

PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS Y PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA BAJO PASTOREO DE GRAMÍNEA Y GRAMÍNEA + *Lotus uliginosus* EN MOSQUERA, CUNDINAMARCA

Castro RE¹, Mojica RJE, León JM, Pabón ML, Carulla FJE², Cárdenas REA³

Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Departamento de Química,
Departamento de ciencias para la producción animal,
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

RESUMEN

En el presente estudio se determinó y evaluó la producción de biomasa aérea (g MS/m²), composición botánica, calidad nutricional, y producción y calidad de leche en dos tipos de pasturas para clima frío. El ensayo se realizó en el centro agropecuario Marengo de la Universidad Nacional en Mosquera, Cundinamarca, donde se evaluaron dos pasturas, una de mezcla de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y festuca alta (*Festuca arundinacea*) la segunda, una mezcla de festuca alta y la leguminosa trébol pata de pájaro (*Lotus uliginosus*) con un área de 1 ha cada una. Se empleó un diseño al azar con la vaca como unidad experimental y la pastura como tratamiento. Se usaron 5 vacas Holstein (PV 580 kg) entre 2 y 4 partos de segundo tercio de lactancia para cada tratamiento durante un periodo experimental de 14 días, 7 de acostumbramiento y 7 de mediciones. En cada pastura se determinó la producción de biomasa aérea (g MS/m²), composición botánica (%), calidad nutricional (PC, FDN, FDA, DIVMS), y se evaluó la producción (lt/día) y calidad de leche (porcentaje de grasa, proteína, caseína, sólidos). Aunque no se realizó comparación estadística para la producción de biomasa, la mayor producción fue observada en la pastura asociada; también en cuanto a la calidad nutricional la principal diferencia se observó en el contenido de proteína, siendo mayor en la pastura asociada. Se observaron mayores valores en producción de leche, caseína y proteína en la pastura de gramínea más leguminosa ($P < 0,05$), sin diferencias para grasa y sólidos totales ($P > 0,05$). Se puede concluir que las pasturas asociadas de gramínea más leguminosa mejoran los valores de producción y proteína en la leche.

Palabras clave: festuca, kikuyo, *Lotus*, calidad de leche.

PASTURE PRODUCTIVITY AND BOVINE MILK PRODUCTION GRAZING OF GRASS AND GRASS + *Lotus uliginosus* IN MOSQUERA, CUNDINAMARCA

ABSTRACT

In the present study was determined and assessed the aerial biomass (g MS/m²), botanical composition, nutritional quality and production and quality of milk in two types of pasture for cold weather. The experiment was carried out in Marengo Central Agriculture of the National University of Colombia in Mosquera, Cundinamarca, where a mixture of kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*) and other of tall

1 ecastror@unal.edu.co.

2 jecarullaf@unal.edu.co.

3 eacardenasr@unal.edu.co.

fescue mixed with birdsfoot trefoil (*Lotus uliginosus*) legume was evaluated, in a hectare by each pasture. Employing a completely randomized design how the cow was a experimental unit and the pasture was a treatment. 5 Holstein cows (PV 580 kg) between two and four birth in the mid lactation for each treatment for a trial period of 15 days was used, 7 days of adaptation and 7 days of measurements. In each pasture aerial biomass (g MS/m²), botanical composition (%), nutritional quality (PC, NDF, FDA DIVMS), milk production (lt/day) and milk quality (% fat, protein, casein, solids) was determined. Although no statistical comparison was done for biomass production, the greater production was the mixed pasture, also with regard to the nutritional quality the main difference was observed in the protein content, being higher in the mixed pasture. Higher values were observed in milk production, casein and protein in the mixed pasture ($P < 0.05$), without differences in fat and total solids ($P > 0.05$) contents. We concluded that the pastures mixed grass + legume improve the milk production and protein in milk values.

Key words: Festuca, kikuyu grass, *Lotus*, milk quality.

INTRODUCCIÓN

La Sabana de Bogotá y los valles de Ubaté y Chiquinquirá se ubican dentro de la zona agroecológica del trópico alto andino colombiano, cuyas características microclimáticas particulares favorecen la producción especializada de leche. Dedicó 300.000 hectáreas a la producción de pastos, conformadas en un 80% por kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y en menor proporción ryegrass (*Lolium* sp.), avena (*Avena sativa*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), falsa poa (*Holcus lanatus*), tréboles (*Trifolium* spp.) y alfalfa (*Medicago sativa*) (1).

De los materiales mencionados anteriormente se han multiplicado algunos en la Unidad de Recursos Genéticos Forrajeros de la Universidad Nacional de Colombia, en el Centro Agropecuario Marengo (CAM), en Mosquera, Cundinamarca, como nuevo enfoque de investigación en forrajes (2). Para esto se han desarrollado trabajos de investigación en donde se han evaluado nuevos forrajes para clima frío (nativos e introducidos) con el objetivo de mantener altas producciones de biomasa de buena calidad durante el año a mínimos costos, buscando especies con bajos requerimientos de fertilización y con alta resistencia a plagas

y enfermedades, adaptación, persistencia y gustosidad (3).

De estos materiales se han destacado en evaluación agronómica por adaptación, producción de biomasa, calidad nutricional y aceptabilidad relativa la gramínea *Festuca arundinacea* y la leguminosa *Lotus uliginosus*, como materiales promisorios para ser empleados como pasturas en sistemas de lechería en el trópico alto andino de Colombia (4, 5).

De conformidad con el proceso de investigación se desarrolló este trabajo, cuyo objetivo principal fue evaluar una alternativa de pastura asociada de gramínea + leguminosa para el sistema de producción lechera del trópico alto andino colombiano, que permita mejorar las actuales producciones y calidades de composición de la leche bajo un entorno de modelo de producción sostenible ambientalmente, donde se minimice el uso de la fertilización nitrogenada, a partir de: a) medir la producción de biomasa aérea y la composición botánica de las pasturas, b) medir la calidad nutricional de los componentes de las pasturas, y c) determinar y comparar la producción y calidad composicional de la leche de vacas que pastoreen en las diferentes pasturas que se van a evaluar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento: se desarrolló en el Centro Agropecuario Marengo (CAM), localizado en la vereda San José, municipio de Mosquera (Cundinamarca). El municipio se encuentra a 4° 42' de latitud norte y 74° 12' de longitud oeste; a una altitud de 2540 msnm; con una temperatura promedio de 13 °C que fluctúa entre 0 y 20 °C; una precipitación anual promedio de 680 mm con distribución bimodal de dos periodos lluviosos, entre los meses de abril y mayo, y otro desde septiembre hasta noviembre, con presencia de heladas durante los meses secos especialmente. Posee una humedad relativa entre 80 a 85% (6). Los suelos pertenecen a la serie Tibaitatá, los cuales se han formado a partir de materiales heterogéneos con influencia variable de cenizas volcánicas. Presentan baja evolución, son generalmente profundos, bien drenados y de fertilidad moderada, con bajo contenido de materia orgánica, alto fósforo y sodio, pH 5,2, y CIC < a 25 meq/100g de suelo.

Preparación del terreno: se empleó un área con *P. clandestinum* degradada, donde se preparó con un mes de anticipación a la siembra, mediante un pase de cincel y dos de rastra; al mismo tiempo se procedió a la aplicación de 500 kg de cal dolomita ha⁻¹.

Área del experimento: el área total del experimento fue de 20.000 m², con 2 parcelas de 10.000 m² por tratamiento, divididas cada una en cuatro unidades iguales de pastoreo, manejado con cerca eléctrica por día.

Nivel de fertilización: se empleó una fertilización recomendada para el establecimiento de las pasturas puras de gramíneas y asociadas en clima frío según Silva (7) y Bernal (8).

Fertilización de gramíneas puras: al establecimiento se le aplicó (kg ha⁻¹): N: 50; P: 30, K: 25, Mg: 12, B: 30, S: 12 y cal dolomítica: 500. Para el mantenimiento se

empleó 50 kg N ha⁻¹, una aplicación después de cada corte. No se consideró la necesidad de implementar riego, puesto que la siembra fue en época de lluvias, además, los materiales por evaluar ya han sido seleccionados por ser poco exigentes en agua.

Fertilización para asociaciones gramíneas + leguminosa: se les aplicaron las mismas cantidades de fertilizantes, pero se omitió la aplicación de nitrógeno.

TRATAMIENTOS

Se emplearon dos tipos de pasturas:

Pradera mixta de gramíneas: *Pennisetum clandestinum* + *Festuca arundinacea*

Festuca arundinacea + *Lotus uliginosus*

Se sembró por medio de material vegetal de gramíneas alternadas a 30 cm entre plantas y 30 cm entre surcos; para el caso de la pradera asociada se usó esta misma densidad pero se alternó un surco de gramínea y uno de leguminosa.

VARIABLES MEDIDAS

Durante el establecimiento: se consideró como periodo de establecimiento el tiempo transcurrido desde la siembra hasta que las pasturas presentaron una cobertura del 90% (180 días aproximadamente). Durante el establecimiento de las pasturas no se realizaron mediciones; sin embargo, se controlaron arvenses.

VARIABLES MEDIDAS

POSESTABLECIMIENTO⁴ EN LA PASTURA

Producción de biomasa y composición botánica (g MS/m² y %): al final de la fase de establecimiento se realizó un corte de uniformización con guadaña en los dos tratamientos para permitir así un periodo de rebrote de 45 días, edad donde se estimó la

4 Según metodología de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), descrita por Kerridge y Franco (13).

producción de biomasa empleando 8 marcos de 1 m² por unidad de pastoreo (2.500 m²), de los cuales se obtuvo el promedio de peso verde total y de los componentes separados (un día antes de entrar los animales a la pastura); se midió la producción de forraje a una altura de corte de 10 cm. Con el fin de muestrear un potrero diferente en cada rotación, cada corte se realizó luego de un período de rebrote (45 días) más un potrero, durante uno ciclo de pastoreo. En el mismo muestreo se separaron componentes para estimar la composición botánica de la pastura ofrecida. Se tomó una submuestra de 200 g de cada componente y se secó a 60 °C para la determinación de materia seca (MS).

Calidad nutricional del forraje: se tomaron muestras de forraje, de la pastura de gramíneas y de la pastura asociada, una muestra "pluck" de 500 g (la cual se hizo simulando el pastoreo que hace el animal cuando recién entra a la pradera, esta muestra de forraje contenía gramínea + leguminosa asociada); igualmente se tomó otra submuestra de los marcos de producción de biomasa donde cada componente de la pastura se valoró conjuntamente con el *pluck*: proteína cruda (PC) (9), fibra detergente neutro (FDN) (10), fibra detergente ácida (FDA) (11), y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (12), metodologías estas modificadas por el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional.

VARIABLES MEDIDAS EN EL ANIMAL

Animales empleados para pastoreo: se emplearon por cada tratamiento cinco vacas Holstein de peso promedio de 580 kg, entre 2 a 4 partos, en segundo tercio de lactancia (100-200 días posparto), que mostraban producciones similares de leche (20,3 lt/día), para dar así homogeneidad en la selección de los animales.

Manejo alimenticio: se empleó un suplemento elaborado a base de maíz molido, torta de soya y salvado de trigo, caracterizado por el uso de fuentes alimenticias con bajos contenidos de grasa, y se incluyó óxido de cromo como marcador externo al 0,6% para garantizar una concentración adecuada que llevara a niveles detectables del marcador en las heces con fines de determinación de consumo para la segunda parte del experimento. El suplemento elaborado tuvo 18% de PC y 1,85 Mcal ENL, suministrado a razón de 1 kg/4,2 l de leche sobre la base forrajera.

Producción de leche y calidad de su composición: para esta prueba los animales se sometieron a un acostumbramiento previo de la pastura por ocho días y se midió la leche producida durante dos ordeños diarios en los siguientes 8 días de pastoreo para fines de análisis estadísticos. La cantidad de leche se midió diariamente en los animales que se emplearon en cada unidad experimental, expresada como litros por vaca por día (l/vaca/día). En el ordeño de la mañana y tarde se tomaron muestras en frascos de 100 cc, a los cuales se les determinó el contenido de nitrógeno (9), caseína por precipitación en el punto isoeléctrico (14), sólidos totales (14) y grasa (14).

Análisis estadístico: a las variables producción de biomasa y calidad nutricional de las pasturas, por no contar con repeticiones, no se les realizaron pruebas estadísticas. Para las variables de calidad de leche en cada pastura se empleó un modelo completamente al azar, donde se tuvo como unidad experimental cada vaca y como tratamiento la pastura, tomando como covariables para cada caso las mediciones del día 0. Para el análisis se utilizó el PROC MIXED del paquete estadístico SAS y la prueba de comparación de medias de Duncan (15).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \beta(x_{ij} - X) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ : media general

τ_j : efecto de los tratamientos

$\beta_j (X_{ij} - X)$: ajuste de la covariable

ϵ_{ij} : error experimental

RESULTADOS

Para la presentación de los resultados se hace referencia a las pasturas como: pastura asociada gramínea más leguminosa (*F. arundinacea* + *L. uliginosus*), pastura pura de gramíneas (*F. arundinacea* + *P. clandestinum*)

Fase de establecimiento: para el caso de la pradera asociada de *L. uliginosus* + *F. arundinacea* se observó buena compatibilidad de las especies y cobertura total de la leguminosa. La gramínea se vio afectada por la humedad, y fue atacada por roya (*Puccinia* sp), siendo las dos especies resistentes a las heladas las cuales se presentaron

durante parte del periodo de establecimiento. Para el caso de la pradera de gramíneas (*F. arundinacea* + *P. clandestinum*) se observó susceptibilidad en el *P. clandestinum* a chinche de los pastos y a heladas como ya es conocido para esta zona, fenómeno que no tuvo efecto sobre *F. arundinacea*.

Producción de biomasa aérea: la producción de biomasa total fue superior en la pastura asociada (tablas 1 y 2), con valores de 228 g MS/m² o el equivalente a 2,2 Ton MS/ha, con una diferencia de 0,4 Ton MS/ha frente a la pradera mixta de gramíneas.

En cuanto a la composición botánica, se observó que la pastura asociada mantuvo una proporción similar a la sembrada al inicio del ensayo (50% gramínea, 50% leguminosa), siendo superior la proporción de gramínea en la pastura, lo que finalmente puede dar indicio de una buena compatibilidad entre las especies trabajadas.

Tabla 1. Producción de biomasa aérea (g MS/m²) y composición botánica (%) de una pastura de *F. arundinacea* + *L. uliginosus* al rebrote de 45 días en Mosquera, Cundinamarca

Pastura	Producción de biomasa ¹			Composición botánica	
	g MSG/m ²	g MSL/m ²	g MST/m ²	Gramínea	Leguminosa
<i>F. arundinacea</i> + <i>L. uliginosus</i>	132,4	95,8	228,2	51,8	44,4
D. estándar	3,7	4,9	8,6	3,2	0,3
Rango	129-135	92,3-99,3	222,1-234,3	49,6-54,1	44,2-44,7

¹: g MSG/m²: gramos de MS gramínea, g MSL/m²: gramos de MS leguminosa, g MST/m²: gramos de MS total.

Tabla 2. Producción de biomasa aérea (g MS/m²) y composición botánica (%) de una pastura de *F. arundinacea* + *P. clandestinum* al rebrote de 45 días en Mosquera, Cundinamarca

Pastura	Producción de biomasa (g MS/m ²) ¹			Composición botánica (%)	
	g MSF/m ²	g MSP/m ²	g MST/m ²	<i>F. arundinacea</i>	<i>P. clandestinum</i>
<i>F. arundinacea</i> + <i>P. clandestinum</i>	65,6	120,7	186,3	32,6	61,9
D. estándar	1,3	4,0	5,4	1,7	1,6
Rango	64,6-66,5	117-123,6	182,5-190,1	31,4-33,8	60,8-63,0

¹: g MSF/m²: gramos de MS *F. arundinacea*, g MSP/m²: gramos de MS *P. clandestinum*, g MST/m²: gramos de MS total.

Para el caso de la pradera de gramíneas (tabla 2), la composición botánica fue un poco diferente, observándose mayor proporción de *P. clandestinum* (61,9%), frente a la proporción de *F. arundinacea* (32,6%), lo que puede indicar un lento establecimiento de la segunda especie y desventajas en crecimiento en comparación con el *P. clandestinum*. Finalmente, como se mencionó, sin poder hacer inferencia estadística se puede ver que la producción de biomasa en esta pastura fue inferior a la asociada con leguminosa.

Calidad nutricional del forraje: en la muestra *pluck* (tabla 3), el contenido de proteína cruda fue superior en la pastura asociada (20,3%) frente a la pastura de solo gramíneas (16,2%). Lo cual estuvo asociado con la presencia de leguminosa. También se puede observar este fenómeno en el promedio general de las pasturas (21,9% frente a 16,4%). Igualmente, en la pastura asociada,

F. arundinacea presentó mayor contenido de proteína que en la pastura pura con 18,1 y 16,8% respectivamente.

En cuanto al contenido de FDN (tabla 3), se puede observar que fue menor para el *pluck* de la pastura asociada (44,6%) frente a la pastura de gramíneas (52,6%). También se puede ver que al comparar los valores de FDN de las gramíneas independientemente, los contenidos son muy similares entre sí, frente a la leguminosa (38,7%).

Con respecto al contenido de FDA (tabla 3), se puede observar que el contenido fue menor para el *pluck* de la pastura asociada (30,2%), frente a la pastura de gramíneas (32,3%). También, si se compara el contenido de FDA de *F. arundinacea*, se puede decir que el valor es similar y prácticamente igual para las dos pasturas (34,3 y 34,2%).

Finalmente, en cuanto a la DIVMS, se encuentran valores cercanos entre las mues-

Tabla 3. Calidad nutricional de la muestra *pluck*¹ y de cada uno de los componentes de una pastura de *F. arundinacea* + *L. uliginosus* y una pastura mixta de gramíneas al rebrote de 45 días en Mosquera, Cundinamarca.

Componente	PC	FDN	FDA	DIVMS
Pluck asociada	20,3	44,6	30,2	65,9
<i>F. arundinacea</i>	18,1	58,3	34,2	66,4
<i>L. uliginosus</i>	27,2	38,7	23,9	68,9
Promedio	21,9	47,2	29,4	67,1
D. estándar	4,7	10,1	5,2	1,6
Pluck pura	16,2	52,6	32,3	63,4
<i>F. arundinacea</i>	16,8	58,6	34,3	65,6
<i>P. clandestinum</i>	16,1	59,1	28,9	65,7
Promedio	16,4	56,8	31,8	64,9
D. estándar	0,4	3,6	2,7	1,3

¹ Corresponde a la muestra tomada simulando el pastoreo del animal, contiene todos los componentes de la pradera.

tras *pluck* de las dos pasturas, 65,9% en la pastura asociada, y 63,4% en la pastura de gramíneas, siendo mayor el promedio en la pastura asociada y una mínima variación entre gramíneas.

PRODUCCIÓN DE LECHE Y CALIDAD DE LA COMPOSICIÓN

Producción de leche: la producción de leche fue mayor ($P < 0,01$) (tabla 4) en las vacas que pastorearon la pastura asociada con 23,24 l/vaca/día que cuando pastorearon la pastura de gramíneas (19,58 l), con una diferencia en l/día de 3,66, además de una tendencia de aumento en la fase final del ensayo para las vacas alimentadas con la pastura asociada frente a la de gramíneas puras.

Calidad de composición de la leche: se observó que el contenido de sólidos totales promedio de las dos pasturas fue 12,21% (tabla 4), no presentándose diferencias significativas ($P > 0,05$), a pesar de que el contenido de sólidos fue mayor en la pastura asociada con un valor de 12,38%, frente a la pastura de gramíneas con 12,03%.

El contenido de PC tuvo un promedio general de 2,99%, siendo significativamente ($P < 0,01$) mayor en la pastura asociada con 3,19% que con la pastura de gramíneas con un 2,80%.

Para el contenido de caseína se obtuvo un promedio general de 2,37%, con diferencias significativas entre pasturas ($P < 0,05$), siendo mayor en la leche de las vacas que pastorearon en la pastura asociada (2,55%) frente a la pastura de gramíneas (2,19%). Efecto relacionado con el mayor contenido de proteína en la pastura asociada.

En cuanto al contenido de grasa se observó un promedio general de 3,71%, sin presentar diferencias significativas entre la leche producida en las dos las pasturas ($P > 0,05$), aunque el contenido mayor se observó en la pastura asociada (3,91%).

DISCUSIÓN

Sobre esta temática en particular existe poca investigación acerca del efecto del tipo de pastura y sus componentes sobre la producción y calidad de la leche, ya que parte de la investigación se ha enfocado en la caracterización y evaluación agronómica y no en la parte de respuesta animal y persistencia de las pasturas de clima frío.

Fase de establecimiento de las pasturas: durante este periodo se observó que el lote de la pastura asociada, tanto la gramínea como la leguminosa tuvieron una buena adaptación y compatibilidad, lo que coincide con otros reportes para estas mismas

Tabla 4. Producción y calidad de leche en una pastura asociada gramínea + leguminosa vs. una pastura mixta de gramíneas al rebrote de 45 días.

Pastura	Asociada	Mixta	Sig ¹
l/vaca/día	23,24 a ($\pm 3,85$)	19,58 b ($\pm 2,36$)	**
Proteína	3,19 a ($\pm 0,049$)	2,80 b ($\pm 0,27$)	**
Caseína	2,55 a ($\pm 0,044$)	2,19 b ($\pm 0,22$)	*
Grasa	3,91 ($\pm 0,39$)	3,52 ($\pm 0,38$)	NS
Sólidos	12,38 ($\pm 0,55$)	12,03 ($\pm 0,63$)	NS

**($P < 0,01$).

¹ Medias seguidas por letras iguales en la misma columna no son significativamente diferentes ($P > 0,05$), según prueba de Duncan.

especies (4, 5), además de mostrar resistencia a la inundación. La *F. arundinacea* presentó una leve incidencia de roya (*Puccinia* sp.), coincidiendo con reportes hechos por Bernal (8) y Castro (4). Por otro lado, el *L. uliginosus* presentó un buen comportamiento en esta fase, lo cual puede deberse a que la siembra se realizó con material vegetal, lo que hace su establecimiento más rápido y con más vigor, como reportaron Donoughue et ál. (16), Murillo (5) y Castro (4).

Si se comparan las dos pasturas por el establecimiento y comportamiento en esta fase, se puede decir que la pastura asociada (g + l) presentó ventajas relacionadas con el hábito de crecimiento de cada especie, erecto en macollas y prostrado respectivamente, lo que da alta potencialidad de uso a esta mezcla para sistemas de pastoreo.

Producción de biomasa aérea: aunque debido a la metodología empleada en el ensayo no se pueden establecer comparaciones estadísticas de las pasturas, se determinó la producción de biomasa en cada una y se puede decir de manera general que la pastura asociada refleja el efecto de buena compatibilidad de asociación y de establecimiento en una mejor producción de biomasa y composición, lo que puede mejorar finalmente los atributos de este tipo de pasturas en sistemas productivos frente al uso de pasturas puras de gramíneas.

Las producciones de biomasa encontradas en este estudio fueron superiores para las dos pasturas a reportes hechos en producciones de 93 g MS/m² en *F. arundinacea* asociada con *T. repens* en invierno, y 40 g MS/m² *F. arundinacea* asociada con *T. repens* (17). Y menores a los reportados por Murcia (18) con 468 g MS/m² a 42 días de rebrote en *D. glomerata* asociado con *T. pratense*.

En otros estudios de gramíneas el ICA (19) reportó producciones de 218 g MS/m²/corte en *F. arundinacea*, 181 g MS/m²/corte

en *P. clandestinum* con 50 kgN/ha/corte. En otro estudio (20) se encontró en *B. catharticus* una producción de 250 g MS/m²/corte, con 50 kg N/ha/corte. Para el caso de otras latitudes se han reportado por Burns y Chamblee (21) producciones de 413 g MS/m²/corte a los 40 días en *F. arundinacea* y Sleugh et ál. (22), con 363 g MS/m²/corte en *D. glomerata*, las cuales serían en este caso mayores a las encontradas en el presente estudio.

Otros reportes más recientes serían los realizados por Castro (4), quien observó producciones de 174,5 g MS/m² en la asociación de *F. arundinacea* y *L. uliginosus* a 45 días de rebrote en época de lluvia, y 379,3 g MS/m² a 70 días de rebrote, para la misma zona pero en condiciones de parcelas experimentales y no en lotes bajo pastoreo como los de este estudio. Y para el caso de *F. arundinacea* pura, producciones de 80,5 g MS/m², siendo estos valores inferiores a los reportados en este estudio.

Calidad nutricional del forraje: Igualmente, se realizó una determinación como patrón de comparación entre las dos pasturas, mas no estadísticamente. El referente de cada pastura fue la muestra *pluck* que correspondió a lo que consumía el animal, al respecto se encontró un mayor contenido de proteína como referencial en la pastura asociada, además de un contenido más alto de proteína en la gramínea de esta asociación, fenómeno relacionado con la presencia de leguminosas en esta pastura, lo que coincide con reportes de otros estudios (4, 5).

Los valores de proteína encontrados en este estudio están dentro del rango de los diferentes reportes de otros autores en *P. clandestinum*, como: Laredo y Cuesta (23), con 16,6 % a 60 días; Koeslag y Urbina (24), con 13%; Vélez (25), con 14 %; Quintero y Bustamante (20), con 15.1%; Benavides (26), con 11,4%. Por su parte, Jaime (27) reportó para *P. clandestinum* y *F. arundi-*

nacea a 45 días de rebrote, un contenido de 21,5% y 19,6 de PC respectivamente, el cual es superior al reportado en el presente estudio.

Los contenidos de PC de *L. uliginosus* coinciden con los reportes hechos por Castro (4), con valores de 26,1% a la misma edad de rebrote de este estudio y en la misma zona para la época de lluvia, y de 28,1% para la época seca, y menores a los reportados por Chipatecua et ál. (28). Y con los observados en otras zonas con contenidos entre 18,5 y 29,4% (29, 30, 22).

En cuanto a FDN, FDA y DIVMS, se destaca principalmente la diferencia existente entre las dos pasturas para FDN, siendo menor el contenido en la asociada. Para FDA y DIVMS las diferencias fueron pocas y solo se podría decir que están dentro de los rangos encontrados en otros estudios para pastos de clima frío en Colombia, coincidiendo con lo reportado por Jaime (27), quien encontró contenidos promedio de FDN (55,3%) y FDA (36,9%), y una DIVMS de 70,9%, para gramíneas de clima frío cosechadas a 45 días. Y con los realizados por Castro (4), con 52,0% de FDN, 34,8 de FDA, y 63,8% de DIVMS en *F. arundinacea*, y 42,2% de FDN, 25,3 de FDA, y 60,2% de DIVMS en *L. corniculatus* a 45 días de rebrote en época de lluvia. En otras latitudes Burns y Chamblee (31), reportaron para *F. arundinacea* 56% (FDN), 71,7% (DIVMS) a 60 días de rebrote en invierno y Burns y Chamblee (21), también para *F. arundinacea* 51,5% (FDN), 64,2% (DIVMS) a 60 días en verano. Zemenchik et ál. (32), por su parte observaron en *D. glomerata* 56% (FND), 29,6% (FDA), con 56 kgN/ha. Para *L. corniculatus* se pueden citar los reportes de Sleugh et ál. (22), 41,9% (FDN), Buxton y Hornstein (33), 35,2% (FDN), 28,2% (FDA), con contenidos similares a los observados en este estudio.

Producción y calidad de composición de la leche: para esta área, y específicamente en el nicho productivo de trópico alto andino igualmente, son escasos los reportes en evaluación de pasturas con animales. Tal vez el principal referente usado sería la resolución 00012 de enero de 2007 del Ministerio de Agricultura (MADR) (34), en la cual se establecen los parámetros mínimos de calidad en la composición para la bonificación de pagos por regiones geográficas. Así, para la región 1 (Cundinamarca y Boyacá) se establecieron los siguientes parámetros: Proteína (3,00%), grasa (3,45%) y sólidos (11,95%).

Para el caso del presente estudio, en la pastura asociada se encontraron valores superiores para las tres variables a los establecidos por el MADR, mientras en la pastura pura el valor de proteína es menor al referente del MADR, tanto que, grasa y sólidos son superiores.

Los reportes de este estudio se pueden comparar con la producción de leche que Ramírez et ál. (35) observaron en praderas de la Sabana de Bogotá compuestas de *P. clandestinum* más *T. repens* y *D. glomerata* más *T. repens*, producciones de 11,89 y 14,24 kg/animal/día. Por otro lado, Bernal (36), reporta estudios donde se observaron producciones diarias en praderas de *P. clandestinum* y *D. glomerata*, con 15 y 19,5 kg/animal/día en condiciones de pastoreo rotacional. Valores superiores a los reportados por ICA (1969), con 9 kg/animal/día en praderas de *F. arundinacea*, con aplicación de 50 kgN/ha, manejando 3,96 UA/ha. Siendo en todos los casos inferiores a los encontrados en este estudio.

Otros estudios como el de Acero y Gualdron (37), ubicados en la misma región con pasturas basadas en ryegrass y kikuyo donde evaluando la inclusión de levaduras reportaron producciones de hasta 26,3 l/día en vacas Holstein y proteína de 2,55%, sien-

do la producción de leche superior a la encontrada en este estudio, pero se reportaron contenidos de proteína menores, asociados principalmente a que el pastoreo se basaba en praderas de gramínea pura. También Ramos (38) evaluó la inclusión de taninos en este mismo tipo de sistemas productivos basados en praderas puras de gramíneas y encontró producciones de hasta 29,16 l/día, con 2,84% de proteína, donde igual al reporte anterior, fue mayor la producción pero con menor contenido de proteína que el encontrado en este estudio con la pastura asociada.

En otras latitudes, Álvarez *et al.* (39), evaluaron la producción y calidad de leche en vacas Holstein en una pastura de *F. arundinacea* y *M. sativa*, donde la producción de leche fue de 22,8 l/día, con un nivel de asignación similar al de este ensayo; en cuanto a la calidad de la leche se observó: proteína 3,03%, grasa 3,30%, y sólidos 11,54%, siendo en todo menores a los encontrados en este estudio con una pastura de similares condiciones de asociación gramínea leguminosa. Al igual que los reportes de Astarriaga *et al.* (40), quienes evaluaron pasturas de *Lolium* sp en vacas Holstein en Francia fertilizadas con 80 kgN/ha/corte observando producciones de 22. l/vaca/día, con 3,0% de PC y 3,9% grasa; Bargo *et al.* (41), con *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, y suplementación en vacas Holstein, 29,7 l/vaca/día, con 3,08% PC y 3,29% grasa; Lowe *et al.* (42), con *F. arundinacea* frente a *L. multiflorum*, en vacas Holstein, 21,3 l/vaca/día en producción, y 3,09% de PC, 3,59% de grasa. Y Dewhurst *et al.* (43), utilizando ensilaje proveniente de pasturas de *L. multiflorum* y *Trifolium pratense*, en vacas Holstein, producciones de 28,9 l/vaca/día, 3,21% PC y 4,6% grasa. Se puede observar que las pasturas evaluadas son

diferentes en cada estudio y no coinciden con las pasturas usadas para nuestro caso, pero igualmente los patrones encontrados son semejantes a estos reportes, teniendo en cuenta que son de otras latitudes.

CONCLUSIONES

Para la sabana occidente de Bogotá se cuenta con nuevos recursos forrajeros para los sistemas de producción lechera que con adecuado manejo permiten tener producciones de leche más altas que las actuales.

La gramínea *F. arundinacea* presenta alto potencial de uso en los sistemas actuales de producción, asociado a las ventajas comparativas conocidas para esta especie.

La asociación de gramínea y leguminosa evaluada presenta ventajas comparativas de adaptación y persistencia bajo pastoreo, y además adecuada respuesta animal.

Existe un efecto benéfico con la inclusión de *L. uliginosus*, como factor mejorante de la pradera y directamente en la dieta del animal, siendo en este caso reflejado su efecto en producción y calidad de la leche frente a pasturas de gramíneas puras.

Tanto la producción de biomasa como la calidad nutricional de cada una de las pasturas se encuentra dentro de los rangos que ya se han determinado en otros estudios para trópico alto.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por la financiación de este proyecto en la modalidad 7: apoyo a tesis de maestría y especialidades en el área de la salud (Convocatoria nacional de investigación 2006).

REFERENCIAS

1. Barreto TN. La chinche de los pastos: principal problema tecnológico de la ganadería de leche. En: Memorias XXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Santafé de

- Bogotá, 28, 29 y 30 de Julio de 1999. Editora Guadalupe, LTDA; 1999. p. 175-186.
2. Cárdenas EA. Perspectivas de investigación en forrajes para la región Alto Andina de Colombia En: XI Encuentro Nacional de Zootecnistas. Medellín, junio del 2000. Medellín, Colombia; 2000. 11 p.
 3. Cárdenas EA. Estrategias de la investigación en forrajes de tierra fría en Colombia y avances en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia 2003; 50: 20-24.
 4. Castro RE. Evaluación de adaptación y compatibilidad de 10 gramíneas para clima frío asociadas con *Lotus corniculatus* en Mosquera, Cundinamarca. Tesis de Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia; 2004. 120 p.
 5. Murillo GM. Potencial forrajero del trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) en ecosistemas de trópico de altura. Monografía Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá. Colombia; 2003. 120 p.
 6. González J, Jiménez C, Méndez J, Ortiz L, Ruiz A, Vargas A. Levantamiento edafológico del centro Agropecuario Marengo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia; 1997. p. 1-64.
 7. Silva PJV. Manejo y registro de praderas de clima frío. En: Seminario nacional de ganado de leche, "Producción de ganado lechero en zonas frías". ICA. Pasto, Nariño, Colombia; 1986. p. 243-248.
 8. Bernal AH. Establecimiento y manejo de pastos de clima frío. En: Curso de actualización en tecnología pecuaria, distrito Rionegro. Rionegro, Antioquia, Colombia; 1984. p. 29-35.
 9. AOAC (Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists). Washington D.C. 14 ed.; 1984.
 10. Vant Soest P. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. A rapid method for determination of fiber and lignin. Journal of AOAC 1967; 46: 830.
 11. Vant Soest P, Robertson J, Lewis B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 1991; 74: 35-97.
 12. Tilley JM, Terry RA. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc 1963; 18: 104-111.
 13. Kerridge PC, Franco LH. Experimental methodology for RABAOC trials. In: West an Central African Animal Feed Research Project. RABAOC. NARS-CIRAD/EMTV-CIAT-ILCA. Results 1990-1994. 5th Annual meeting, lome, Togo. April 3-9; 1995.
 14. AOAC (Journal Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists). Washington D.C.; 1998.
 15. SAS (Statistical analysis system institute). SAS STAT User's Guide. Version 6.2. 4 edition. SAS Institute Inc. Cary. North Carolina, USA; 1996. pp. 35-54.
 16. Donoghue LS, Raelson JV, Grant WF. A morphological study of interspecific hybrids in the genus *Lotus* (Fabaceae). Canadian Journal of Botany. 1990; 68: 803-812.
 17. Corredor G. Producción y valor nutritivo de la mezcla de seis gramíneas y dos leguminosas bajo condiciones de pastoreo. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Agronomía. Bogotá, Colombia; 1986. p. 6-32.
 18. Murcia PPI. Valor nutritivo de gramíneas y mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Facultad de Agronomía. Tunja, Colombia; 1971. 75 p.
 19. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Informe Anual de Progreso del Programa de Pastos y Forrajes. Bogotá, Colombia; 1969. 130 p.
 20. Quintero YLA, Bustamante EL. Análisis técnico económico de tres tipos de praderas

- dedicadas a la explotación lechera en la Sabana Bogotá, en la época de lluvias. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá; 1981. 97 p.
21. Burns CJ, Chamblee SD. Summer accumulation of tall fescue at low elevations in the humid piedmont: II. Fall and winter changes in nutritive value. En: *Agronomy Journal*, Madison 2000; 92: 217-234.
 22. Sleugh B, Moore JK, George R, Brummer E. Binary legume-grass mixtures improve yield and quality and seasonal distribution. En: *Agronomy Journal*. 2000; 92. p. 24-29.
 23. Laredo M, Cuesta A. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Programa de nutrición animal. Cooperativa lechera de Antioquia, Colanta. Santafé de Bogotá, Colombia; 1988. 77 p.
 24. Koeslag JH, Urbina N. Producción en zonas de ladera fría. Instituto Colombiano Agropecuario. Oficina Distrital. Pasto, Colombia; 1985. 74 p.
 25. Vélez LCE. Cambios circadianos en carbohidratos no estructurales y solubles de gramíneas y leguminosas en la Sabana de Bogotá. Tesis Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia; 1987. 86 p.
 26. Benavides M. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hoechst). Tesis Magister Scientiae Ciencias Agrarias. Convenio ICA-Universidad Nacional de Colombia; 1976. 79 p.
 27. Jaime TGO. Estudio exploratorio de la calidad nutricional de gramíneas, leguminosas y arbóreas de la Unidad de Recursos Genéticos de Forrajes (Universidad Nacional de Colombia). Tesis Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia; 2002. 128 p.
 28. Chipatecua MR, Pabón ML, Cárdenas EA, Carulla JE. Efecto de la combinación de una leguminosa tanífera (*Lotus uliginosus* cv Maku) con *Pennisetum clandestinum*, sobre la degradación in vitro de proteína y materia seca. *Rev Col Cienc Pec* 2007; 20: 1.
 29. Marten CG, Jordan RM, Ristau EA. Performance and adverse response of sheep during grazing of four legumes. En: *Crop Science*. 1990; 30: 860-866.
 30. Sheaffer CC, Marten GC, Rabas DL. Influence of grass species on composition, yield and quality of birdsfoot trefoil mixtures. En: *Agronomy journal* 1984; 76: 627-632.
 31. Burns CJ, Chamblee SD. Summer accumulation of tall fescue at low elevations in the humid piedmont: I. Fall yield and nutritive value. En: *Agronomy Journal*, Madison 2000a; 92: 211-216.
 32. Zemenchik RA, Albrecht KA, Shaver RD. Improved Nutritive Value of Kura Clover and Birdsfoot Trefoil-Grass Mixtures Compared with Grass Monocultures. En: *Agronomy Journal* 2002; 94. 1131-1138.
 33. Buxton DR, Hornstein JS. Cell-wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. *Crop Science* 1986; 26: 180-184.
 34. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Resolución 000012 de 2007. "Por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al productor". 12 enero de 2007. 20 p.
 35. Ramírez S, Acosta O, Cedeño G, Huertas E, Waugh RK, Riveros G, Chaverra H. Comparaciones de kikuyo y trébol blanco y una mezcla de gramíneas y tréboles para vacas lactantes en pastoreo. En: ICA, Día decampo ciencias animales. CNIA Tibaitatá. Bogotá, Colombia; 1966.
 36. Bernal EJ. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. Banco Ganadero, Bogotá, Colombia; 1994. 499 p.
 37. Acero CA, Gualdrón DLB. Efecto de la suplementación con levaduras en dietas de rumiantes sobre niveles de amonio ruminal pH ruminal, digestibilidad, MUN, producción y composición de la leche. Tesis Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zoo-

- tecnia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia; 2000.
38. Ramos GRA. Uso de taninos en vacas Holstein de la sabana de Bogotá para incrementar el rendimiento y calidad de leche. Tesis zootecnia. Un FMVZ; 2000. 102 p.
 39. Álvarez HJ, Dichio L, Pece MA, Cangiano CA y Galli JR. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. *Cien. Inv. Agr* 2006; 33(2): 99-107.
 40. Astarriaga L, Peyraud, J, Delaby L. Effect of nitrogen fertilizer rate and protein supplementation on the herbage intake and the nitrogen balance of grazing dairy cows. *Anim. Res* 2002; 51: 279-293.
 41. Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW. Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at Two Pasture Allowances. *J. Dairy Sci* 2002; 85:1777-1792.
 42. Lowe KF, Bowdler TM, Casey ND, Moss RJ. Performance of temperate perennial pastures in the Australian subtropics 2. Milk production. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1999; 39: 677-83.
 43. Dewhurst RJ, Fisher WJ, Tweed JKS, Wilkins RJ. Comparison of Grass and Legume Silages for Milk Production.1. Production Responses with Different Levels of Concentrate. *J. Dairy Sci.* 2003; 86: 2598-611.