertilizadas con nitrógeno o asociaciones de gramíneas con leguminosas (Stobbs, 1976).

El beneficio de las pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas seleccionadas para suelos ácidos se ha demostrado en términos de ganancia de peso vivo animal (Lascano and Estrada, 1989). Sin embargo, no existe información sobre la contribución de las leguminosas seleccionadas para suelos ácidos a

la producción de leche. Por esta razón, en la subestación CIAT-Quilichao se realizó el presente ensayo, con el objetivo específico de medir la producción de leche de vacas que pastoreaban en gramíneas solas o asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos.

Materiales y métodos

Localización. La subestación CIAT-Quilichao está localizada en el departamento del Cauca, Colombia, a 3° 6' de longitud norte y 76° 31' de latitud oeste, a 990 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 24 °C y la precipitación, en promedio anual, de 1700 mm distribuida en dos épocas: de marzo a junio y de septiembre a diciembre. La producción de leche se midió durante cuatro fases de evaluación, y en ellas ocurrieron dos períodos secos —entre julio y septiembre de 1989, y entre agosto y septiembre de 1990— y dos períodos lluviosos —entre septiembre y octubre de 1989, y entre febrero y abril de 1990 (Cuadro 1).

Los suelos en el sitio experimental tienen un pH de 4.0, 2 ppm de P, y alto contenido de aluminio intercambiable (80%).

Tipos de pasturas. En octubre de 1988 se establecieron seis pasturas de 1 ha cada una. Estas pasturas estaban constituidas por *Andropogon gayanus* cv. Carimagua-1 y *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero, solas o asociadas con cada una de las leguminosas

* Respectivamente: jefe, y asistente de la sección de Calidad y Productividad de Pasturas del Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia.

Cuadro 1. Características del clima durante las fases en las cuales se midió la producción de leche en pasturas de *B. dictyoneura* y *A. gayanus* con leguminosas asociadas y sin ellas. CIAT-Quilichao, Colombia.

Fase de medición	Fecha/año	Bh* (mm)	Precipitación (mm)			Días de lluvia
			total	min./día	max./día	
1	Jul.-sept./89	-53.6	95	1.0	34.2	9
2	Sept.-oct./89	219.3	349	1.4	62.0	14
3	Feb.-abr./90	108.8	248	1.4	62.0	15
4	Ago.-sept./90	-54.8	99	7.6	35.2	5

* Bh = Balance hídrico; min., max. = precipitación mínima y máxima durante un día.

Centrosema macrocarpum CIAT 5713 y *C. acutifolium* CIAT 5568, las cuales se establecieron en un área anteriormente cultivada con *B. decumbens*; esta última se encontraba en estado de degradación. Para la siembra, el suelo se preparó con dos pases de escardillo, seguidos por un pase de 'rotovator'. La siembra de las gramíneas y de las leguminosas se hizo en surcos alternos distanciados 0.6 m; para la de *A. gayanus* se emplearon 10 kg/ha de semilla y para la de *B. dictyoneura* 3 kg/ha de semilla. Las leguminosas se sembraron a razón de 3 kg/ha de semilla, previamente escarificada e inoculada con el rizobio adecuado.

Al momento de la siembra se aplicaron en los surcos 22, 185, 22, 11 y 11 kg/ha de P, Ca, S, Mg y K, respectivamente. Un año después del establecimiento se aplicó la mitad de las dosis anteriores, como fertilización de mantenimiento.

Las vacas tuvieron acceso al agua, a sombra y a sal mineralizada (8% de P) a voluntad. Además, en cada ordeño se les suministraron 50 g de dicha sal, mezclados con 25 g de melaza.

Tratamientos y diseño experimental. Las pasturas se distribuyeron en el campo en forma aleatoria. Para su evaluación con las vacas en pastoreo se dividieron en dos grupos; el grupo 1 formado por *B. dictyoneura*, *B. dictyoneura-C. acutifolium*, y *B. dictyoneura-C. macrocarpum*; y el grupo 2 formado por *A. gayanus*, *A. gayanus-C. acutifolium*, y *A. gayanus-C. macrocarpum*.

Cada pastura se utilizó con 1 vaca/ha, en un diseño de sobrecambio en bloques completos,

con tres vacas y tres períodos de medición (Patterson, 1952). Cada período consistió en 14 días, de los cuales siete fueron de acostumbamiento de los animales en 0.5 ha y siete fueron para mediciones en 0.5 hectárea.

Mediciones con los animales. La producción de leche en los dos grupos de pasturas se midió durante cuatro fases de tiempo, en vacas de mediano potencial de producción. En las fases 1, 2 y 4 se utilizaron, por grupo de pastura, vacas con alto mestizaje Holstein, mientras que en la fase 3 se utilizaron vacas Cebú x europeo (cruzadas), con mediano potencial de producción de leche. Los períodos de lactancia y los pesos de las vacas empleadas en el ensayo se incluyen en el Cuadro 2.

Las vacas Holstein y las cruzadas se ordeñaron en forma manual dos veces por día. Las Holstein se ordeñaban a fondo, sin ternero, y se les extraía la leche de los 4/4 de la ubre. En las cruzadas se ordeñaban todos los cuartos, previo apoyo con los terneros; éstos permanecían con las vacas durante media hora después del ordeño, y posteriormente se llevaban a pasturas de *B. dictyoneura-C. macrocarpum*.

En las cuatro fases, en el séptimo día de ocupación de los potreros de medición se recolectaron muestras de leche de cada vaca; estas muestras, obtenidas en la mañana y en la tarde, se mezclaron para determinar el porcentaje de grasa y de sólidos no grasos. Durante la cuarta fase, en los días 1, 4 y 7 de ocupación de los potreros de medición, se midieron la proteína (AOAC, 1980) y la urea en la leche obtenida de cada vaca.

Cuadro 2. **Días de lactancia y cambio de peso de vacas utilizadas para evaluar la producción de leche en pasturas de *B. dictyoneura* y *A. gayanus* solas y asociadas con leguminosas. CIAT-Qullichao, Colombia.**

Fase de medición	Tipo de vaca	Pasturas con <i>B. dictyoneura</i>			Pasturas con <i>A. gayanus</i>		
		Lactancia ^a inicial (días)	Peso inicial (kg)	Peso ^b final (kg)	Lactancia inicial (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)
1	Holstein	72 ± 3 ^c	437 ± 8	435 ± 21	122 ± 11	439 ± 20	426 ± 15
2	Holstein	145 ± 29	445 ± 11	448 ± 21	141 ± 27	449 ± 69	468 ± 74
3	Cruzada ^d	137 ± 15	471 ± 52	487 ± 50	150 ± 5	458 ± 20	476 ± 43
4	Holstein	168 ± 21	462 ± 10	454 ± 16	190 ± 26	461 ± 50	467 ± 43

a. Días de lactancia al iniciar la fase.

b. Peso final después de 42 días de pastoreo de la gramínea sola o asociada con leguminosas.

c. Error estándar.

d. Cruce de Cebú x europeo.

Mediciones en la pastura. En cada fase se midieron la disponibilidad de forraje y la composición botánica en los dos grupos de pasturas. Para el efecto, en cada período al inicio del pastoreo en el potrero de medición, se colocaron en forma aleatoria nueve marcos de 0.5 m². El forraje dentro de cada marco se cortó a 10 cm sobre el suelo, y se separó en gramínea verde, gramínea muerta y leguminosa. La gramínea verde se secó a 60 °C y en una muestra compuesta se analizó su contenido de proteína cruda (PC) y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) (Moore and Mott, 1974).

Análisis de los resultados. La producción de leche corregida por grasa al 4%, y su composición se analizaron en forma combinada, a través de las fases, para cada grupo de pasturas utilizando el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + T_j + V(F)_{ik} + P(F)_{il} + TF_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

- Y = respuesta al tratamiento de pasturas;
- μ = media general;
- F_i = efecto de fase de medición;
- T_j = efecto de tratamiento de pastura;
- V(F)_{ik} = efecto de la vaca dentro de la fase de medición;
- P(F)_{il} = efecto del período dentro de la fase de medición;

TF_{ij} = efecto de la interacción tratamiento de pastura x fase de medición;

E_{ijk} = error experimental.

La disponibilidad y la calidad de la gramínea en oferta, en cada grupo de pasturas, se sometieron a análisis de varianza; éste comprendía, como fuentes de variación, la fase de medición, el período dentro de la fase, la pastura, y la interacción fase x pastura. La diferencia entre las medias se determinó por la prueba de Duncan.

Resultados

Producción de leche. En el Cuadro 3 se presenta la producción de leche corregida al 4% de grasa (LCG). En las pasturas *B. dictyoneura-Centrosema*, la producción de LCG fue mayor (P < 0.05) que en la gramínea sola, independientemente de la fase de medición (i.e., época del año y meses de lactancia). Por otra parte, la producción de LCG en las pasturas *A. gayanus-C. acutifolium* fue mayor (P < 0.05) que en la gramínea sola, o que en la asociación *A. gayanus-C. macrocarpum*.

En ambos grupos de pasturas, la producción de LCG fue más alta (P < 0.05) en las fases 2 y 3 de medición, las cuales coincidieron con los períodos lluviosos. Aunque la interacción pastura x fase no fue significativa (P > 0.05) en

Cuadro 3. Producción de leche corregida al 4% de grasa, de vacas en pasturas de *B. dictyoneura* y *A. gayanus* solas y asociadas con leguminosas. CIAT-Quilichao, Colombia.

Grupo de pasturas	Fases de medición				Promedio ±(E.S.)*
	1	2	3	4	
	(kg/vaca por día)				
<i>B. dictyoneura</i>	7.1	9.4	9.7	6.2	8.1b**
<i>B. dictyoneura/C. acutifolium</i>	8.6	10.8	10.3	8.2	9.5a
<i>B. dictyoneura/C. macrocarpum</i>	8.5	11.4	10.8	9.1	10.0a
Promedio	8.1e	10.5c	10.3c	7.8d	(0.21)
<i>A. gayanus</i>	6.8	10.7	8.3	5.6	7.8b
<i>A. gayanus/C. acutifolium</i>	8.0	11.7	8.6	7.6	9.0a
<i>A. gayanus/C. macrocarpum</i>	7.2	10.5	8.0	6.7	8.1b
Promedio	7.3e	11.0c	8.3d	6.6e	(0.20)

* Las cifras entre paréntesis indican el error estándar del promedio (E.S.).

** Promedios en la misma columna y en la misma hilera para cada grupo de pasturas seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

la producción de LCG, sí se encontró una tendencia de mayor efecto de la leguminosa en la LCG en los períodos secos (fases 1 y 4) que en los lluviosos (fases 2 y 3) (Cuadro 3).

Se consideró importante analizar la producción de LCG en función de los días de ocupación de los potreros. Estos análisis se hicieron en la primera y última fase de medición. Se encontró que la producción de LCG fue relativamente constante a través de los 7 días de ocupación, en todas las pasturas en las fases 1 y 4 (Figura 1). Por otra parte, en ambos grupos de pasturas se observó que las diferencias en producción de leche entre la gramínea sola y en ésta asociada con leguminosa, fueron constantes a través de los días de ocupación de los potreros.

Composición de la leche. Los niveles de grasa y sólidos no grasos (SNG) en la leche de vacas Holstein y cruzadas, fueron similares tanto en las gramíneas puras como en la asociación de éstas con leguminosas. Sin embargo, se observó que tanto los niveles de grasa como los de SNG variaron entre fases en ambos grupos de pasturas (Cuadro 4). Esta variación estuvo más relacionada con el período de lactancia de la

vacas que con la época del año; así, en la fase 1 (época seca), la leche de las vacas con 2 a 4 meses de lactancia contenía, en promedio, 3.3% de grasa, mientras que en la fase 4, igualmente en época seca, la leche de las vacas de 6 meses de lactancia contenía, en promedio, 4.5% de grasa.

En la fase 4 se midió el contenido de proteína y urea de la leche producida por las vacas en ambos grupos de pasturas (Cuadro 5). La proteína de la leche fue similar en las pasturas de gramíneas solas y en las de gramíneas asociadas con leguminosas. La urea, en cambio, fue mayor ($P < 0.05$) en la leche de las vacas que pastorearon las asociaciones; se observó también que los niveles de urea fueron mayores en las asociaciones con *C. acutifolium* que en aquéllas con *C. macrocarpum*, aunque las diferencias no fueron significativas.

Disponibilidad de leguminosa y de gramínea. La proporción de leguminosa en el forraje en oferta se presenta en la Figura 2. En todas las fases de medición, la proporción de *C. macrocarpum* y *C. acutifolium* fue mayor con *B. dictyoneura* (25%) que con *A. gayanus* (9%). Sin embargo, la proporción de leguminosa

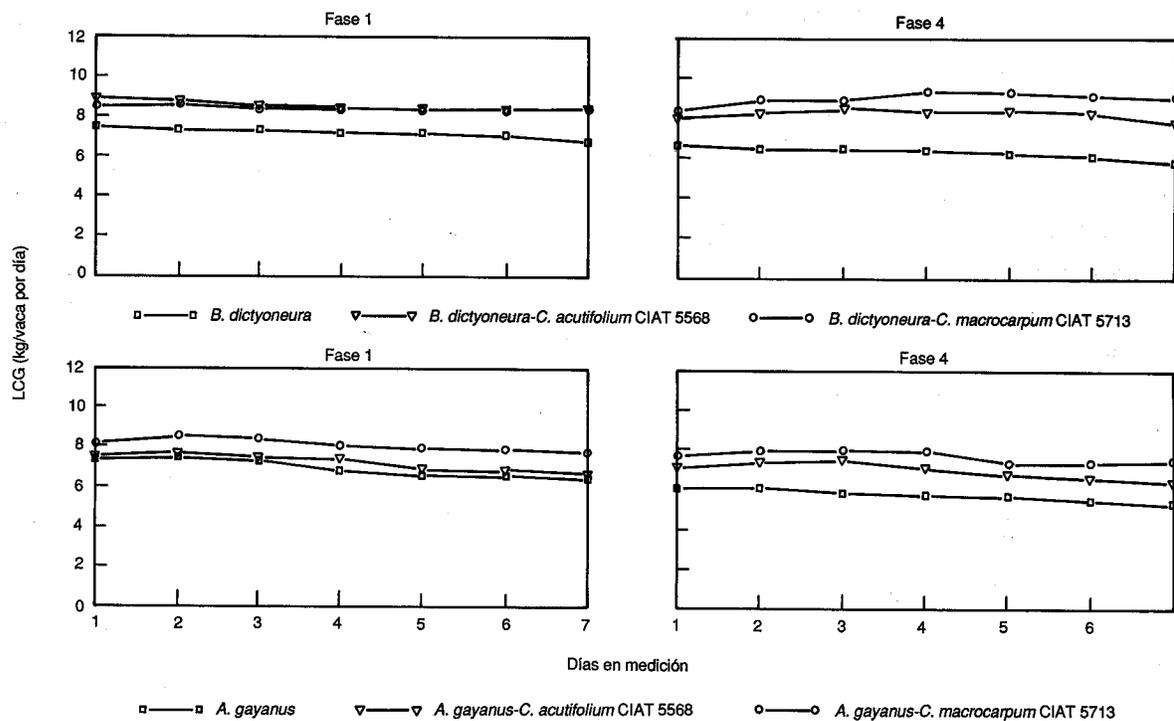


Figura 1. Producción de leche corregida por grasa (LCG) de vacas en pasturas de *Brachiaria dictyoneura* y *Andropogon gayanus* solas y asociadas con leguminosas. CIAT-Quilichao, Colombia.

Cuadro 4. Composición de la leche en diferentes fases de medición del ensayo en pasturas de gramíneas solas y asociadas con leguminosas. CIAT-Quilichao, Colombia.

Pastura	Fase de medición	Grasa (%)	Sólidos no grasos
<i>B. dictyoneura</i>	1	3.1c	8.3d
	2	3.6b	8.8b
	3	4.2a	9.1a
	4	4.1a	8.6c
Promedio _ E. S.		3.7 _ 0.06	8.7 _ 0.05
<i>A. gayanus</i>	1	3.4c	8.3b
	2	4.3b	8.5b
	3	4.7a	9.4a
	4	4.8a	8.5b
Promedio _ E. S.		4.3 _ 0.12	8.7 _ 0.06

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 5. Niveles de proteína y urea en la leche de vacas en pasturas de *B. dictyoneura* y *A. gayanus* solas y asociadas con leguminosas. CIAT-Quilichao, Colombia.

Pastura	PC (%)	Urea (%)
<i>B. dictyoneura</i>	3.3	5.4b
<i>B. dictyoneura-C. acutifolium</i>	3.4	16.5a
<i>B. dictyoneura-C. macrocarpum</i>	3.2	11.0a
<i>A. gayanus</i>	3.5	9.9b
<i>A. gayanus-C. acutifolium</i>	3.6	26.1a
<i>A. gayanus-C. macrocarpum</i>	3.4	20.6a

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

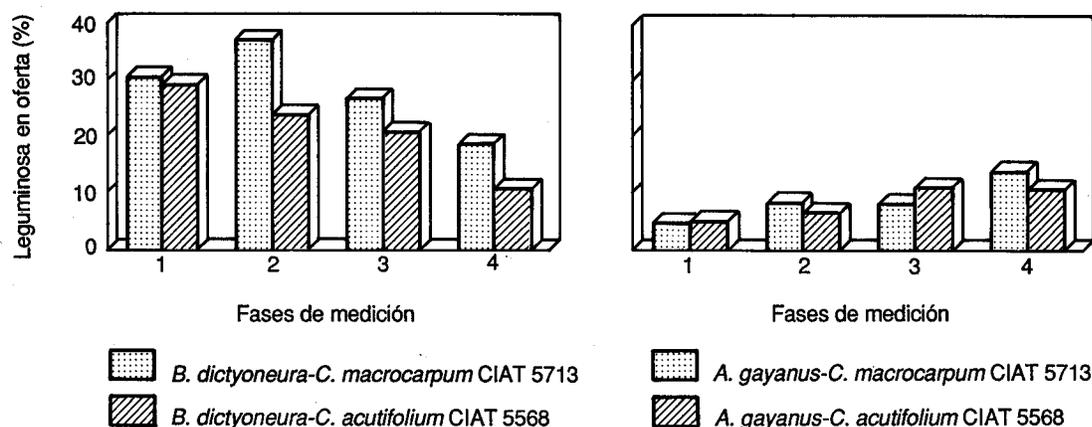


Figura 2. Proporción de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713 y *C. acutifolium* CIAT 5568 en el forraje en oferta de asociaciones con *Brachiaria dictyoneura* y *Andropogon gayanus*. CIAT-Quilichao.

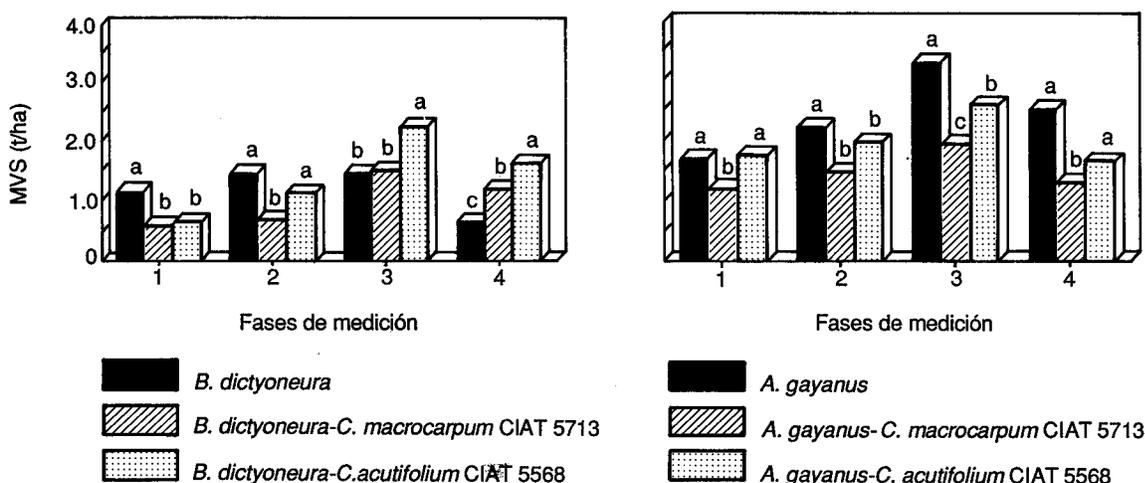


Figura 3. Disponibilidad de materia verde seca (MVS) de *Brachiaria dictyoneura* y *Andropogon gayanus*, asociados con *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713 y *C. acutifolium* CIAT 5568. CIAT-Quilichao. Promedios en cada fase con letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$).

asociada con *B. dictyoneura* tendió a disminuir en el tiempo, mientras que la asociada con *A. gayanus* aumentó.

La disponibilidad de materia verde seca (MVS) de las gramíneas, en los dos grupos de pasturas se presenta en la Figura 3. Inicialmente, en las fases 1 y 2, la disponibilidad de MVS de *B. dictyoneura* fue mayor ($P < 0.05$) en la pastura sola (1.3 t/ha) que en las pasturas asociadas con leguminosa (0.77 t/ha). Por el contrario, en la fase 4 la disponibilidad de MVS de *B. dictyoneura* fue mayor ($P < 0.05$) en las asociaciones (1.43 t/ha) que en la pastura sola (0.68 t/ha).

En todas las fases de evaluación, la disponibilidad de MVS de *A. gayanus* fue menor ($P < 0.05$) en la asociación con *C. macrocarpum*, en comparación con las demás pasturas. Estas diferencias también se presentaron en la cantidad de forraje total en oferta.

Calidad de la gramínea en oferta. En las cuatro fases de medición, la PC de la MVS de *B. dictyoneura* asociada con leguminosas fue más alta ($P < 0.05$) que en la gramínea sola (Cuadro 6). Sin embargo, la PC de *A. gayanus* fue similar en las pasturas con leguminosas o sin ellas.

Cuadro 6. Proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de materia verde seca (DIVMVS) de la gramínea en oferta en pasturas de *B. dictyoneura* y *A. gayanus* con leguminosas y sin ellas. CIAT-Qullichao, Colombia.

Pastura	PC	DIVMVS
	(%)	
<i>B. dictyoneura</i>	4.6c*	50.9a
<i>B. dictyoneura-C. acutifolium</i>	6.0a	48.7b
<i>B. dictyoneura-C. macrocarpum</i>	5.5b	48.9b
Promedio _ E.S.	5.4 _ 0.11	49.5 _ 0.59
<i>A. gayanus</i>	5.4	45.6a
<i>A. gayanus-C. acutifolium</i>	5.0	43.1b
<i>A. gayanus-C. macrocarpum</i>	5.1	43.0b
Promedio _ E. S.	5.2 _ 0.10	43.9 _ 0.61

* Promedios en una misma columna para cada grupo de pasturas seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

La DIVMVS, en ambos grupos de pasturas, fue mayor ($P < 0.05$) en la gramínea sola que en la gramínea asociada con las leguminosas. Además, la DIVMVS de *A. gayanus* (44%) fue menor que la de *B. dictyoneura* (50%).

Discusión general

En este estudio el efecto de la leguminosa en la producción de leche se midió en diferentes épocas del año, con vacas de diferente genotipo y período de lactancia. A pesar de esto no se detectó una interacción significativa de fase por tratamiento de pastura en la producción de leche. En las asociaciones de *B. dictyoneura* con *C. acutifolium* y con *C. macrocarpum* la producción de leche aumentó 1.5 kg/vaca por día, en relación con la gramínea sola. Estos resultados concuerdan con los mencionados por Stobbs (1976), quien partiendo de una revisión de literatura concluyó que vacas de mediano potencial producían 2 lt/día más de leche en pasturas tropicales de gramínea-leguminosa, que en pasturas de gramíneas solas.

En las pasturas de *A. gayanus* se encontró que con respecto a la gramínea sola, la producción de leche aumentó ($P < 0.05$) en la asociación de ésta con *C. acutifolium*, pero no en

la asociación con *C. macrocarpum*. Esto pudo deberse a una oferta limitada de la gramínea en la asociación, o a un menor consumo de esta leguminosa, en comparación con *C. acutifolium*, tal como lo sugieren los niveles de urea en la leche (Lascano et al., 1990).

En las tres primeras fases de medición, la mayor producción de leche en las pasturas de *B. dictyoneura* asociadas con leguminosas pudo deberse a un nivel más alto de proteína ingerida, lo cual ocasionó un incremento en consumo y en digestibilidad de la dieta (Kwan et al., 1977; Cowan et al., 1981; Oldham, 1984; Gordon, 1980).

Por otro lado, se podría argumentar que en la fase 4 de medición, la oferta de MVS en la pastura de *B. dictyoneura* sola pudo limitar la producción de leche. En esta fase dicha oferta fue únicamente de 0.67 t/ha, mientras que en las asociaciones fue de 1.42 t/ha. En trabajos con vacas lecheras se ha encontrado que una oferta inferior a 2 t/ha de MVS en una gramínea erecta como *P. maximum* cv. Gatton, limita la producción de leche de vacas con mediano potencial de producción (Cowan and O'Grady, 1976; Cowan and Stobbs, 1976). Igualmente, Cowan et al. (1986) encontraron que cuando la oferta de hojas de *P. maximum* fue menor de 1 t/ha, las vacas lecheras redujeron el tiempo de pastoreo y la producción de leche disminuyó con los días de ocupación de los potreros. Sin embargo, en la fase 4 de este estudio, en la cual la oferta de la gramínea pudo ser limitativa, el nivel de producción de leche fue relativamente constante a través de los 7 días de pastoreo.

Por lo tanto, se sugiere que en las cuatro fases la mayor producción de leche obtenida en las asociaciones de *B. dictyoneura* con las leguminosas, en comparación con la gramínea sola, se relacionó más con el nivel de proteína del forraje en oferta y posiblemente en la dieta ingerida, que con la cantidad de gramínea disponible.

Las pasturas de *B. dictyoneura* y *A. gayanus* se analizaron por separado; por ello no fue posible compararlas. Es interesante observar, no obstante, una mejor respuesta a la leguminosa, en términos de producción de leche, en las asociaciones con *B. dictyoneura* que en las asociaciones con *A. gayanus*. Esta diferencia, posiblemente, se explica por una mayor proporción de leguminosa en el forraje en

oferta de las pasturas de *B. dictyoneura*, y con un menor nivel de proteína en esa gramínea sola, comparada con el que tiene cuando está asociada.

El nivel de urea y el porcentaje de grasa en la leche fueron numéricamente más altos en las pasturas de *A. gayanus* que en las de *B. dictyoneura*. Según Rook and Line (1961), un bajo consumo de energía por vaca lechera se puede reflejar en un incremento de grasa en la leche. Además, un déficit de energía o un exceso de amonio en el rumen puede resultar en incrementos en el nivel de urea en la leche (Kaufmann and Hagemester, 1987). Se sugiere entonces que los niveles de grasa y urea en la leche de las vacas que pastorearon en *A. gayanus*, especie con una relativa baja digestibilidad, podría ser un indicativo de bajo consumo de energía digestible. En consecuencia, en futuros estudios se deberá definir hasta dónde la energía limita la producción de leche en las pasturas de *A. gayanus*, y determinar si los niveles de urea en la leche reflejan el consumo de la leguminosa, o el balance de energía a proteína en la dieta de las vacas en pasturas tropicales.

Conclusiones

En períodos cortos de la lactancia, la producción diaria de leche corregida de grasa de vacas de mediano potencial fue, en promedio, 20% (1.5 kg) más alta en pasturas de *B. dictyoneura* asociadas con leguminosas que en pasturas de esa gramínea sola. En las de *A. gayanus* únicamente se encontró un efecto significativo de las leguminosas en la producción de leche, cuando la gramínea se asoció con *C. acutifolium*; en este caso, el aumento fue de 15% (1.2 kg) en relación con la producción obtenida en la gramínea sola. En ambos grupos de pasturas se presentó un efecto positivo de la leguminosa sobre la producción de leche, independiente de la época del año, del tipo de vaca, o de su estado de lactancia.

Este estudio sugiere que, mediante las pasturas de gramíneas asociadas con leguminosas, se puede aumentar significativamente la producción de leche de vacas de mediano potencial de producción, en áreas tropicales con suelos ácidos.

Summary

At CIAT's Quilichao substation, Colombia (3° 6' N, 76° 31' W; 1700 mm; 990 m.a.s.l.; 24 °C), milk production of upgraded Holstein and zebu x European crossbred cows was measured in two groups of pastures: (1) *Brachiaria dictyoneura*, *B. dictyoneura*-*C. acutifolium*, *B. dictyoneura*-*C. macrocarpum*, and (2) *Andropogon gayanus*, *A. gayanus*-*C. acutifolium*, *A. gayanus*-*C. macrocarpum*. The six pastures, of 1 ha each, were distributed randomly in the field and were grazed with 1 cow/ha. A changeover design with complete blocks, three cows and three periods of 14 days, was used to measure milk yield in each group of pastures. In all cases, cows were allowed a 7-day adjustment period prior to a 7-day measurement period.

Milk yield was measured in four phases, which included two dry periods (July-September 1989 and August-September 1990) and two rainy periods (September-October 1989 and February-April 1990). In each measuring period, forage samples were cut to determine availability, botanical composition, and quality of the grass on offer.

Milk yield was, on the average, 20% (1.5 kg) higher in *B. dictyoneura* pastures associated with legumes than in the grass alone. With *A. gayanus*, a significant legume effect on milk yield was found only when it was associated with *C. acutifolium*; in this case, the increase was 15% (1.2 kg) in relation to the grass alone. In both groups of pastures, there was a positive legume effect on milk production, regardless of the season of the year, type of cow, or its lactation stage.

This study indicates that by using grass-legume pastures, milk production of cows with medium good genetic potential can be increased significantly in tropical areas with acid soils.

Referencias

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official methods of analysis. 13th. ed. Washington, D. E.
- Arango, L. 1986. La ganadería de doble propósito: Estudio del caso colombiano. En: Arango, L.; Charry, A. y Vera, R. (eds.). Panorama de la ganadería de doble propósito en América tropical. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Bogotá. p. 61-95.

- Cowan, R. T. and O'Grady, P. O. 1976. Effect of presentation yield of a tropical grass-legume pasture on grazing time and milk yield of Friesian cows. *Trop. Grassl.* 10:213-218.
- _____ and Stobbs, T. H. 1976. Effects of nitrogen fertilizer applied in autumn and winter on milk production from a tropical grass-legume pasture grazed at four stocking rates. *Aust. J. Exp. Agric.* 16:829-837.
- _____; Reid, G. W.; Greenhalgh, J. F. and Tait, C. A. 1981. Effects of feeding level in late pregnancy and dietary protein concentration during early lactation on food intake, milk yield, liveweight change and nitrogen balance of cows. *J. Dairy Res.* 48:291-312.
- _____; Davison, T. M. and Shephard, R. K. 1986. Observations on the diet selected by Friesian cows grazing tropical grass and grass-legume pastures. *Trop. Grassl.* 20:183-192.
- Gordon, F. J. 1980. The effect of silage type on the performance of lactating cows and the response to high levels of protein in the supplement. *Anim. Prod.* 30:29-37.
- Kaufmann, W. and Hagemeister, H. 1987. Composition of milk. In: Grovert, H. O. (ed.). *Dairy-cattle production. World Animal Science.* Elsevier Science Publishers, Nueva York. p. 107-171.
- Kwan, K.; Coppock, C. E.; Lake, G. B.; Feetman, M. J.; Chase, L. E. and McDowell, R. E. 1977. Use of urea by early postpartum Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 60:1706-1724.
- Lascano, C. and Estrada, J. 1989. Long-term productivity of legume-bases and pure grass pastures in the eastern plains of Colombia. In: *International Grassland Congress, 16th, Nice, France. Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, 1989.* Montrouge, Francia. p. 1179-1180.
- _____; Rodríguez, J. C. y Avila, P. 1990. Niveles de urea en la leche como un indicativo del consumo de leguminosas tropicales por animales en pastoreo. *Pasturas tropicales* 12(3):38-40.
- Moore, J. E. and Mott, G. O. 1974. Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. *J. Dairy Sci.* 57:1258-1259.
- Oldham, J. D. 1984. Protein-energy interrelationships in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:1090-1114.
- Patterson, H. D. 1952. The construction of balanced designs for experiments involving sequences of treatments. *Biometrika* 39:32-48.
- Rook, J. A. and Line, C. 1961. The effect of the plane of energy nutrition of the cow on the secretion in the milk constituents of the solids-not-fat fractions and in the concentration of certain blood-plasma constituents. *Brit. J. Nutr.* 15(1):109-119.
- Seré, C. 1983. Primera aproximación a una clasificación de sistemas de producción lechera en el trópico sudamericano. *Prod. Anim. Trop.* 8:110-121.
- Stobbs, T. H. 1976. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. En: *Seminario Internacional de Ganadería Tropical. F.I.R.A., Acapulco, México.* p. 129-146.
- Toledo, J. M. 1985. Pasture development for cattle production in the major ecosystems of the tropical american lowlands. In: *International Grassland Congress, 15th, Kyoto, Japón. Proceedings.* p. 74-81.