

Influencia de la densidad de árboles de *Leucaena* en la producción lechera y nitrógeno ureico en vacas F1 Gyr x Holstein

R. M. Menjura¹, L. M. Peñuela¹, R. D. Castañeda^{1*}

Artículo recibido: 25 de mayo de 2017 · Aprobado: 23 de noviembre de 2017

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición bromatológica, la selectividad animal, el consumo parcial, la producción lechera y la concentración de nitrógeno ureico en sangre y leche en vacas lecheras F1 (Gyr X Holstein) en sistemas silvopastoriles con diferentes densidades de árboles de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). El estudio se realizó en La Hacienda el Chaco, Tolima (Colombia). Los tratamientos fueron: T1: pastura de *Cynodon nlemfluensis* sin árboles; T2: *C. nlemfluensis* + 1264 árboles/ha de *L. leucocephala*; T3: *C. nlemfluensis* + 4255 árboles/ha de *L. leucocephala* y T4: *C. nlemfluensis* + 9899 árboles/ha de *L. leucocephala*. Se evaluaron 4 periodos experimentales de 32 días cada uno y se utilizaron 16 vacas lecheras F1 (Gyr X Holstein). Se observaron diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de materia seca entre *C. nlemfluensis* y *L. leucocephala*. Además, se observó alta selectividad de las vacas por la gramínea ($P < 0,05$). El consumo de materia seca total disminuyó con el aumento en la densidad de árboles de *L. leucocephala* únicamente en el periodo 3 ($P < 0,05$). A medida que aumentó la densidad de árboles de *L. leucocephala* los valores de nitrógeno ureico en sangre y leche aumentaron ($P < 0,05$). La producción lechera no se alteró por los tratamientos. Se concluye que las vacas F1 (Gyr X Holstein) en sistemas silvopastoriles tienen una alta selectividad y consumo parcial de la gramínea, y niveles más altos de nitrógeno ureico en sangre y leche.

Palabras clave: bosque seco tropical, *Cynodon nlemfluensis*, *Leucaena leucocephala*, sistemas silvopastoriles.

Influence of density of *Leucaena* trees on milk production and urea nitrogen in F1 Gyr x Holstein cows

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the chemical composition, selectivity, partial intake, milk production and concentration of urea nitrogen in blood and milk in F1 (Gyr x Holstein) dairy cows on silvopastoral systems with different densities of *Leucaena leucocephala* trees. The study was carried out in the Chaco Farm, Tolima (Colombia). The treatments were: T1: *Cynodon nlemfluensis* pasture without trees; T2: *C. nlemfluensis* + 1264 trees/ha of *L. leucocephala*; T3: *C. nlemfluensis* + 4255 trees/ha of *L. leucocephala* and T4: *C. nlemfluensis* + 9899 trees/ha of *L. leucocephala*. Four experimental periods of 32 days each

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima. Ibagué (Colombia).

* Autor para correspondencia: rcastaneda@ut.edu.co

were evaluated and 16 F1 (Gyr x Holstein) cows were used. Differences ($P < 0.05$) were observed in the dry matter content between *C. nlemfluensis* and *L. leucocephala*. Further, there was high selectivity of the cows for the grass ($P < 0.05$). Dry matter intake decreased with the increase in density of *L. leucocephala* trees in period 3 only ($P < 0.05$). As the density of *L. leucocephala* trees increased, the values of urea nitrogen in blood and milk increased ($P < 0.05$). Milk production was not different among any of the treatments. It is concluded that F1 (Gyr X Holstein) cows in silvopastoral systems show high selectivity and partial intake of grass, and higher levels of blood and milk urea nitrogen.

Keywords: *Cynodon nlemfluensis*, *Leucaena leucocephala*, silvopastoral system, tropical dry forest.

INTRODUCCIÓN

En las regiones secas del trópico la incorporación de sistemas silvopastoriles con leguminosas se ha convertido en una alternativa para la producción de ganado de carne y leche, trayendo consigo beneficios ambientales y productivos, además de evitar la estacionalidad en la producción al aumentar la disponibilidad de forraje, especialmente en las épocas críticas del año (Cuartas *et al.* 2014).

La adopción de sistemas silvopastoriles donde los árboles de leguminosas se intercalan con las gramíneas puede ayudar a incrementar, tanto cualitativa como cuantitativamente, el suministro de forraje en los rumiantes (Carvalho *et al.* 2017). Varios autores han relatado la utilización de sistemas silvopastoriles intensivos (SSI) como alternativa para intensificar la producción ganadera en el trópico y mejorar la producción de forraje (Tarazona *et al.* 2012; Cuartas *et al.* 2014; Gaviria *et al.* 2015).

Dentro de las leguminosas adaptadas al bosque seco tropical se resalta la especie *Leucaena leucocephala*, la cual ha sido objeto de numerosas investigaciones en las que se ha demostrado que es un alimento de gran valor nutritivo, en términos de proteína cruda, energía, digestibilidad y preferencia por parte de los animales

(Tarazona *et al.* 2012; Gaviria *et al.* 2015; Bottini-Luzardo *et al.* 2016; Carvalho *et al.* 2017). No obstante, de acuerdo con Vega y Lamela (2003) se debe profundizar la investigación en aspectos como el efecto de la densidad de árboles que puede influenciar la disponibilidad de forraje, debido a una disminución en la persistencia de las gramíneas mejoradas como producto de una menor penetración de los rayos solares en el estrato herbáceo y la selectividad de los animales.

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de diferentes densidades de árboles de *L. leucocephala* sobre la composición bromatológica, la selectividad animal, el consumo parcial, la producción lechera y la concentración de nitrógeno ureico en sangre y leche en vacas lecheras F1 (Gyr X Holstein).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se realizó en La Hacienda el Chaco en el Municipio de Piedras, departamento del Tolima (Colombia), ubicada a 04° 28' 52,4" de latitud Norte y 074° 058' 58,6" de longitud Oeste, a 573 msnm. De acuerdo con los datos informados para la misma hacienda, la

precipitación promedio fue de 1261 mm/año, la temperatura media de 30°C, y la humedad relativa de 65,7 %. Los datos climáticos se presentan en la Tabla 1.

Animales

Se utilizaron 16 vacas lecheras F1 (Gyr X Holstein), con peso vivo de 448 ± 22 kg, todos los animales estaban en el primer tercio de lactancia, con producciones similares y tenían entre 3 y 4 partos.

Periodo experimental y tratamientos

El estudio tuvo una duración total de 128 días divididos en 4 periodos experimentales de 32 días cada uno; en los últimos 4 días del primer periodo se realizó la recolección de muestras y el estudio de selectividad y consumo. Como tratamientos se consideraron praderas mixtas con diferentes densidades de siembra de árboles de *L. leucocephala* asociada con la gramínea *C. nlemfluensis* de la siguiente manera: T1: pastura de *C. nlemfluensis* sin árboles; T2: *C. nlemfluensis* + 1264 árboles/ha de *L. leucocephala*; T3: *C. nlemfluensis* + 4255 árboles/ha de *L. leucocephala* y T4: *C. nlemfluensis* + 9899 árboles/ha de *L. leucocephala*. Las 16 vacas se distribuyeron al azar en los 4 tratamientos cada uno con 4 vacas. Cada tratamiento tenía un área de 1 hectárea y se manejó mediante el sistema de cuerda eléctrica en franjas, teniendo en cuenta el manejo

tradicional de la empresa, el cual consideraba 32 días de descanso y 4 días de ocupación. Además del pastoreo las vacas recibieron diariamente 6 kg de ensilaje de maíz con 28,5% de materia seca (MS), 7,5% de proteína cruda (PC) y 66,2% de fibra en detergente neutro (FDN); antes de entrar al ordeño y durante el ordeño recibieron 3 kg de concentrado, el cual contenía 92,1% de MS; 15,0% de PC y 28,3% de FDN; además, 2 kg harina de arroz con 89,7% de MS; 13,2% de PC y 55,6% de FDN y 150 g de sal mineralizada con 13% Ca; 40% Cloruro de sodio; 7% Fosforo; 3,4% Azufre; 0,4% Magnesio; 0,61% Zinc; 0,2% Cobre; 0,07% Flúor; 0,2% Cobre; 0,02% Yodo; 0,003% Cobalto y 0,012% Selenio.

Análisis bromatológicos

Entre las 8.00 y 10.00 h de los últimos 4 días de cada periodo experimental (cada 32 días) se recolectaron muestras compuestas de la gramínea y de la leguminosa en cada potrero de cada uno de los cuatro tratamientos con las diferentes densidades de siembra de *L. leucocephala*, las cuales se llevaron al Laboratorio de Ecofisiología Animal de la Universidad del Tolima para analizar los valores de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de acuerdo con los métodos de la AOAC (2012) y fibra en detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) según lo señalado por Van Soest *et al.* (1991).

TABLA 1. Variables climáticas en la Hacienda en Chaco durante el periodo experimental.

Periodo	Temperatura (°C)	HR (%)	Pluviosidad (mm)
Julio	33	63	87
Agosto	31,5	64	33
Septiembre	27,8	71	78
Octubre	31,3	62	89

Fuente: Estación Climatológica Hacienda El Chaco (2013).

Selectividad y consumo parcial de materia seca

El consumo parcial de materia seca se estimó los últimos cuatro días de cada periodo experimental durante 4 horas, 2 horas en la mañana (8:00 a 10:00 am) y 2 horas en la tarde (4:00 a 6:00 pm); para ello, se realizó el estudio de selectividad donde se determinó el consumo parcial de materia seca según el número de bocados,

peso del bocado y su respectivo análisis. Para evaluar la selectividad se utilizó el método de observación directa, la cual se realizó por 8 operarias previamente instruidas para observar detalladamente lo que comían los animales, según la preferencia entre pastoreo y ramoneo (De Vries 1995; Ortega *et al.* 2009). De esta forma, se simuló el pastoreo de las vacas mediante la recolección de muestras, para la recolección las cuales se sujetaron entre el pulgar y el dedo índice doblado hacia atrás y girando la mano 180° para la gramínea, y a la altura observada para la leguminosa, simulando el pastoreo de los bovinos (De Vries 1995). La velocidad de bocados se determinó (bocados min⁻¹) contando el número de bocados dados por cada animal en un tiempo de 60 seg, y un bocado se definió como el sonido de rasgado que ocurre cuando el forraje es removido de la planta (Ortega *et al.* 2009).

Producción de leche y concentración de nitrógeno ureico en plasma y leche

La producción lechera se midió diaria e individualmente en cada periodo experimental. Las vacas eran ordeñadas en un sistema mecánico tipo espina de pescado de seis puestos; de esta manera al final se estimó la producción por vaca, periodo y tratamiento. En el último día de cada periodo experimental y posterior al ordeño de la mañana se tomó una muestra de sangre de cada animal para determinar las concentraciones de nitrógeno ureico en plasma. Durante el ordeño de la tarde del último día de cada periodo experimental se colectaron las muestras de leche para determinar su concentración de nitrógeno ureico. Las muestras de leche y sangre se llevaron posteriormente al laboratorio de

Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, donde se determinaron las concentraciones de nitrógeno utilizando espectrofotometría con un equipo de química seca VITROS DT 60 II de Jhonson & Jhonson®.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos se interpretaron mediante un diseño en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Así, los periodos experimentales se consideraron como bloques; los tratamientos fueron los cuatro sistemas con las diferentes densidades de *L. leucocephala* y las repeticiones, fueron las vacas. Todos los datos se sometieron a análisis de varianza ANOVA y cuando se detectaron diferencias significativas se realizó el test de medias de Tukey aplicando una significancia del 95%, utilizando el paquete estadístico System Analysis Statistics SAS® (2004).

RESULTADOS

Composición bromatológica

En la Tabla 2 se muestran los valores de los indicadores bromatológico del pasto *C. nlemfluensis* y la *L. leucocephala* durante los 4 periodos experimentales. Entre los periodos 1 y 2, los valores de materia seca en el *C. nlemfluensis* variaron de 17,3 a 44,9; mientras que en *L. leucocephala* variaron de 25,1 a 38,7 ($P < 0,05$). No se observaron diferencias ($P > 0,05$) en las concentraciones de PC y FDN en *C. nlemfluensis*, ni en la PC, FDN y FDA en *L. leucocephala*. Sin embargo, hubo diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de la FDA en el pasto *C. nlemfluensis*, que paso de 36,5% en el tratamiento 1, a 31,2% en el tratamiento 4.

TABLA 2. Composición bromatológica de *C. nlemfluensis* y la *L. leucocephala* en sistemas silvopastoriles con diferentes densidades de árboles de *L. leucocephala* en 4 periodos de 32 días cada uno.

Periodo	<i>C. nlemfluensis</i>			<i>L. Leucocephala</i>				
	MS	PC	FDN	FDA	MS	PC	FDN	FDA
1	44,9 ± 4,1 a	7,4 ± 1,6 a	72,2 ± 1,8 a	36,5 ± 2,4 a	38,7 ± 1,1 a	32,8 ± 2,2 a	23,8 ± 2,3 a	12,3 ± 1,4 a
2	17,3 ± 1,6 c	7,0 ± 2,3 a	68,4 ± 4,8 a	34,2 ± 1,5ab	25,1 ± 5,6 b	30,1 ± 1,4 a	23,9 ± 2,1 a	12,7 ± 1,4 a
3	42,8 ± 2,9 a	7,6 ± 2,4 a	70,4 ± 2,4 a	33,2 ± 2,7ab	25,6 ± 5,4 b	30,2 ± 0,9 a	25,8 ± 0,8 a	13,1 ± 0,6 a
4	33,6 ± 3,1 b	9,8 ± 2,9 a	69,3 ± 2,1 a	31,2 ± 1,5 b	34,2 ± 0,2 a	30,7 ± 1,7 a	26,5 ± 1,2 a	13,7 ± 0,6 a
	<0,0001	0,3729	0,3743	0,0306	0,0008	0,1268	0,1106	0,3914

MS: materia seca. **PC:** proteína cruda. **FDN:** fibra detergente neutro. **FDA:** fibra detergente ácido. Valores que difieren de letra en la misma columna tienen diferencias estadísticas ($p < 0,05$).

Selectividad animal

Los datos con relación a la selectividad de las vacas se muestran en la Tabla 3. Con relación al número de bocados del pasto *C. nlemfluensis*, se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos para los periodos 2, 3 y 4, observándose que el número de bocados en el pasto *C. nlemfluensis* disminuyó en los tratamientos con mayor la densidad de siembra de la *L. Leucocephala*, exceptuando el periodo 1 ($P > 0,05$). Entre tanto, el número de bocados de *L. leucocephala* vario ($P < 0,05$) entre los tratamientos en los 4 periodos de muestreo. Con relación al total de bocados, se observaron diferencias ($P < 0,05$) entre los tratamientos para los periodos 3 y 4, lo que indica que a medida que el sistema tiene más árboles de *L. leucocephala* el número de bocados aumenta; este comportamiento estuvo ausente en el periodo 1 ($P > 0,05$). Por otro lado, la diferencia entre la frecuencia relativa de bocados de la gramínea y la leguminosa fue significativa, con preferencia de los animales por la gramínea ($P < 0,05$), observándose que los promedios de número de bocados del pasto fueron de 92,9; 94,3, 93,6 y 87,7% para los periodos 1, 2, 3 y 4, respectivamente, frente a 7,1; 5,3; 6,4 y 12,3% de bocados de *L. leucocephala*.

Consumo parcial

En la Tabla 4 se muestran los datos relacionados al consumo parcial (4 horas/día) de materia seca. Se observaron diferencias ($P < 0,05$) en el consumo parcial de materia seca del pasto *C. nlemfluensis*, especialmente en los periodos 3 y 4 donde a medida que aumentó la densidad de árboles de *L. Leucocephala* disminuyó el consumo parcial de materia seca. Un comportamiento contrario se observó para el consumo parcial de materia seca de la *L. leucocephala*, el cual fue aumentando a medida que aumentó la densidad de árboles y a medida que avanzaron los periodos experimentales. Con relación al consumo total, solamente se observaron diferencias ($P < 0,05$) para el periodo 3, donde a medida que aumentó la densidad de árboles de *L. leucocephala* disminuyó el consumo parcial.

Nitrógeno ureico en plasma y leche

En la Tabla 5 se observan los valores de nitrógeno ureico en plasma (NUP) y leche (NUL) y la producción de leche en los diferentes tratamientos y periodos. Se observó que a medida que aumentó la densidad de árboles de *L. leucocephala* los valores de NUP aumentaron ($P < 0,05$) en los periodos 1, 2 y 4, y se observó una ten-

TABLA 3. Selectividad en vacas lecheras en sistemas silvopastoriles con diferentes densidades de árboles de *L. leucocephala* sobre pasturas de *C. nlenfuensis* medida mediante frecuencia absoluta y relativa de bocados en un periodo de 4 hs en el bosque seco tropical.

Periodo	Trat.	Frecuencia Absoluta de Bocados						Frecuencia Relativa de Bocados			
		<i>C. nlenfuensis</i>		<i>L. leucocephala</i>		Total		<i>C. nlenfuensis</i>		<i>L. leucocephala</i>	
		No. Bocados	P	No. Bocados	P	No. Bocados	P	%	P	%	P
1	1	1274,5 ± 641,8 a	0,7951	0	0,0072	1274,5 ± 641,4 a	0,8872	100 ± 0,0 a	<0,0001	0	<0,0001
	2	1322,5 ± 626,8 a		78,5 ± 79,7 ab		1401,0 ± 703,9 a		95,2 ± 2,8 b		4,7 ± 2,8 a	
	3	1077,5 ± 418,0 a		9,25 ± 18,5 a		1086,7 ± 436,4 a		99,4 ± 1,1 a		0,5 ± 1,1 a	
	4	1001,5 ± 357,6 a		198,2 ± 117,4 b		1199,7 ± 475,1 a		84,2 ± 2,6 c		15,7 ± 2,6 b	
2	1	2117,2 ± 265,1 b	0,0434	0	0,0055	2117,2 ± 265,1 a	0,1205	100 ± 0,0 a	0,0067	0	0,0534
	2	1477,0 ± 220,4 a		118,7 ± 72,8 ac		1595,7 ± 181,7 a		92,3 ± 5,0 b		7,6 ± 5,0 a	
	3	1896,2 ± 401,1 ab		22,5 ± 15,0 ab		1918,7 ± 405,6 a		98,8 ± 0,8 ab		1,1 ± 0,8 a	
	4	1672,7 ± 230,8 ab		135,2 ± 70,1 c		1808,0 ± 224,2 a		92,4 ± 3,7 b		7,5 ± 3,7 a	
3	1	1779,5 ± 160,6 a	<0,0001	0	0,0042	1779,5 ± 160,6 c	<0,0001	100 ± 0,0 a	0,0012	0	0,0108
	2	1468,2 ± 136,1 b		26,7 ± 30,3 a		1495,0 ± 141,6 bc		98,2 ± 1,9 a		1,7 ± 1,9 a	
	3	1289,0 ± 126,4 b		65,2 ± 28,3 ab		1354,2 ± 114,7 b		95,1 ± 2,2 a		4,8 ± 2,2 ab	
	4	823,5 ± 156,83 c		119,2 ± 62,7 b		942,7 ± 163,2 a		87,4 ± 6,2 b		12,5 ± 6,2 b	
4	1	2661,7 ± 267,7 a	0,0002	0	<0,0001	2661,7 ± 267,7 a	0,0012	100 ± 0,0 a	<0,0001	0	0,0004
	2	2119,0 ± 311,3 ab		89,5 ± 107,8 a		2208,5 ± 217,8 ab		95,6 ± 5,6 a		4,3 ± 5,6 a	
	3	1588,2 ± 325,1 bc		100,0 ± 55,4 a		1688,2 ± 347,5 b		94,1 ± 2,9 a		5,8 ± 2,9 a	
	4	1507,7 ± 86,3 c		555,2 ± 166,9 b		2063,0 ± 97,2 b		73,3 ± 6,7 b		26,7 ± 6,7 b	

Valores que difieren de letra tienen diferencias estadísticamente significativas (P < 0,05).

TABLA 4. Consumo de materia seca (CMS) en un periodo de 4h en sistemas silvopastoriles establecidos con diferentes densidades de árboles de *L. leucocephala* sobre una pastura del *C. nlemfuensis* durante 4 cuatro periodos (tratamientos) de 32 días cada uno.

Periodo	Trat.	Consumo (kg/4 horas)					
		<i>C. nlemfuensis</i>		<i>L. leucocephala</i>		Total	
		CMS	P	CMS	P	CMS	P
1	1	1.70 ± 0.38 a	<0.0001	0 c	0.018	1.70 ± 0.86 a	0.4085
	2	1.18 ± 0.16 b		0.18 ± 0.18 bc		1.36 ± 0.73 a	
	3	0.88 ± 0.24 b		0.25 ± 0.06 b		1.13 ± 0.48 a	
	4	0.72 ± 0.26 b		0.47 ± 0.28 a		1.19 ± 0.54 a	
2	1	0.65 ± 0.08 a	0.1212	0 b	0.004	0.65 ± 0.08 a	0.5955
	2	0.40 ± 0.06 a		0.23 ± 0.14 a		0.63 ± 0.11 a	
	3	0.61 ± 0.13 a		0.11 ± 0.01 b		0.63 ± 0.13 a	
	4	0.57 ± 0.08 a		0.15 ± 0.08 ab		0.72 ± 0.10 a	
3	1	1.32 ± 0.12 a	<0.0001	0 a	0.4320	1.32 ± 0.12 a	0.0005
	2	1.24 ± 0.11 a		0.21 ± 0.03 a		1.43 ± 0.32 ab	
	3	0.93 ± 0.09 b		0.12 ± 0.05 a		1.05 ± 0.08 ab	
	4	0.64 ± 0.12 c		0.20 ± 0.11 a		0.85 ± 0.15 b	
4	1	1.73 ± 0.17 a	<0.0001	0 c	0.0002	1.73 ± 0.17 a	0.0987
	2	1.39 ± 0.20 a		0.19 ± 0.22 bc		1.57 ± 0.09 a	
	3	0.90 ± 0.19 b		0.55 ± 0.3 b		1.45 ± 0.40 a	
	4	0.82 ± 0.05 b		1.13 ± 0.34 a		1.96 ± 0.30 a	

Valores que difieren de letra en la columna tienen diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

dencia en el mismo sentido en el periodo 3 (P = 0,0792). El mismo comportamiento se observó para la concentración de NUL, la cual aumentó en todos los periodos experimentales a medida que aumentó la densidad de árboles de *L. leucocephala*.

DISCUSIÓN

Composición bromatológica

El principal factor que afecta la el porcentaje de materia seca en este tipo de sistemas es el horario en el cual se realiza el muestreo y las condiciones climáticas

al momento del mismo, en ese sentido se observó que el menor valor de materia seca se obtuvo en el mes con menor precipitación. Con relación a la FDA en la pastura, se observó una caída del periodo 1 al 4 para este parámetro (Tabla 2), lo que indica una mejor calidad y digestibilidad de la pastura. En este estudio se observó que a pesar de que la gramínea posee porcentajes altos de FDN (70%) comparados con la leguminosa (25%), las vacas prefieren consumir la gramínea (Tabla 3). Con relación a los porcentajes de proteína en *L. leucocephala*, en promedio fueron superiores a los reportados por García *et*

TABLA 5. Niveles de nitrógeno ureico en plasma (NUP) y leche (NUL) y producción lechera en vacas Gyr x Holstein en condiciones de pastoreo con diferentes densidades de árboles de *L. leucocephala*.

Periodo	Trat.	NUP		NUL		P. Lechera	
		mg/dL	P	mg/dL	P	kg	P
1	1	7.1 ± 2.2 b	0.0019	7.9 ± 2.2 b	0.0009	8.2 ± 1.9 a	0.5620
	2	13.0 ± 1.9 a		14.4 ± 2.2 a		9.3 ± 0.7 a	
	3	12.9 ± 2.3 a		14.9 ± 2.1 a		9.1 ± 3.4 a	
	4	13,7 ± 1.3 a		13.4 ± 0.7 a		7.9 ± 3.1 a	
2	1	8,8 ± 0.8 b	<0.0001	12.3 ± 2.9 ab	0.0008	7.4 ± 0.9 a	0.2276
	2	9,6 ± 1.5 b		11.3 ± 0.8 b		7.4 ± 1.4 a	
	3	14,6 ± 0.4 a		15.5 ± 0.5 ab		8.0 ± 3.1 a	
	4	16,4 ± 2.1 a		17.7 ± 1.6 a		7.4 ± 2.5 a	
3	1	10,3 ± 1.0 a	0.0792	10.9 ± 0.1 b	0.016	13.6 ± 5.2 a	0.5503
	2	14,1 ± 1.6 a		14.4 ± 1.4 ab		10.7 ± 2.4 a	
	3	13,7 ± 2.6 a		15.1 ± 2.6 a		13.7 ± 2.4 a	
	4	14,1 ± 2.7 a		15.4 ± 2.1 a		16.3 ± 3.0 a	
4	1	9,8 ± 1.2 b	0.0068	10.3 ± 1.5 a	0.0051	10.4 ± 2.6 a	0.1822
	2	9,1 ± 0.5 b		10.4 ± 1.1 a		13.6 ± 3.9 a	
	3	11,9 ± 1.1 ab		13.0 ± 0.7 ab		15.7 ± 3.5 a	
	4	16,3 ± 4.7 a		14.8 ± 2.5 b		12.8 ± 2.4 a	

Valores que difieren de letra en la columna tienen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

al. (2009); Gaviria *et al.* (2015) y Peniche *et al.* (2014), quienes reportaron valores de PC en *L. leucocephala* de 19, 28 y 26% respectivamente, mientras que en este estudio fueron superiores al 30%. Sin embargo, los valores de proteína cruda de *L. leucocephala* obtenidos en este estudio fueron similares a los obtenidos por Bottini-Luzardo *et al.* (2016), quienes estudiaron el efecto de los sistemas silvopastoriles con *L. leucocephala* y monocultivo de gramínea sobre la producción y consumo en vacas lecheras F1. Según Cuartas *et al.* (2014) existe un efecto positivo para la gramínea cuando se asocia con la leguminosa, ya que se incrementa la proteína y se reduce la FDN en la misma, lo que ocasiona menor

llenado ruminal y por consiguiente, mayor consumo (Barahona y Sánchez 2005). Con relación al FDA en la leguminosa, se pudo observar que en todos los periodos los valores estuvieron en torno al 13% (Tabla 2), por lo cual, se puede inferir que la leguminosa presenta una alta calidad. Valores más altos fueron observados por Sandoval-Castro *et al.* (2005), quienes al estudiar la preferencia de bovinos a varias hojas de arbóreas obtuvieron valores de FDA de 23,9% para la *L. leucocephala*.

Selectividad animal

De manera general, estos resultados muestran una alta preferencia de las vacas por la gramínea. El principal factor que in-

fluenció este comportamiento en el hábito de selectividad de los animales, fue la disponibilidad de forraje de la gramínea durante todos los periodos. Por otro lado, un factor que pudo influenciar el bajo consumo de la *L. leucocephala* es que las vacas eran suplementadas con silo de maíz, harina de arroz y concentrado como se describió anteriormente, de tal forma que buena parte de los requerimientos nutricionales de las vacas eran abastecidos por la suplementación. Probablemente, en vacas o bovinos sin suplementación el consumo de *L. leucocephala* sea mayor, este asunto deberá estudiarse posteriormente en profundidad. Otros factores que se pueden analizar, son los hábitats particulares entre tratamientos con las diferentes densidades de siembra de *L. leucocephala*, cuyas características pudieron afectar el consumo y la selectividad, debido a que, a pesar de tener diferentes densidades de siembra, los potreros tenían cercos perimetrales con árboles los cuales proporcionaban sombra y un mejor confort térmico para el pastoreo, el efecto de dichos árboles no se tuvo en cuenta en esta investigación y se recomienda que investigaciones futuras analicen estos factores. Anwandter *et al.* (2008) evaluaron la selectividad de diferentes especies forrajeras por bovinos y determinaron que la selectividad en pastoreo se ve afectada por características de la pradera como la altura, la disponibilidad de forraje y el valor nutricional de la pastura. Los mismos señalan que hay una relación directa entre el largo del macollo y la profundidad del bocado, deduciendo que a mayor altura, mayor profundidad del bocado. Lo que se pudo observar en esta investigación fue que cuando las vacas consumen la gramínea, el tamaño y peso del bocado es menor.

Sin embargo, en este estudio, a pesar de que las vacas inicialmente abarcaron un mayor bocado, al no poder arrancarlo su tamaño fue reducido optando solo por el despunte de la gramínea, pero con mayor número de bocados. Dicha observación concuerda con lo reportado por Mahecha (2002) quien menciona que la profundidad del bocado depende de la resistencia al corte de tallos y no por la presencia de un horizonte de tallos que límite el pastoreo a la parte superficial con hojas.

Consumo parcial

El consumo parcial fue bajo en todos los periodos y todos los tratamientos. Sin embargo, se observa que el consumo de la leguminosa fue más bajo en comparación con la gramínea, coincidiendo con los resultados de la selectividad (Tabla 2) donde las vacas mostraron alta preferencia por la gramínea lo que se vio reflejo en mayor consumo de la misma. Peniche *et al.* (2014) evaluaron el tiempo empleado en el consumo de *L. leucocephala* frente *C. nlemfuensis* durante un periodo seco y lluvioso, demostrando que los animales pasaban menos tiempo consumiendo *L. leucocephala* y más tiempo consumiendo la gramínea, aunque durante el periodo seco se reflejó que los animales invertían más tiempo en el consumo de *L. leucocephala* comparado con el periodo lluvioso. Esto evidencia que a pesar de tener una oferta exclusiva de la leguminosa, el consumo de la misma es limitado. Probablemente el animal busque compensar el desbalance energético al sustraer alimento más denso en épocas críticas donde el tiempo de pastoreo se ve disminuido así como se observó en el periodo 4 del experimento. Un factor determinante en el consumo de *L. leucocephala* es la disponibilidad y

el valor nutritivo de la pastura, la cual en este estudio obtuvo buenos valores (Tabla 2). Sin embargo, otra explicación para los bajos consumos de la *L. leucocephala* es la presencia de la mimosina, una sustancia potencialmente tóxica. En este sentido, Maurício *et al.* (2009) relataron que la presencia de esa sustancia hace que el uso exclusivo de la *L. leucocephala* deba evitarse y sugirieron un consumo máximo del 30% de la proteína total ingerida. Por su parte, Zayed *et al.* (2014) señalaron que la presencia de mimosina y su metabolito ruminal 3,4-DHP son componentes tóxicos que pueden generar efectos adversos especialmente en el consumo. De igual manera, Barahona y Sánchez (2005) señalaron que los factores metabólicos con presencia de aminoácidos tóxicos y sustancias como taninos y saponinas, pueden disminuir la síntesis de tiroxina, provocar pérdida del apetito, caída del pelo y disminuir la ganancia de peso. Otro factor que pudo afectar el consumo en este estudio fue que los animales llegaban al potrero después de recibir una suplementación de harina de arroz, concentrado y silo de maíz, esa situación podría provocar un llenado ruminal parcial, lo cual limitaría el consumo en los periodos muestreados (2 horas después de cada ordeño).

Nitrógeno ureico en plasma y leche

Con relación al tratamiento 1 (pastura sin árboles) los resultados observados son similares a los reportados por Campos *et al.* (2007), quienes establecieron los perfiles metabólicos para razas lecheras en condiciones tropicales, obteniendo un valor promedio de nitrógeno ureico en la sangre (BUN) para la raza Gyrolando de $7,9 \pm 3,7$ mg/dL; por el contrario, los otros tres tratamientos superaron amplia-

mente los valores reportados en dicho estudio. Por otro lado, se observó que en los tratamientos 3 y 4 los niveles de NUL fueron más altos que reportados por Arias y Nesti de Alonso (1999) como normales para vacas lecheras (8,4 – 12,6 mg/dL). De igual forma, los datos obtenidos en este estudio son superiores a los reportados por Pardo *et al.* (2008) quienes utilizando vacas doble propósito en pastoreo con *Brachiaria decumbens* y suplementadas con 900 g de harina de arroz, diferentes proporciones de urea y azúcar, obtuvieron niveles 9,4 mg/dL y 8,3 mg/dL de NUP y NUL respectivamente.

Con relación a la producción lechera no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos. El promedio de producción lechera en todos los tratamientos y periodos fue de 10.1 kg/día. Entretanto, se observó que en los últimos periodos la producción lechera fue mayor. Es de resaltar que durante los cuatro periodos evaluados la oferta de la gramínea y leguminosa siempre fue suficiente para satisfacer las necesidades de los animales. Asimismo, se observó que en el periodo con menos precipitación (2) la producción de leche fue más baja. Ya en los periodos 3 y 4 la producción promedio fue de 13,6 y 13,1 kg/día, respectivamente. A pesar de observar diferencias entre 1 a 3 litros en algunos tratamientos, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas, lo cual pudo estar influido por la variabilidad del limitado número de animales por tratamiento.

De acuerdo a los resultados de este estudio se puede inferir que en situaciones con menor oferta de forraje y menor suplementación, los sistemas silvopastoriles con *L. leucocephala* pueden traer mayores beneficios para los productores.

CONCLUSIONES

Se concluye que las vacas F1 (Gyr x Holstein) tienen alta selectividad y consumo de la gramínea en sistemas silvopastoriles con diferentes densidades de *L. leucocephala*. Entretanto, los niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche aumentan con el incremento de la densidad de árboles en los sistemas. Por su parte, la producción lechera no se afecta por las diferentes densidades de *L. leucocephala*. Finalmente, se recomienda realizar más estudios que ayuden a determinar una densidad adecuada de *L. leucocephala* en sistemas silvopastoriles y repetir este tipo de estudio en periodos de sequía y en vacas sin suplementación, donde el papel de la *L. leucocephala* dentro del sistema puede llegar a ser más relevante.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los propietarios de la hacienda el Chaco y especialmente rinden homenaje al doctor Roberto Mejía Caicedo por su aporte al desarrollo agropecuario de la región. Así mismo, agradecemos el apoyo financiero ofrecido por la oficina central de investigaciones de la Universidad del Tolima y el apoyo brindado por laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

REFERENCIAS

- Anwandter V, López I, Balocchi O. 2008. Selectividad de vacas lecheras en pastoreo por cultivares de *Lolium perenne* L. *Agro Sur*. 36(1): 15-26. Doi: 10.4206/agrosur.2008.v36n1-04.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2012. *Official Methods of Analysis*. 19^o ed. Washington (USA): AOAC.
- Arias J, Nesti de Alonso A. 1999. Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. *Revista Fac Agron*. 16(5): 553-561.
- Barahona R, Sánchez PM. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Rev Corpoica Tec Agro*. 6(1): 69-82. Doi: 10.21930/rcta.vol6_num1_art:39.
- Bottini-Luzardo MB, Aguilar-Pérez CF, Centurión-Castro FG, Solorio-Sánchez FJ, Ku-Vera JC. 2016. Milk yield and blood urea nitrogen in crossbred cows grazing *L. leucocephala* in a silvopastoral system in the Mexican tropics. *Trop Grasslands-Forrajeros Tropicales*. 4(3): 159-167. Doi: 10.17138/tgft(4)159-167.
- Campos R, Cubillos C, Rodas ÁG. 2007. Metabolic profile in dairy cows under tropical conditions in Colombia. *Acta Agron*. 56(2): 85-92.
- Carvalho WFD, Oliveira MED, Alves AA, Moura RLD, Moura RMD. 2017. Energy supplementation in goats under a silvopastoral system of tropical grasses and leucaena. *Rev Ciênc Agron*. 48(1): 199-207. Doi: 10.5935/1806-6690.20170023.
- Cuartas C, Naranjo J, Tarazona A, Murgueitio E, Chará J, Vera JK, Solorio FJ, Flores MX, Solorio B, Barahona R. 2014. Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. *Rev Colomb Cienc Pecu*. 27(2): 76-94.
- De Vries MFW. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration hand-plucking method. *J Range Manage*. 48(4): 370-376.
- García DE, Medina MG, Moratinos P, Cova LJ, Torres A, Santos O, Perdomo D. 2009. Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avanc. Investig. Agrop*. 13(2): 25-39.
- Gaviria X, Rivera J, Barahona R. 2015. Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Pastos y Forrajes*. 38(2): 194-201.
- Mahecha L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción disminuye que el impacto. *Rev Col Cienc Pec*. 15(2): 226-231.
- Maurício RM, Sousa LF, Ferreira AL, Moreira GR, Gonçalves LC. 2009. Alimentação de bovinos leiteiros em sistemas silvopastoris. *Gado de Leite*, 268.
- Ortega L, Castillo JE, Rivas FA. 2009. Conducta ingestiva de ovinos Cebú adultos en leucaena

- manejada a dos alturas diferentes. *Téc. Pecuaría Méx.* 47(2): 125-134.
- Pardo O, Carulla JE, Hess HD. 2008. Efecto de la relación proteína y energía sobre los niveles de amonio ruminal y nitrógeno ureico en sangre y leche de vacas doble propósito del piedemonte llanero, Colombia. *Rev Colomb Cienc Pec.* 21(3): 387-397.
- Peniche-González IN, González-López ZU, Aguilar-Pérez CF, Ku-Vera JC, Ayala-Burgos AJ, Solorio-Sánchez FJ. 2014. Milk production and reproduction of dual-purpose cows with a restricted concentrate allowance and access to an association of *Leucaena leucocephala* and *Cynodon nlemfuensis*. *J Appl Anim Res.* 42(3): 345-351. Doi: 10.1080/09712119.2013.875902.
- Sandoval-Castro CA, Lizarraga-Sanchez HL, Solorio-Sanchez FJ. 2005. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. *Anim Feed Sci Tech.* 123: 277-289. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2005.04.057.
- Tarazona AM, Ceballos CM, Naranjo JF, Cuartas CA. 2012. Consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Rev Colomb Cienc Pec.* 25(3): 473-487.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74(10): 3583-3597. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.
- Vega AM, Lamela L. 2003. Efecto del marco de siembra de *Leucaena leucocephala* en el comportamiento agronómico de una asociación. *Pastos y Forrajes.* 24(4): 307-314.
- Zayed MZ, Ahmad FB, Zaki MA, Ho WS, Pang SL. 2014. The reduction of mimosine content in *Leucaena leucocephala* (petai belalang) leaves using ethyl methanesulphonate (EMS). *Arch Appl Sci Res.* 6(4): 124-128.

Article citation

Menjura RM, Peñuela LM, Castañeda RD. 2018. Influencia de la densidad de árboles de *Leucaena* en la producción lechera y nitrógeno ureico en vacas F1 Gyr x Holstein. [Influence of density of *Leucaena* trees on milk production and urea nitrogen in F1 Gyr x Holstein cows]. 64(1): 36-47. Doi: 10.15446/rfmvz.v65n1.72022.