

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

## Forage yield of cutting grass and effect on compositional quality and yield of milk in a dry Caribbean

Belisario Roncallo F.<sup>1</sup>,  
Andrea Milena Sierra A.<sup>1</sup>, Edwin Castro R.<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Seasonal climates affect the supply of nutrients in livestock systems. In search of different strategies for feeding livestock, we evaluated the effect of nitrogen fertilization of four cut grasses on yield and feed quality in dual purpose cows in Valle del Cesar. Two phases were developed, the first was the assessment of the performance and quality of feed, where the data were analyzed by a randomized block design with a factorial arrangement of four grasses and five nitrogen sources, the second phase evaluated the animal response, supplying feed based on results in the first phase, using a change-over experimental design. Eight dual purpose cows in the second third of lactation with a weight (W) of 395 kg about were used. The study was conducted at the Motilonia Experimental Station. The type of pasture significantly affected the value for dry matter, being highest in Elefante grass (17.9%) and lowest in morado King-grass (13.3%); feed yield was affected by both fertilization and pasture, being highest in the application of urea and in partnership with *Leucaena* sp. (12.9 and 12.7 t ha<sup>-1</sup>, respectively). Fertilization had no effect on the chemical composition of the grasses. We obtained a higher milk production when silage of Elefante grass + *Leucaena* sp. and Elefante alone (3.98 ± 0.18 and 3.81 ± 0.18 L/cow/day) were supplied, compared to feed without silage. The compositional quality of the milk was positively affected by the silage.

**Keywords:** quality milk, dry Caribbean fat, leucaena, protein, cutting grass

## Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco

## RESUMEN

La estacionalidad climática afecta la oferta de nutrientes en los sistemas ganaderos. En la búsqueda de diferentes estrategias para la alimentación del ganado, se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada de cuatro gramíneas de corte sobre el rendimiento, la calidad del forraje en vacas doble propósito en el Valle del Cesar. Se desarrollaron dos fases, la primera, consistió en la evaluación del rendimiento y calidad del forraje, donde los datos se analizaron por un diseño en bloques al azar, con un arreglo factorial de cuatro forrajes y cinco fuentes nitrogenadas; la segunda fase consistió en la evaluación de la respuesta animal; se suministró forraje conservado basados en los resultados de la primera fase; se aplicó un diseño experimental de sobrecambio. Se utilizaron 8 vacas doble propósito en el segundo tercio de lactancia con un peso (PV) de 395 kg aproximadamente. El estudio se realizó en la Estación Experimental Motilonia, Corpoica. El tipo de pastura afectó significativamente el valor de la materia seca, siendo mayor en el pasto Elefante (17,9%) y menor en el King-grass morado (13,3%); el rendimiento de forraje fue afectado tanto por la fertilización, como por la pastura, siendo mayor en la aplicación de urea y en asociación con *Leucaena* sp. (12,9 y 12,7 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente). La fertilización no tuvo efecto sobre la composición química de las gramíneas. Se obtuvo una mayor producción de leche, cuando se suministró ensilaje de pasto Elefante + *Leucaena* sp. y de Elefante solo (3,98 ± 0,18 y 3,81 ± 0,18 L/vaca/día), en comparación con la alimentación sin suministro de ensilaje. La calidad composicional de la leche se vio afectada positivamente por el suministro de ensilaje.

**Palabras clave:** calidad leche, Caribe seco, grasa, leucaena, proteína, pasto corte

## INTRODUCCIÓN

En la microrregión Valle del Cesar, la ganadería doble propósito constituye una de las principales actividades de importancia económica (Corpoica *et al.*, 2002), sin embargo, los indicadores de la producción han permanecido invariables en la última década, lo cual ha afectado el desarrollo social y económica de la región.

Fecha de recepción: 21/02/2012  
Fecha de aceptación: 03/04/2012

<sup>1</sup> Centro de Investigación Motilonia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. Agustín Codazzi (Colombia). [ecastro@corpoica.org.co](mailto:ecastro@corpoica.org.co)

Uno de los factores de mayor influencia es la estacionalidad climática, que conlleva a obtener una diferencia productiva en la época seca y la época de lluvias, con un déficit de forraje en la estación seca (Araya y Boschini, 2005), conllevando a una baja capacidad de carga y disminución de la productividad por unidad de área (Aguilar, 2009; Cuesta *et al.*, 2005; Aguilar *et al.*, 2001).

En este sentido, los sistemas ganaderos de la región deben apropiarse del uso de diferentes estrategias para la alimentación del ganado, para lo cual se puede acudir a pastos de corte y/o la utilización de residuos de cultivos, suplementos energético-proteicos o materiales forrajeros conservados (Fujisaka *et al.*, 2005) y de esta manera asegurar una oferta de nutrientes más o menos constante (Mojica *et al.*, 2009).

Por otra parte, las especies de gramíneas de alta producción de biomasa, como es el caso de las especies de corte, son altamente demandantes de nutrientes, principalmente de nitrógeno, el cual es uno de los elementos más importantes que determina el nivel de producción de forraje por unidad de superficie (Primavesi *et al.*, 2006); por esta razón, es necesario generar sistemas de fertilización nitrogenada dirigidos a potenciar la producción y garantizar la sostenibilidad biológica, económica y ambiental de la producción intensiva de los forrajes de corte (Martha *et al.*, 2004), lo cual reviste especial importancia en suelos tropicales, debido a que generalmente contienen bajas concentraciones de nitrógeno, teniendo en cuenta los objetivos de producción rentable y protección del medio ambiente (Jarvis *et al.*, 1995).

La buena calidad composicional de la leche obtenida en las ganaderías de doble propósito es una de las variables a tener en cuenta en las mediciones de los efectos del suministro de alimentos, debido a sus atributos especiales derivados de la alimentación única con forrajes. El departamento del Cesar, se encuentra dentro del marco de la región 2 (Resolución No. 017 de 2012), presentando valores promedio de grasa, proteína y sólidos totales de 3,91, 3,32 y 12,57 g (por cada 100 g de leche), respectivamente (MADR, 2012).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de varias fuentes de fertilización nitrogenada, en cuatro gramíneas de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje, y la producción y calidad composicional de la leche de vacas doble propósito en el Valle del Cesar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ejecutó en dos fases consecutivas; en la primera se determinó el efecto de la interacción forraje

fertilización sobre la producción de forraje y calidad del forraje, y en la segunda, se evaluó la respuesta animal al suministro de forraje producido en la mejor opción productiva de la primera etapa.

## Localización

La investigación se realizó en la estación experimental Motilonia, localizada en el municipio de Agustín Codazzi (Cesar), ubicada a 10° 11' Latitud Norte y 73° 15' Longitud Oeste, a una altitud de 160 msnm, con temperatura media anual de 29°C, precipitación promedio anual de 1.501 mm, con distribución bimodal del periodo lluvioso; uno entre los meses de mayo y junio y el otro entre agosto y noviembre. Se encuentra enmarcado en la zona agroecológica Cj (Corpoica, 2002).

## Primera fase: Evaluación de la producción y calidad del forraje

### Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4X5 y 4 repeticiones. En los tratamientos se usaron 4 gramíneas de corte y 5 fuentes de fertilización nitrogenada. Las gramíneas evaluadas fueron: Elefante (*Pennisetum purpureum*), King-grass verde (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), King-grass morado (*Pennisetum purpureum x pennisetum typhoides*) y Maralfalfa (*Pennisetum sp*); las dosis de fertilización fueron: sin aplicación de fertilizantes (testigo); 50 kg ha<sup>-1</sup>, fraccionado en 25 kg 8 d después de la cosecha y 25 kg 10 d antes de la siguiente cosecha; aplicación de biofertilizante basado en bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), 8 d después de la cosecha y 10 d antes de la siguiente cosecha; estiércol vacuno seco (50 kg ha<sup>-1</sup>); pastos de corte asociados con *Leucaena sp.* en surcos alternos.

### Establecimiento y manejo

La siembra se orientó en sentido oriente-occidente, para lo cual se utilizó material vegetativo de las gramíneas de corte y plantas de *Leucaena*, previamente producidas en vivero por semilla. Cada parcela experimental se conformó por 4 surcos de 7 m de longitud separados a 70 cm entre sí; la siembra dentro del surco se hizo con varas continuas de 2 ó 3 yemas; el tamaño de cada parcela fue de 14,7 m<sup>2</sup> (2,1 x 7 m). Los bloques se separaron con 2 m de distancia entre ellos.

Todos los tratamientos recibieron una fertilización basal equivalente a la aplicación de una dosis de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando como superfosfato triple y cloruro de potasio, respectivamente.

## VARIABLES EVALUADAS

### *Producción de materia verde y seca*

Los cortes para la determinación del rendimiento de forraje, se realizaron cada 50 d a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo en las gramíneas, y en la Leucaena a 50 cm; para la estimación de la producción de forraje se cosecharon 4m de los surcos centrales, excluyendo el material de los extremos, realizando el pesaje y determinación del rendimiento en biomasa para cada parcela. Se tomo una submuestra de 250 g, que fue pesada y secada en estufa a 60 °C durante 48 h, para determinar la materia seca según la metodología de T' Mannelje (1978).

### *Altura de las plantas y relación hoja:tallo (H/T)*

En cada parcela se midió la altura de la planta antes de cada corte con frecuencia de 50 d, el material cosechado fue pesado, luego se realizó la separación manual de hoja y tallo, pesando los componentes para determinar la relación entre ellos para cada tratamiento.

### *Análisis químico*

Las muestras de forraje de los distintos tratamientos evaluados se enviaron al laboratorio de nutrición de Corpoica y se le realizaron los siguientes análisis: proteína cruda determinada mediante el método Kjeldahl (AOAC, 1990); FDN y FDA (Van Soest, 1991), y cenizas (AOAC, 1990).

### *Análisis estadístico*

Las informaciones obtenidas de las diferentes variables fueron sometidas a análisis de varianza y las medias comparadas por el test de Tukey a un nivel de 5% de probabilidad. El análisis estadístico se realizó empleando el PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS 9.2).

## SEGUNDA FASE: EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA ANIMAL

### *Preparación del ensilaje*

Con base en los resultados obtenidos en la primera fase, se diseñó y se aplicó un modelo de producción de forraje para alimentar vacas lactantes de doble propósito con énfasis en época de sequía. Las opciones presentadas se basaron en la producción de ensilaje de las gramíneas King-grass morado y Elefante establecidos en monocultivo y en asociación con Leucaena.

Con este fin, se sembró un área de 2.000 m<sup>2</sup> con las especies señaladas; en la asociación se establecieron las gramíneas y la Leucaena en surcos alternos separados a 70 cm, y 50 cm entre plantas. Los materiales fueron cosechados y ensilados en bolsas de 50 kg con 50 d de edad de rebrote para posterior uso en el ensayo con animales.

### *Tratamientos*

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- Testigo: pastoreo de Colosuana (*Bothriochloa pertusa*), sistema modal predominante en la región.
- Suministro de 30% de ensilaje compuesto de pasto Elefante más pastoreo en Colosuana (*Bothriochloa pertusa*).
- Suministro de 30% de ensilaje compuesto de pasto Elefante y Leucaena más pastoreo en Colosuana (*Bothriochloa pertusa*).
- Suministro de 30% de ensilaje compuesto de pasto King grass morado más pastoreo en Colosuana (*Bothriochloa pertusa*).
- Suministro de 30% de ensilaje compuesto de pasto King grass morado y Leucaena más pastoreo de Colosuana (*Bothriochloa pertusa*).

### *Animales experimentales*

Se seleccionaron 8 vacas de doble propósito en el segundo tercio de lactancia, homogéneas en sus características raciales y de producción, con un peso promedio de 395 ± 33 kg.

## VARIABLES EVALUADAS

### *Consumo de ensilaje*

El suministro de ensilaje en cada uno de los tratamientos correspondió al 1% del peso vivo como MS, ofertándolo diariamente en las horas de la mañana después del ordeño y antes del pastoreo. El consumo de ensilaje se estimó diariamente mediante la diferencia obtenida entre el pesaje de la cantidad ofrecida y la rechazada, durante la fase experimental.

### *Producción y calidad composicional de la leche*

Después del periodo de adaptación de 15 d, en la fase experimental se establecieron periodos de evaluación por tratamiento con una duración de 14 d, de los cuales los primeros 7 d se tomaron como periodo de acostumbramiento y los 7 d siguientes para medición.

La producción de leche se registró diariamente en forma individual y se analizó la calidad composicional a los 8, 11, 13 y 14 d del periodo experimental. Las muestras de leche se tomaron en cada ordeño y posteriormente se determino el contenido de grasa, sólidos no grasos (SNG), lactosa, proteína y sólidos totales, empleando un auto-analizador de leche, Milktech Ultrasound Analyzers, Model MA250.

*Diseño experimental y análisis estadístico*

Se utilizó un diseño de sobrecambio, con ajuste de co-variables en las variables de producción y calidad de leche, donde la unidad experimental estuvo constituida por cada animal. La información obtenida, se analizó empleando el PROC GLM del programa estadístico SAS (SAS 9.2). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Producción de biomasa**

Los resultados revelaron que no se presentó interacción entre el tratamiento de fertilización y la especie de pasto ( $p \leq 0,05$ ), por lo tanto se debe realizar el análisis de factores principales, correspondiente al efecto de la especie forrajera y al nivel de fertilización empleado.

El rendimiento total en términos de toneladas de forraje verde por hectárea fue mayor cuando la gramínea se asoció a la Leucaena (Tabla 1); se resalta que este rendimiento fue estadísticamente igual ( $P \leq 0,0001$ ) al obtenido con la fertilización con urea como fuente de nitrógeno; los rendimientos obtenidos fueron de 83,6 y 79,8 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente; entre tanto, los rendimientos fueron menores ( $P \leq 0,0001$ ), en el tratamiento fertilizado con estiércol (58,1 t ha<sup>-1</sup>) y en el que recibió aplicación con biofertilizante (50,7 t ha<sup>-1</sup>) como fuente de nitrógeno. Los rendimientos de forraje verde en la asociación con Leucaena y fertilización con nitrógeno, fueron superiores a los reportados por Araya y Boschini (2005), quienes al aplicar 100 Kg ha<sup>-1</sup> de N registraron rendimientos de forraje verde de 42,7 y 62,5 t ha<sup>-1</sup> con pasto Elefante y King grass, respectivamente.

**Tabla 1.** Efecto del forraje, la fertilización y la interacción forraje\*fertilización sobre la producción de forraje verde, materia seca y relación hoja:tallo

Tratamiento	Produc.	Produc.	MS (%)	Relación Hoja:tallo	
	forraje verde	forraje seco			
t ha <sup>-1</sup>					
Fertilización	Leucaena	83,6 a	12,7 a	14,9	0,45 b
	50 nitrógeno	79,8 a	12,9 a	15,9	0,46a b
	Estiércol	58,1 b	9,5a b	16,2	0,48a b
	0 nitrógeno	55,3 b	8,5 b	15,5	0,48a b
	Biofertilizante	50,7 b	7,7 b	14,9	0,53 a
<b>Valor-P</b>	< 0,0001	0,0002	0,1915	0,0413	
Forraje	King grass morado	62,8	8,5 b	13,3 c	0,52 a
	King grass verde	60,8	9,1 b	15,2 b	0,46 b
	Elefante	67,8	12,2 a	17,9 a	0,44 b
	Maralfalfa	70,5	11,2 ab	15,5 b	0,50 ab
<b>Valor-P</b>	0,4385	0,0067	< 0,0001	0,0049	
<b>Fertilización*Forraje</b>	0,4434	0,3649	0,1972	0,0950	

\*Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de Tukey.

El rendimiento de materia seca fue superior ( $P \leq 0,0001$ ) en las gramíneas asociadas con Leucaena (12,7 t ha<sup>-1</sup>) y en las fertilizadas con nitrógeno (12,9 t ha<sup>-1</sup>) en relación con el testigo (8,5 t ha<sup>-1</sup>) y al fertilizado con biofertilizante (7,7 t ha<sup>-1</sup>). En el análisis de rendimiento de materia seca, se puede apreciar que los pastos Elefante obtuvieron los mayores rendimientos ( $P \leq 0,05$ ) con 12,2 y 11.2 t, respectivamente comparado con el king grass morado (8,5 t ha<sup>-1</sup>) y el king grass verde (9,1 t ha<sup>-1</sup>).

Espinoza *et al.* (2001), al evaluar el rendimiento del pasto King grass, encontraron un rendimiento de forraje seco de 7,0; 6,4 y 5,5 t ha<sup>-1</sup> cuando se asocio a *Centrosema pubescens*, *Centrosema macrocarpum* y bajo la fertilización nitrogenada, respectivamente; estos valores son inferiores a los obtenidos en el presente estudio con el pasto King grass morado (9,3 t ha<sup>-1</sup> en materia seca) y King grass verde (9,8 t ha<sup>-1</sup> en materia seca) con fertilización química, y asociado a Leucaena, con valores en su orden de 8,53 y 12,23 t ha<sup>-1</sup> en materia seca.

Adjolohun (2008), Pieterse y Rethman (2001), reportaron rendimientos variables de materia seca en diversos genotipos de *Pennisetum purpureum*, desde 10-30 t ha<sup>-1</sup> hasta 42-109 t ha<sup>-1</sup> por año; mientras tanto, en el presente estudio, los resultados oscilaron entre 51 y 75 t ha<sup>-1</sup> anuales.

*Relación hoja:tallo*

El pasto King grass morado (0,52), presento mayor relación hoja:tallo ( $P \leq 0,05$ ), permitiendo inferir una mayor eficiencia en producción de hojas, con respecto al King grass verde (0,46) y el Elefante (0,44) (Tabla 1); estos valores son inferiores a los observadas por Araya y Boschini (2005), en el pasto Elefante (0,54) y en el King grass (0,62); sin embargo, son superiores a los registrados por Aragón (1996), en gramíneas de corte (1,3).

*Composición química de las gramíneas*

Los resultados obtenidos no presentaron efecto significativo ( $P \leq 0,05$ ) de la fertilización sobre la composición química de los pastos evaluados (Tabla 2). El efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido proteico del pasto no presento diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ); sin embargo, se observó una variación en el contenido de proteína desde 5,34% (Maralfalfa) hasta 6,70% (King grass verde), los cuales son menores a los reportados por Chacón y Vargas (2009) quienes encontraron contenidos de proteína en el King grass verde de 9,56% y 21,8% para el pasto Maralfalfa a una edad de 56 d (Correa, 2006).

El contenido de FDN y FDA, no presentaron diferencias significativas por efecto de la fertilización y la pastura ( $P \leq 0,05$ ) (Tabla 2); sin embargo, los contenidos de FDN y FDA encontrados fueron superiores a los valores

**Tabla 2.** Calidad nutricional de cuatro pastos de corte en el Valle del Cesar bajo diferentes tratamientos de fertilización

Tratamiento	PC	FDN	FDA	CENIZAS	EE	
	(%)					
Fertilización	Leucaena	5,75 a	69,68 a	45,64 a	15,13 a	1,08 a
	50 nitrógeno	5,47 a	70,20 a	44,70 a	13,20 a	1,14 a
	Estiércol	5,37 a	69,05 a	44,29 a	15,03 a	1,25 a
	0 nitrógeno	5,14 a	70,88 a	45,13 a	13,85 a	1,29 a
	Biofertilizante	6,02 a	70,40 a	43,88 a	14,31 a	1,10 a
<b>Valor-P</b>	0,8399	0,8271	0,3383	0,3103	0,7774	
Forraje	King morado	5,42 a	68,70 a	44,57 a	16,75 a	1,25 ab
	King verde	6,70 a	69,76 a	44,47 a	13,85 b	1,08 ab
	Elefante	5,75 a	71,50 a	45,88 a	13,01 b	1,57 a
	Maralfalfa	5,34 a	70,20 a	43,97 a	13,60 b	0,78 b
<b>Valor-P</b>	0,9278	0,3132	0,1320	0,0024	0,0024	
<b>Fertilización*Forraje</b>	0,9932	0,9777	0,2899	0,09648	0,5778	

\*Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de Tukey.

reportados por Correa *et al.* (2004), Correa (2006) y Gonzales *et al.* (2011), donde se reportaron valores entre 54,5% y 56,5% para el FDN y 37,3% y 37,9% para FDA.

El contenido de extracto etéreo del pasto Elefante fue superior ( $P \leq 0,05$ ), al del pasto Maralfalfa, pero igual ( $P \leq 0,05$ ) al obtenido en el King morado y verde.

Es relevante el mayor contenido de cenizas (16,75%) del pasto King grass morado (Tabla 2), concordando con Araya y Boschini (2005), quienes registraron la misma tendencia con el pasto King grass (16,32%) y valores superiores en el pasto Elefante (18,18%).

#### Consumo de ensilaje

La oferta de ensilaje fue constante en todos los tratamientos, siendo la cantidad ofrecida del 1% de materia seca con base en el peso vivo de los animales. Los consumos de ensilaje fueron similares en todos los tratamientos; no se observó rechazo por parte de los animales.

#### Producción de leche

Se obtuvo mayor producción de leche ( $P \leq 0,0001$ ), donde se suministraron ensilajes de pasto Elefante más Leucaena ( $3,98 \pm 0,18$  L/animal/d) y de pasto Elefante solo ( $3,81 \pm 0,18$  L/animal/d), en comparación con el tratamiento testigo ( $3,07 \pm 0,18$  L/animal/d), el suministro de ensilaje de pasto King-grass morado solo ( $2,73 \pm 0,18$  L/animal/d) y pasto King grass más Leucaena ( $3,08 \pm 0,18$  L/animal/d) (Tabla 3). El incremento en producción de leche es equivalente al 22,91% y al 19,4% en relación con el testigo.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son acordes con los registrados por Mogensen *et al.* (2008) y

**Tabla 3.** Efecto de la suplementación de ensilaje, sobre la calidad composicional y producción de leche

Tratamiento	Grasa	Sng	Lactosa	Proteína	Sólidos totales	L/vaca /d
	(%)					
Elefante + Leucaena	4,82 ab	7,85 b	4,44 b	3,31 b	12,93 c	3,98 a
Elefante	4,69 bc	8,14 a	4,59 a	3,42 a	13,03 bc	3,81 a
King-grass Morado + Leucaena	5,21 a	8,17 a	4,61 a	3,44 a	13,64 a	3,08 b
King-grass Morado	5,09 ab	8,14 a	4,59 a	3,43 a	13,49 ab	2,73 b
Pastoreo Colosuana	4,27 c	8,25 a	4,65 a	3,46 a	12,77 c	3,07 b
<b>Valor-P</b>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

\*Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de Tukey.

Tuori (1992), en los cuales se presentó un leve incremento en la producción de leche cuando se suministro forraje conservado (ensilaje) de una mezcla de gramíneas más trébol y ensilaje de maíz; sin embargo, son contradictorios con los presentados por Bernard (1990) y Rinne *et al.* (1999), quienes no encontraron un efecto significativo sobre la producción de leche al suplementar con ensilaje de cereales. Es importante resaltar que los valores observados en los tratamientos de King-grass morado solo y con Leucaena, están posiblemente influenciados por las altas precipitaciones presentadas en los días de las mediciones en ambos tratamientos; la lluvia excesiva (270 mm) coincide con las épocas de mediciones, posiblemente influyó sobre el consumo en pastoreo, lo cual afectó la producción de leche; esta respuesta, es concordante con los reportes de literatura registrados por Álvarez *et al.* (2006), donde se afirma que la disminución en la disponibilidad y consumo de forraje reduce la producción de leche.

#### Calidad composicional de la leche

Según Fredeen (1996), la nutrición es uno de los principales factores que influyen sobre la calidad composicional de la leche y la suplementación con ensilajes en vacas en pastoreo produce respuestas variables sobre la composición de la misma (O'Brien *et al.*, 1997); en el presente trabajo se confirma que la calidad composicional de la leche es afectada por el suministro de los diferentes ensilajes (Tabla 3).

Los contenidos de grasa en la leche se afectaron positivamente al suministrar suplementos basados en ensilajes; el mayor ( $P \leq 0,0001$ ) efecto se observa al suministrar ensilaje de King-grass morado + Leucaena ( $5,21 \pm 0,11\%$ ), en contraste con el tratamiento testigo, consistente en pastura de Colosuana ( $4,27 \pm 0,12\%$ ) (Tabla 3); este resultado es concordante con el reportado por Mojica *et al.* (2009), quienes observaron aumento en la

concentración de grasa en la leche en vacas de segundo tercio de lactancia, a medida que se ofrecía cantidades mayores de ensilaje. Carulla y Pabón (2006) concluyeron que el efecto de la inclusión de ensilaje es positivo sobre la concentración de grasa en la leche.

El menor ( $P \leq 0,0001$ ) contenido de sólidos no grasos (SNG), se presentó al suministrar ensilaje de Elefante más Leucaena ( $7,85 \pm 0,04\%$ ), en relación con los otros tratamientos. Esta concentración de SNG, fue similar a la encontrada en el estudio de Álvarez *et al.* (2006), donde los valores oscilaron entre  $7,73$  y  $8,52 \pm 0,34\%$ , dependiendo de la oferta de forraje y de suplemento (Tabla 3).

El tratamiento de pasto Elefante + Leucaena presentó la menor ( $P \leq 0,0001$ ) concentración de Lactosa ( $4,44 \pm 0,02\%$ ); entre tanto, no se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y los suplementados con ensilaje de King-grass morado, King-grass morado más Leucaena y Elefante (Tabla 3).

La concentración de proteína fue inferior ( $P \leq 0,0001$ ) con el suministro de ensilaje de pasto Elefante + Leucaena ( $3,31 \pm 0,02\%$ ), con respecto a los otros tratamientos; diferentes estudios realizados sobre los efectos de la inclusión del ensilaje sobre la calidad composicional de la leche (O'Mara *et al.*, 1998; Barahona *et al.*, 2003), no reportan un efecto constante sobre la concentración de la proteína en la leche, lo cual puede estar asociado a un bajo valor nutritivo del ensilaje. Además, se ha determinado que el comportamiento de la concentración de proteína en la leche es dependiente del tipo de ensilaje y de su interacción con la pastura (Bryant y Donnelly, 1974).

Los sólidos totales presentes en la leche, están influenciados ( $P \leq 0,0001$ ) por el suministro de ensilajes; el mayor porcentaje se obtuvo cuando se suministró ensilaje de King-grass morado más Leucaena ( $13,64 \pm 0,12\%$ ), en relación con el tratamiento testigo ( $12,77 \pm 0,13\%$ ); sin embargo, los valores obtenidos en el presente estudio, son superiores a los encontrados por Álvarez *et al.*, (2006), los cuales oscilaron entre  $11,17\%$  y  $11,91 \pm 0,19\%$ ; también son superiores a los valores registrados por Echevers, (2011), quien con la oferta de ensilaje de maíz, ensilaje de maíz más bacterias lácticas, ensilaje de maíz más pulpa cítrica, no encontró valores superiores a  $12,35\%$ .

En desacuerdo con Mongensen *et al.* (2010), en el presente estudio la calidad composicional de la leche, en

términos de proteína, grasa, lactosa y sólidos totales, está significativamente afectada por el suministro de ensilaje.

En términos generales, los valores promedios obtenidos en grasa ( $4,87\%$ ), proteína ( $3,41\%$ ) y sólidos totales ( $13,23\%$ ), son superiores al estándar de calidad de los departamentos que conforman la región 2; a su vez, estos valores son superiores a los reportados por Calderón (2007), en un estudio realizado en varias procesadoras de leche en el departamento de Córdoba, en el cual los contenidos promedios fueron de  $3,6\%$ ,  $3,70\%$  y  $12,06\%$  para proteína, grasa y sólidos totales, respectivamente.

Los valores de calidad de la leche, obtenidos en el presente estudio, se ubican dentro de los rangos de leche catalogada de excelente calidad, tomando como referencia la tabla de clasificación presentada por Calderón (2006), en la cual los valores deben ser superiores a  $5,3\%$  en lactosa,  $3,2\%$  en proteína,  $3,5\%$  en grasa,  $8,7\%$  en sólidos no grasos y  $12,25$  en sólidos totales.

## CONCLUSIONES

En los pastos de corte evaluados se presentó un efecto positivo en la producción de biomasa cuando se asociaron a la *Leucaena leucocephala*, siendo comparable a la aplicación de fertilización química con nitrógeno.

La composición química de los pastos de corte no fue influenciada por la fertilización nitrogenada en los contenidos de proteína cruda, FDN y FDA. El suministro de ensilajes de pasto Elefante más Leucaena y pasto Elefante solo a vacas lactantes de doble propósito tiene una respuesta significativa en la producción de leche. Mientras, el contenido de grasa de la leche con el ensilaje de pasto Elefante más Leucaena se incrementó en relación con el testigo predominante de la región, basado en Colosua.

La suplementación a un nivel de  $30\%$  de ensilaje de pasto King grass morado más Leucaena y King grass morado solo en la ración de vacas lactantes de doble propósito aumenta la concentración de grasa y sólidos totales en la leche.

La suplementación con ensilaje de pasto Elefante, King grass morado más Leucaena y King grass morado solo a vacas de doble propósito no afectaron los contenidos de sólidos no grasos, lactosa, proteína y producción de leche con respecto al testigo Colosua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adjolohoun S. 2008. Yield, nutritive value and effects on soil fertility of forage grasses and legumes cultivated as ley pastures in the Borgou Region of Benin [Thesis de doctorado]. Gembloux, Belgique: Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques.
- Aguilar C. 2009. Producción y calidad de leche y carne en sistemas silvopastoriles. En: II Congreso sobre silvopastoriles intensivos. Tepalcatepec.
- Aguilar C, Cárdenas J, Santos J. 2001. Efecto de la suplementación con *Leucaena sp. leucocephala* sobre la productividad de vacas cruzadas, bajo dos cargas de pastoreo (en línea). *Livest Res Rural Dev* 13(4), <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/4/agui134.htm>; consulta: junio de 2012.
- Álvarez H, Dichio L, Pece M, Cangiano A, Galli J. 2006 Effect of pasture allowance and energy supplementation upon dairy cows milk yield. *Cien Inv Agr* 33(2):81-88.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15a ed. ArlingTon.
- Aragón C. 1996. Productividad y calidad nutritiva del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum) en la zona atlántica de Costa Rica: Diferentes combinaciones de frecuencias e intensidades de pastoreo. San José: Universidad de Costa Rica.
- Araya M, Boschini C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum Purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agron Mesoam* 16(1):37-43.
- Barahona R, Cuesta P, Báez F. 2003. Producción y evaluación del uso de ensilajes en sistemas de producción de lechería especializada de Nariño. En: Renovación y manejo de pradera y utilización de ensilajes en el trópico alto. Plan de modernización de la ganadería bovina Colombiana. Bogotá: Corpoica; Fedegan. pp. 49-56.
- Bernard J. 1990. Effect of raw or roasted whole soybeans on digestibility of dietary nutrients and milk production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 73, 3231-3236.
- Bryant A, Donnelly F. 1974. Yield and composition of milk from cows fed pasture herbage supplemented with maize and pasture silage. *NZ J Agric Res* 17:299-304.
- Calderón A, García F, Martínez G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ* 11(1):725-737.
- Calderón A, Rodríguez V, Vélez S. 2007. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. *Rev. MVZ* 12(1):912-920.
- Carulla J, Pabón M. 2006. Estrategias del manejo del pastoreo y de la suplementación para mejorar la calidad composicional de la leche. En: Memorias I Seminario Internacional de la Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis, Bogotá: Consejo Nacional de la Calidad de la Leche.
- Chacón P, Vargas C. 2009. Digestibilidad y calidad de *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de rebrote. *Agron Mesoam* 20(2):399-408. I
- Correa H. 2006. Calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote (en línea). *Livest Res Rural Dev* 18(6), <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>; consulta: junio de 2012.
- Correa H, Cerón J, Arroyave H, Henao Y, López A. 2004. Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. En: IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Medellín, Colombia: Cooperativa Colanta, pp. 231-274.
- Cuesta P, Mateus H, Barros J, Contreras A, Jiménez N, Villaneda E, Rincón A, Vanegas M, Rodríguez G, Carrero G, et al. 2005. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y valles interandinos. Red de recursos forrajeros. Subdirección de investigación e innovación. Bogotá: Corpoica.
- Espinoza F, Argenti P, Gil J, León L, Perdomo E. 2001. Evaluación del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Trop* 19:59.
- Etchevers F. 2011. Influencia del consumo por vacas lecheras, de ensilajes de diferentes forrajes en la calidad de la leche y su posterior aptitud para la elaboración de quesos [Tesis de doctorado]. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fredeen J. 1996. Considerations in the nutritional modification of milk composition. *Animal Feed Sc Technol* 59(1-3):185-197.
- Fujisaka S, Holmann F, Peters M, Schmidt A., White D, Burgos C, Ordoñez J, Mena M, Posas M, Cruz H, et al. 2005. Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua. *Pasturas Tropicales* 27(2):73-92.
- González I, Betancourt M, Fuenmayor A, Lugo M. 2011. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum sp.*) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Trop* 29(1):103-112.
- Jarvis S, Scholefield D, Pain B. 1995. Nitrogen cycling in grazing system. En: Bacon PE, editor. Nitrogen fertilization in the environment. New York: Marcel Dekker. pp. 381-419.
- Martha Jr. G, Corsi M, Trivelin P, Alves M. 2004. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. *Grass Forage Sci* 59,80-90.
- MADR, Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Resolución 017 de 2012, por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor. Bogotá
- Mogensen L, Lund P, Kristensen T, Weisbjerg M. R. 2008. Effects of toasting blue lupins, soybeans or barley as supplement for high-yielding organic dairy cows fed grass-clover silage ad libitum. *Livest Sci* 115, 249-257.
- Mongensen L, Vestergaard J, Fretté P, Lund P, Weisbjerg M, Kristensen T. 2010. Effect of toasting field beans and of grass-clover: Maize silage ratio on milk production, milk composition and sensory quality of milk. *Livest Sci* 128:123-132.
- Mojica J, Castro E, Leon J, Cárdenas E, Pabón M, Carulla J. 2009. Efecto de la oferta de pasto Kikuyi y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Rev Corpoica* 10(1):81-90.
- O'brien B, Murphy J, Conolly J, Mehra R, Guinee P, Stakelum J. 1997. Effect of altering of dairy herbage allowance in mid lactation of the composition and processing characteristics. *J Dairy Res* 64:621-626.
- O'mara F, Fitzgerald J, Murphy J, Rath M. 1998. The effect on milk production of replacing grass silage with maize silage in the diet of dairy cows. *Livest Prod Sci* 55:79-87.
- Pieterse P, Rethman N. 2002. The influence de nitrogen fertilization and soil pH on the dry matter yield and forage quality of *Pennisetum purpureum* and *P. purpureum* X *P. glaucum* hybrids. *Trop Grassl* 36:83-89.
- Pulido J, Romero M, Rivero S, Duarte O, Robledo L, Buelvas S, Zuleta M., García H, Becerra A, Rodríguez G, et al. 2002. Atlas de los sistemas de producción bovina: módulo región Caribe. Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina Colombiana. Bogotá: Corpoica.

- Primavesi O, Primavesi A, Almeida L, Silva A, Cantarella H. 2006. Lixiviação de nitrato em pastagem de *coastcross* adubada com nitrogênio. R Bras Zootec 35(3):683-690.
- Rinne M, Jaakkola S, Varvikko T, Huhtanen P. 1999. Effects of type and amount of rapeseed feed on milk production. Acta Agric Scand 49:137-148.
- T Mannetje L. 1978. Measuring quantity of grassland vegetation. En: T Mannetje L, editor. Measurement of grassland vegetation and animal production. Bulletin No. 52. Hurley, UK: Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 63-90.
- Tuori M. 1992. Rapeseed meal as a supplementary protein for dairy cows on grass silage-based diet, with emphasis on the Nordic AAT-PBV feed protein evaluation system. Agric Sci Finl 1:367-439.
- Van Soest PJ, Rober Ton, L.1991. Methods for dietary fiber, neutral fiber and no starch polysaccharides in relation to nutrition. J Dairy Sci 74:3583-3597.