

Artículo de investigación

Effect of stage of lactation and season on total dry matter intake in Holstein cows grazing kikuyo*Efecto del tercio de lactancia y la época del año sobre el consumo de materia seca en vacas Holstein pastoreando kikuyo**Efeito do terço da lactação e da estação do ano sobre consumo de matéria seca em vacas Holandesas em pastagem de kikuyoa*Laura Alejandra Flórez Gómez^{1,2} ✉, Zootec, [CVLAC](#); Héctor Jairo Correa C^{3*} ✉, Zootec, MSc, PhD, [CVLAC](#)**Fecha correspondencia:**

Recibido: 31 de enero de 2017.

Aceptado: 30 de octubre de 2017.

Forma de citar:

Flórez Gómez LA, Correa C HJ. Efecto del tercio de lactancia y la época del año sobre el consumo de materia seca en vacas Holstein pastoreando kikuyo. Rev. CES Med. Vet. Zoot. Vol 12 (3): 181-194.

[Open access](#)[© Copyright](#)[Creative commons](#)[Ethics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.12.3.2)[cesmvz.12.3.2](#)

ISSN 1900-9607

Filiación:¹ Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín;² Universidad de Cundinamarca,

Comparte

**Abstract**

Climate change has been associated with fodder production which alter dry matter intake and milk quality. In order to evaluate the effect of lactation and seasons on the total dry matter intake (TDMI) in Holstein cattle fed with kikuyu (*Cenchrus clandestinus*) from Antioquia. Three cows by each third located in five dairy farms were taken during a rainfall season and a dry season in 2014 (n=90 cattle). To estimate f dry matter intake in meadow (CDMM) chromium oxide was used as an external marker and indigestible dry matter as an internal marker. Measurement dry matter intake of feeding supplements (CDMFS) was performed from the feeders during milking routines. Data were analyzed in a completely randomized design in a 3 x 2 factorial by using SAS statistical program. In general, during the third of lactation TDMI and CDMM were higher than CDMFS remained higher only in raining season. CDMM, as percentage of TDMI increased with the lactation during the third period ($p < 0.01$) and higher on dry season ($p < 0.01$).

Keywords: forage, production of feces, ruminants digestibility indicators.**Resumen**

El cambio climático ha sido relacionado con la disminución en la producción forrajera, lo cual tiene efecto sobre el consumo de materia seca y a su vez sobre la producción y calidad de la leche. Con el fin de estimar el efecto del tercio de lactancia y la época del año sobre el consumo de materia seca total (CMS_t) en vacas Holstein que pastoreaban praderas de kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). Se seleccionaron tres vacas de cada tercio ubicadas en cinco hatos lecheros durante una época de lluvias y una época seca del año 2014 (n= 90 vacas). Para la estimación del consumo de materia seca de la pradera (CMS_p) se utilizó óxido de cromo como marcador externo y materia seca indigerible como marcador interno. La medición del consumo de materia seca de los suplementos alimenticios (CMS_s) se hizo directamente en los comederos durante los ordeños. Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 3 x 2 mediante el programa estadístico SAS. En general, a medida que avanzó el tercio de la lactancia el CMS_s y el CMS_t disminuyeron en tanto que el CMS_p presentó una disminución en el

Facultad de Ciencias
Agropecuarias,
Programa de Zootecnia;

³ Departamento de
Producción Animal,
Universidad Nacional de
Colombia, sede Medellín.

segundo tercio y así se mantuvo durante el último tercio. En la época seca el CMSp y el CMSt fueron mayores mientras que el CMSs tendió a ser mayor en la época lluviosa. El CMSp, como porcentaje del CMSt se incrementó con el avance del tercio de la lactancia ($p < 0,01$), además, fue mayor en la época seca ($p < 0,01$).

Palabras clave: *digestibilidad, forraje, indicadores, producción de heces ruminantes.*

Resumo

A mudança climática tem sido relacionada com a diminuição da produção forrageira, o que tem efeito sobre o consumo de matéria seca e ao mesmo tempo, sobre a produção e qualidade do leite. Com o intuito de determinar o efeito do terço da lactação e da estação do ano sobre o consumo de matéria seca total (CMSt) em vacas holandesas pastejando kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). Três vacas de cada terço de lactação foram selecionadas de cinco rebanhos leiteiros durante a estação chuvosa e uma estação seca do ano 2014 (n = 90 vacas). Para a determinação do consumo de matéria seca da forrageira (CMSf), utilizou-se o óxido de cromo como marcador externo e matéria seca indigestível como marcador interno. A determinação do consumo de matéria seca dos suplementos alimentícios (CMSs), foi realizada diretamente nos cochos durante a ordenha. Os dados foram analisados mediante um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2, utilizando o programa estatístico SAS. No geral, à medida que o terço da lactação avançou, o CMSs e o CMSt diminuíram, enquanto que, o CMSf apresentou uma diminuição no segundo terço, mantendo-se até o último terço da lactação. Na estação seca o CMSf e o CMSt foram maiores, enquanto que, o CMSs teve uma tendência a se incrementar na estação chuvosa. O CMSf, como porcentagem do CMSt, incrementou-se com o avanço do terço da lactação ($p < 0,01$), além disso, foi também maior na estação seca ($p < 0,01$).

Palavras-chave: *consumo, forragem, ruminantes, suplementos.*

Introducción

El kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) es el forraje predominante en el norte de Antioquia, y se ha constituido como la base de la alimentación en los sistemas de producción de leche³⁵, pero este tiene ciertas limitaciones debido a los altos contenidos de fibra en detergente neutro (FDN), bajos contenidos de carbohidratos no estructurales CNE¹² y altas cantidades de proteína cruda (PC), esto último asociado a la gran cantidad de nitrógeno agregado a la pradera en forma de fertilizantes químicos y de excretas de los bovinos que allí pastorean¹³. Estas características podrían ocasionar una disminución del consumo de kikuyo, ya que los altos contenidos de FDN están asociados con la disminución en el consumo⁴ lo cual sería un problema ya que el CMSp es el factor que más influye sobre la producción en los ruminantes²⁹, por lo tanto, estimar este parámetro es de suma importancia para garantizar niveles óptimos de producción. Sin embargo, este parámetro es difícil de estimar con, animales bajo pastoreo, ya que existen diferentes factores que influyen sobre el mismo y que podrían afectar el resultado, tales los asociados con el animal (estatus hormonal, estado fisiológico, raza, grado de condición corporal G.C.C.), con la dieta (contenido de energía, proteína, FDN, agua, minerales, etc.) y con el ambiente (temperatura, humedad relativa) ^{5, 30, 31}.

Aunque en Antioquia se han realizados pocos trabajos en los que se estime el consumo de materia seca en vacas en pastoreo se encuentran algunos como el realizado por Correa *et al.*, (2012) en el oriente de Antioquia en el que determinaron el

CMS total en vacas Holstein en pastoreo con diferentes ofertas forrajeras, (2,5 kg MS/100kg de PV y 3,5 kg mMS/100kg de PV) donde encontraron que el CMS_p fue de 12,5 kg/vaca/día, y que además si se incrementa la oferta forrajera el consumo aumenta igualmente. Previamente Correa *et al.*, (2009), reportaron que el kikuyo no presenta limitantes para su consumo, encontrando valores de 13,6 kg MS/vaca/día, similar a lo encontrado en 2012. Aunque se conocen pocos trabajos sobre el CMS en bovinos lecheros en Colombia que hayan tenido en cuenta la influencia de la época del año sobre el consumo de materia seca entre ellos el realizado por Jaimes *et al.*, (2015). es muy importante conocer este fenómeno ya que se presume que en los últimos años con el aumento de las lluvias, los cielos nublados y la disminución de la intensidad lumínica, la oferta de kikuyo podría disminuir¹³ y por lo tanto el consumo de este también lo haría, impactando negativamente la producción y la calidad de la leche². Con el objetivo evaluar el efecto que tiene la época del año y el tercio de lactancia sobre el consumo de materia seca de vacas Holstein bajo las condiciones de pastoreo en trópico de altura que presenta el norte del departamento de Antioquia.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo se realizó en cinco municipios del altiplano norte de Antioquia (San Pedro de los Milagros, Santa Rosa de Osos, Entreríos, Don Matías y Belmira), en cada uno de los cuales se seleccionó un predio, los cuales están a una altitud promedio de 2.383 m.s.n.m y una temperatura promedio de 16,4 °C. En cada hato se instaló una estación meteorológica (*Watchdog 2700, Spectrum Technologies, Inc., Plainfield, IL*) con la que se midió la humedad relativa y temperatura, la precipitación fue solicitada al Ideam de manera gratuita a través de la página web de dicha entidad luego del respectivo registro de usuario, debido a que infortunadamente la estación meteorológica presentó problemas en la medición de este parámetro. Para ello en el Anuario estadístico de Antioquia (2014) se identificaron previamente todas las estaciones meteorológicas ubicadas por ellos en cada uno de los municipios donde se realizó el estudio y se pidió la información registrada durante los meses de ejecución del trabajo.

Animales experimentales

En cada época y en cada predio se seleccionaron nueve vacas de la raza Holstein, tres en el primer tercio de lactancia (50 - 100 DEL), tres en el segundo tercio (100 - 200 DEL) y tres en el tercer tercio (\geq 200 DEL) para un total de 45 vacas por época, y 90 vacas en el experimento, las cuales estaban bajo pastoreo, en pradera de kikuyo, en sistema de ordeño con máquina, con una frecuencia de ordeño de dos veces al día, uno en la mañana y otro en la tarde.

Toma de muestras

El muestreo se realizó en dos épocas del año, una época lluviosa (mayo-junio de 2014) y otra época seca (agosto-septiembre de 2014), en estas épocas se estimó la disponibilidad de forraje en las praderas (kg de MS/m²) mediante la técnica del plato liviano descendente³³, con este se midió la altura de la pradera en 15 marcos de 0,25 m² con alturas contrastantes que fueron cosechados al azar de 8 a 10 cm de altura, se pesaron y se secaron en horno microondas siguiendo el procedimiento descrito por Undersander *et al.* (1993) (muestras de 100 g de cada marco). Con los datos obtenidos se elaboró una ecuación que permitió estimar la disponibilidad de MS/m² a partir de la altura. Para ello, se tomaron aproximadamente 50 datos de altura al azar de las franjas que iban a ser pastoreada por los animales al inicio de cada uno de los tres últimos días experimentales.

El periodo de muestreo fue de 12 días, en donde en los últimos tres días se hizo la recolección de muestras de leche en el ordeño de la mañana y en el de la tarde, y al final se hizo una mezcla de estas para obtener una única muestra por animal en cada periodo, a las cuales se analizó en fresco para determinar la calidad composicional. En el último día de muestreo se estimó el peso vivo con cinta bovinométrica y se evaluó el grado de condición corporal (GCC) de cada animal mediante una puntuación de 1 a 5⁴⁰.

Estimación del consumo de materia seca (CMS)

Para la estimación del CMS del forraje se utilizó la técnica de marcadores, evaluando el contenido de materia seca indigerible (MSi) como marcador interno para estimar la digestibilidad de la MS^{25,37} y óxido de cromo como marcador externo para estimar la producción de heces^{27,11}. Antes del periodo experimental se recolectaron muestras de heces de cada animal para determinar la cantidad de Cr inicial, esto solo se hizo una vez antes de uno de los periodos experimentales, pero al no arrojar resultados en esa ocasión se decidió no hacerlo en los periodos siguientes. Durante los 12 días del experimento se suministró óxido de cromo a cada animal en forma de pellet formado por una mezcla compuesta por 50% de Cr, 40% de un alimento comercial y 10% de melaza.

Se ofertaron 20 g de esta mezcla a cada animal en cada uno de los dos ordeños diarios. Se tomaron muestras de heces vía rectal de cada vaca, en los tres días de muestreo en cada ordeño, al final del periodo de muestreo se hizo una mezcla de todas las muestras tomadas y se obtuvo una sola muestra por vaca, que fue conservada bajo congelación para posterior análisis de Cr en laboratorio. Adicionalmente, se tomaron muestras de los suplementos alimenticios y de los forrajes, que se pesaron y se secaron en horno microondas siguiendo el procedimiento descrito por Undersander *et al.* (1993) (muestras de 100 g de cada marco) y conservadas secas para su posterior análisis en el laboratorio.

La producción de heces (H) se calculó utilizando la ecuación de Lippke (2002) ajustada por el contenido de Cr en las heces antes de comenzar el suministro del óxido de cromo:

$$H, g = (\text{g de Cr en el alimento}) \times (\text{tasa de recuperación del Cr en las heces}) / ((\% \text{ de Cr en las heces} - \% \text{ Cr inicial en las heces}))$$

Ya que al hacer el análisis de las muestras de heces antes del suministro de Cr no arrojó ningún dato, se asumió la tasa de recuperación del 79,4% del Cr en las heces reportada por Correa *et al.* (2009).

Para la determinación de la MSi, las muestras del forraje, del suplemento y de las heces de cada vaca se sometieron a una prueba de digestibilidad *in situ* por 144 horas¹¹. Con la información de la concentración de este marcador en las heces (MSih), en los suplementos alimenticios (MSis) y en los forrajes (MSif) así como con la información del CMS de los suplementos (CMSs); se calculó el CMS de la pradera (CMSp)¹¹.

$$\text{CMSp} = ([\text{MSih}] \times H - [\text{MSis}] \times \text{CMSs}) / [\text{MSif}]$$

Análisis de laboratorio

Las muestras secas de forrajes y de los suplementos alimenticios fueron molidas en un molino con una malla de 1,0 mm y se les determinó el contenido de cenizas (CEN),

extracto etéreo (EE), PC y fibra en detergente neutro (FDN) de acuerdo a métodos descritos por la AOAC. (2005). La determinación del contenido de fósforo (P) y potasio (K) se realizó por espectrofotometría UV-VIS de acuerdo a las normas NTC 4981 y NTC 5151, respectivamente. El contenido de sólidos totales (ST), proteína y grasa en las muestras de leche se determinó mediante los procedimientos descritos por la AOAC (2005). Las muestras de heces (iniciales y finales) fueron analizadas para Cr por espectrometría de absorción atómica²².

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 2 x 3 (dos periodos y tres tercios de lactancia) de acuerdo al siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + P \times T + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable respuesta;

μ es la media poblacional;

P_i es el efecto del i -ésimo periodo;

T_j es el efecto del j -ésimo tercio de lactancia;

$P \times T$ es el efecto de la interacción entre el periodo y el tercio de lactancia; y

e_{ijk} es el error experimental asociado a la k -ésima unidad experimental.

Para ello se utilizó el PROC GLM del programa estadístico SAS (1998).

Resultados

En la [tabla 1](#) se muestran las condiciones meteorológicas que se presentaron durante las dos épocas evaluadas. En esta se puede ver que la HR fue más alta en la denominada época lluviosa mientras que la TEMP, por el contrario, fue más baja en esta época ($p < 0,0001$). La PREC reportada por el Ideam (2014) por su parte no mostró diferencias entre las dos épocas indicando que, aunque la denominada época lluviosa debería de haber presentado una mayor PREC, las condiciones meteorológicas fueron inusuales en el periodo en que se realizó este experimento.

Tabla 1. Humedad relativa (HR), temperatura ambiental (TEMP) y precipitación (PREP) promedio diario en las dos épocas del año evaluadas.

Época del año	HR (%)	TEMP (°C)	PREC (mm)
Época Lluviosa	76,95	14,81	5,11
Época Seca	69,53	16,46	5,09
¹ CME	77,03	10,23	1,92
P	<0,0001	<0,0001	0,98

¹CME: cuadrado medio del error; P: Valor P

En la [figura 1](#) a se muestran los promedios de precipitación reportados por el Ideam en los cinco municipios de la zona norte de Antioquia entre los años 2006 y 2011 para las épocas lluviosa y seca mientras que en la figura 1b se muestra esa misma información para el año 2014 donde se aprecia que, por lo menos en la zona de estudio, para este año no solo no hubo diferencias en la PREC sino que estas, además, fueron inferiores a las reportadas entre los años 2006 y 2011.

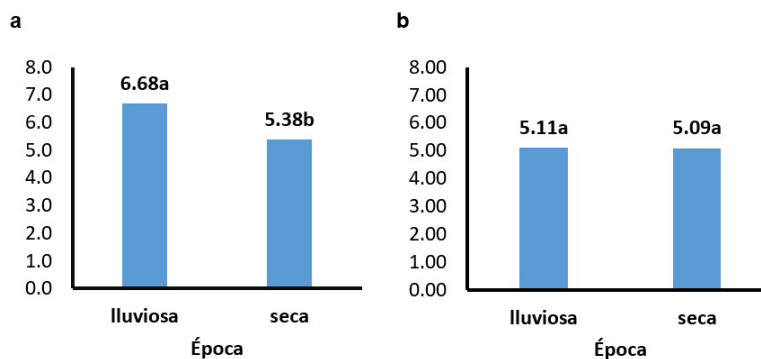


Figura 1. Precipitación promedio reportada por el Ideam (mm/d) en las épocas lluviosa y seca entre los años 2006-2011 (a) (CME=1,14, $p < 0,028$) y 2014 (b) (CME=1,92, $p > 0,98$) en el norte de Antioquia.

En la [figura 2](#) se muestran las variaciones encontradas en los diferentes meses del 2014 para la precipitación registrada en siete estaciones meteorológicas del Ideam distribuidas en el municipio de Santa Rosa de Osos. Como se puede apreciar las precipitaciones pueden variar marcadamente dependiendo del mes del año encontrándose una alta variación entre diciembre y marzo y una menor variación durante el resto del año.

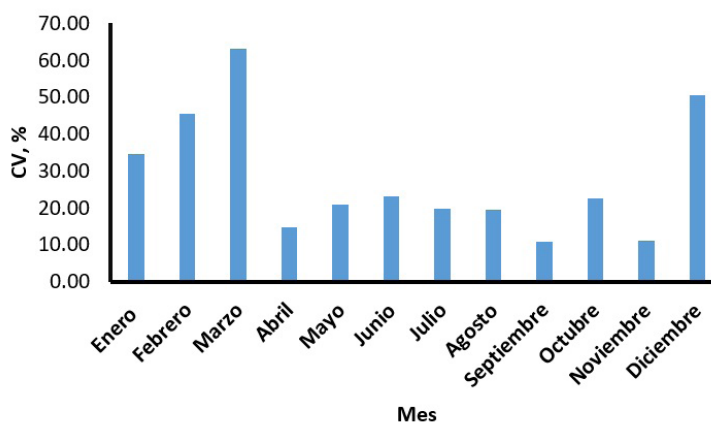


Figura 2. Coeficientes de variación en la precipitación mensual registrada en siete estaciones meteorológicas del municipio de Santa Rosa de Osos durante el 2014.

En la [tabla 2](#) se presenta la composición química promedio de las praderas de kikuyo que se utilizaron en los hatos. Como se puede observar, no hubo efecto de la época del año sobre ninguno de los parámetros evaluados.

Tabla 2. Efecto del periodo de evaluación sobre la composición química de las praderas de kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en cinco hatos lecheros del norte de Antioquia (n=10)

Época del año	PC'	P	K	E.E.	FDN	MSi
(% de la MS)						
Lluvioso	20,3	0,438	3,55	2,86	59,9	25,1
Seco	20,3	0,462	3,46	2,65	61,3	29,2
CME	0,737	0,085	2,24	2,27	9,05	13,6
P	0,990	0,246	0,865	0,699	0,51	0,22

¹PC: Proteína cruda; P: Fosforo; K: Potasio; EE: Extracto etéreo; FDN: Fibra en detergente neutro; MSi: Materia seca indigerible; CME: cuadrado medio del error; P: valor p.

En la [tabla 3](#) se presenta la composición química promedio de los suplementos alimenticios que fueron utilizados en los diferentes hatos en las dos épocas del año. Al igual que en el caso de los forrajes ([tabla 2](#)), no se encontró efecto de la época del año sobre la composición química de los suplementos.

Tabla 3. Efecto de la época de evaluación sobre la composición química de los suplementos alimenticios utilizados para vacas lactantes en cinco hatos lecheros del norte de Antioquia (n=10)

Época del año	PC ¹	P	K	E.E.	FDN	MSi
Lluvioso	15,6	0,63	0,812	4,14	18,9	12,7
Seco	15	0,578	0,8	5,12	19,1	11,3
CME	0,812	0,391	0,811	4,52	15,5	10,2
P	0,597	0,569	0,84	0,36	0,95	0,549

¹PC: Proteína cruda; P: Fosforo; K: Potasio; EE: Extracto etéreo; FDN: Fibra en detergente neutro; MSi: Materia seca indigerible; CME: Cuadrado medio del error.

En la [tabla 4](#) se muestran las características promedio de las vacas usadas en el experimento en función de la época del año y del tercio de lactancia. Como se puede observar no hubo una interacción entre estos factores y las variables evaluadas. Solo se encontró efecto significativo de la época del año sobre los días en leche mientras que el tercio de lactancia, como era de esperarse, afectó todas las variables, excepto el GCC y el contenido de PC en la leche.

Tabla 4. Días en lactancia (DEL), peso vivo (PV), grado de condición corporal (GCC) y producción de leche (PL), porcentaje de proteína cruda (PC%) y porcentaje de grasa (%G) en la leche en función del tercio de lactancia y la época del año (n=86).

Tercio	Época lluviosa			Época seca			Valor P		
	<100D	101-200D	>201D	<100D	101-200D	>201D	¹ T	E	TXE
DEL	76,86	165,2	270,07	70,36	145,9	239,8	<0,0001	0,015	0,450
PV	585,93	612,8	642,26	589,2	619,8	609,5	0,050	0,564	0,374
GCC	3,26	3,11	3,50	3,27	3,41	3,38	0,107	0,454	0,078
PL	27,11	21,7	17,3	27,4	24,92	17,61	<0,0001	0,283	0,492
PC%	2,93	3,11	3,18	3,01	3,00	3,25	0,071	0,921	0,573
G%	3,16	3,35	3,87	2,99	3,03	3,45	0,020	0,094	0,846

¹T: Tercio de lactancia; E: Época del año; TXE: Interacción entre el tercio de lactancia y la época del año.

En la [tabla 5](#) se muestra el consumo de suplemento (CMSs), de la pradera (CMSp) y total (CMSt). Así mismo, se muestra el consumo de la pradera como porcentaje del consumo total (CMSp, % Tot) en función tanto del tercio de lactancia como la época del año. Como se puede apreciar el tercio de la lactancia tuvo efecto sobre todas las variables evaluadas ($p < 0,01$), y sobre el CMSp ($p > 0,026$). La época del año, tuvo un efecto altamente significativo sobre todas las variables evaluadas ($p < 0,0001$) incluso sobre el consumo del suplemento alimenticio (CMSs) ($p > 0,08$). En general, a medida que avanzó el tercio de la lactancia el CMSs y el CMSt disminuyeron en tanto que el CMSp presentó una disminución en el segundo tercio y se mantuvo en el último tercio. En la época seca el CMSp y el CMSt fueron mayores mientras que el CMSs tendió a ser mayor en la época lluviosa. El CMSp, como porcentaje del CMSt como era de esperarse, se incrementó con el avance del tercio de la lactancia ($p < 0,01$) y además, fue mayor en la época seca ($p < 0,01$).

Tabla 5. Consumo de suplemento, consumo de forraje, consumo total y consumo de la pradera como porcentaje del consumo total en función del tercio de lactancia y el periodo del año.

Variable	Tercio			Época		CME	valor P	
	1	2	3	Lluv	Sec.		T	E
CMSs ¹ , kg/vaca/d	6,61a	5,54b	4,39c	5,81a	5,11b	3,32	<0,0001	0,08
CMSp, kg/vaca/d	11,10a	10,17b	10,25ab	9,05b	12,07 ^a	2,74	0,026	<0,0001
CMSt, kg/vaca/d	17,72a	15,71b	14,65c	14,86b	17,19 ^a	3,48	<0,0001	<0,0001
CMSp, % Tot	62,39b	64,66b	69,68a	61,22b	70,62 ^a	72,5	0,011	<0,0001

¹CMSs: Consumo de suplemento; CMSp: Consumo de forraje; CMSt: Consumo total de materia seca; CMSp, % Tot: Consumo de la pradera como porcentaje del consumo total; Sec: Época seca; Lluv: Época lluviosa; CME=cuadrado medio del error

Discusión

Para este trabajo se seleccionaron dos épocas en las cuales, de acuerdo a los registros meteorológicos históricos reportados por el Ideam (2014), hubiera una marcada diferencia en cuanto a la precipitación en los municipios seleccionados. Fue así como se eligieron los meses de mayo y junio como los correspondientes a la época lluviosa y los meses de agosto y septiembre para la época seca (Figura 2a). Sin embargo, en este trabajo se encontró que en la época señalada como de lluvias, la precipitación fue igual a la que se reportó para la época seca durante el periodo experimental (Figura 2b) evidenciando un cambio en el régimen de lluvias en el año 2014 cuando se comparó con las precipitaciones reportadas en años anteriores [16,17,18,19,20,21](#). A pesar de ello, no se encontró ninguna mención en los informes meteorológicos del Ideam ni del anuario estadístico de Antioquia sobre este fenómeno que permitiera corroborar esta información. Esto, sin embargo, puede ser debido a la alta variación espacial que se reporta entre estaciones meteorológicas cercanas. Así, en el caso del municipio de Santa Rosa de Osos que cuenta siete estaciones meteorológicas (Anuario estadístico de Antioquia, 2014), los registros de precipitación para el 2014 (Ideam, 2014) presentaron coeficientes de variación que oscilaron entre 10,9% en el mes de septiembre hasta 63,1% en el mes de marzo tal y como se presenta en la figura 3. Esto indica que en una misma región pueden encontrarse precipitaciones marcadamente diferentes en la misma época del año.

El contenido de PC, FDN, P y K en los forrajes ([Tabla 2](#)) fueron muy similares a los datos reportados por Correa et al. (2008a) en muestras recolectadas de pasto kikuyo en Antioquia. El contenido de EE, sin embargo, fue menor al reportado por estos autores. En general, la concentración de PC, FDN, P y K está por encima de los requerimientos y recomendaciones que hace el NRC (2001) para vacas lactantes, lo que es considerado como limitantes para la producción de leche en estos sistemas de producción¹⁰. Como se puede observar, no hubo efecto de la época del año sobre la composición química de los forrajes, incluida la MSi. Álvarez et al. (2008) tampoco encontraron efecto de la época de cosecha del pasto kikuyo henificado sobre el contenido de FDN y de PC cuando se cosechó en una misma edad. Resultados similares fueron reportados por Jaimes et al. (2015), quienes en un experimento previo y bajo las mismas condiciones, no hallaron efecto de la época del año sobre la composición química del kikuyo. En el trabajo de estos autores, sin embargo, se reportó una concentración ligeramente más alta de FDN, PC, K y MSi del pasto kikuyo. Álvarez et al. (2008), evaluaron la digestibilidad total del heno de kikuyo en dos épocas de corte diferente y encontraron que la digestibilidad total de la MS de este tampoco fue afectada por la época del año.

Los contenidos de PC, EE y el FDN en los suplementos alimenticios utilizados en este trabajo (Tabla 3) fueron menores que los reportados por Correa *et al.* (2008b) para suplementos alimenticios utilizados en el departamento de Antioquia para vacas lactantes. Así mismo, los contenidos de PC, FDN, EE, K y MSi en los suplementos alimenticios fueron menores que los reportados por Jaimes *et al.* (2015), en un trabajo realizado en las mismas condiciones. De hecho, en el trabajo de Jaimes *et al.* (2015), encontraron que el contenido de PC y de EE fueron menores en los suplementos suministrados en el periodo lluvioso comparado con los suministrados en el periodo seco.

Al igual que en este trabajo, Jaimes *et al.* (2015), encontraron que no hubo efecto de la época del año sobre el PV, PL, PC y G. Por el contrario, Nóbrega y Langoni (2011), encontraron diferencias entre dos épocas del año sobre estos mismos parámetros en vacas de las razas Holstein y Jersey en Brasil. Estos autores encontraron que independientemente de la raza, en la época seca se daba una mayor PL pero con un menor porcentaje de PC y G. Como era de esperarse, en este trabajo se encontró que hubo efecto del tercio de la lactancia sobre la producción de leche y sobre el contenido de G pero no sobre el contenido de PC (Tabla 4). AkhandPratap *et al.* (2014) trabajando con vacas Holstein en el sur de la India, reportaron efecto del tercio de lactancia sobre la producción y el contenido de G en la leche sin que el porcentaje de PC se viese afectado por este factor.

El CMSp fue afectado por el tercio de lactancia donde tendió a disminuir en el segundo tercio manteniéndose estable en el tercer tercio. Los valores hallados en este trabajo están por debajo de los datos reportados por León *et al.* (2008), quienes estimaron el CMSp en vacas Holstein pastando praderas de kikuyo en 18,2 kg/vaca/día. Estas diferencias es probable que se deban a que estos autores no determinaron el porcentaje de recuperación del Cr, asumiendo una recuperación del 100%, lo cual lleva a que se estime una producción mayor de heces. Por otro lado, Correa *et al.* (2011) estimaron el CMSp en dos tercios y encontraron que el consumo más alto se daba en el segundo tercio (14,5 kg), con un nivel de suplementación bajo, lo que está de acuerdo con los datos encontrados en este trabajo para el segundo y tercer tercio, aunque el CMSp fue mucho mayor en el primero.

Según el NRC (2001), la máxima capacidad de consumo de materia seca se da entre la semana 10 y la 14 de la lactancia, es decir, en el primer tercio, lo que coincide con los resultados de este trabajo donde el CMSs, el CMSp y el CMSt fueron mayores en el primer tercio de lactancia (Tabla 5), y decrecieron al final. El CMSs fue afectado por el tercio de lactancia, mostrando una reducción con el avance de la lactancia, lo que hizo que al final de esta el CMSp como porcentaje del CMSt fuera mayor, es decir, el forraje fue quien aportó la mayor cantidad de materia seca a la dieta. Estos resultados coinciden con los datos reportados por Correa *et al.* (2011), quienes estimaron el CMSp a partir del kikuyo y encontraron que este tendió a aumentar en el segundo tercio, mientras que CMSs disminuyó. Esto implicó que el CMSp como porcentaje del CMSt fuera mayor al avanzar la lactancia. Es una práctica común entre los productores que a medida que avanza la lactancia y se reduzca la producción de leche, se disminuya el suministro de concentrado lo que conduce a un aumento en el CMSp como ha sido reportado por otros autores [33,34](#).

La época del año tuvo efecto sobre el CMSs ($p < 0,08$), donde se observa que este fue mayor en la época lluviosa, lo cual está en contradicción con la práctica en la cual los productores suministran mayor cantidad de alimento a los animales en la época seca previendo una reducción en la oferta forrajera, esto puede ser debido a

que como se indicó anteriormente la precipitación en la época lluviosa fue igual a la época seca por lo que el manejo fue diferente al tradicional tal y como lo evidenció Jaimes *et al.* (2015) quienes reportaron este mismo efecto aunque el CMSs fue mayor en la época seca (época seca: 6.00 kg \pm 1,74 kg/vaca/día; época de lluvias: 4,8 kg \pm 2,94 kg/vaca/día), sin que dichos autores dieran una explicación para ello.

El CMSp fue mayor en la época seca ($p < 0,0001$) que en la época lluviosa no obstante que la disponibilidad de forraje fue mayor en esta segunda época (0,689 kg/m² \pm 0,14) que la reportada por Jaimes *et al.* (2015) en la época lluviosa (0,445 kg/m²). Esta disminución en el CMSp durante esta época pudo ser debido al aumento en el suministro de suplemento alimenticio que ejerció un efecto de sustitución marcado en el consumo de la pradera, a pesar de que la disponibilidad de forraje fue alta. Esto está en consonancia con lo reportado por Bargo *et al.* (2002), quienes concluyeron que en la medida en que la oferta forrajera aumenta, en ese mismo sentido se incrementa el efecto de sustitución.

Este mismo fenómeno lo encontraron Magalhaes *et al.* (2001), quienes trabajando con vacas cruzadas Holstein x Cebú pastoreando en praderas de *Pennisetum purpureum Schum*, evaluaron el CMSp en las cuatro estaciones del año y encontraron que este fue mayor en el verano que el invierno, encontrando valores tan altos de consumo de MS como % del PV como 3,5% en verano y solo 1,4% en invierno. Estos autores, sin embargo, determinaron la digestibilidad de la MS con muestras obtenidas por extrusión esofágica de solo dos vacas y sometidas a una prueba *in vitro* lo que pudo haber afectado sus resultados. Adicionalmente, los autores no discuten la magnitud de sus resultados frente a lo que hayan obtenido otros autores.

El CMSt también fue afectado por la época del año ($p < 0,0001$), siendo mayor en la época seca que en la época lluviosa. A pesar de que el CMSs disminuyó en la época seca, esta no fue significativa y además el CMSp aumentó generándose un efecto de compensación e influyendo en que el CMSt aumentara, lo cual es diferente a lo encontrado por Jaimes *et al.* (2015), quienes a pesar de que reportaron el mismo fenómeno de compensación no observaron efecto de la época del año sobre dicho consumo. Por otro lado, Magalhaes *et al.* (2001), hallaron que el mayor CMSt se dio en la época seca, lo cual fue atribuido a la mayor oferta forrajera durante esta época. Debido a lo anterior es de esperarse entonces el CMSp, como porcentaje de la CMSt, fuera afectado por la época del año ($p < 0,0001$), encontrándose valores superiores en la época seca que en la época lluviosa. Tal y como se explicó anteriormente el CMSp aumentó en la época seca y el CMSs disminuyó motivo por el cual el CMS aportado por el forraje fue superior que en la época seca.

Conclusiones

Debido a la dificultad que se presentó en la medición de la precipitación con las estaciones meteorológicas en cada finca, los análisis se realizaron con base en los registros del Ideam.

No se encontraron diferencias significativas en la composición nutricional de las praderas y de los suplementos alimenticios en las dos épocas del año, lo cual se atribuyó a que no hubo una marcada diferencia en cuanto a las precipitaciones que se presentaron en cada una de las épocas, debido al cambio en los regímenes de lluvias reportados por el Ideam en el año 2014 con respecto a años anteriores. A pesar de ello dichas épocas mantuvieron la denominación inicialmente asignada. Se encontró que hubo un incremento significativo en el CMSp en la época seca al

tiempo que se redujo el consumo del suplemento alimenticio. Aun así, el CMSt fue mayor en la época seca sin que ello afectara la producción y calidad de la leche.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad de Antioquia, a los señores Jorge Morales, Reynaldo Builes, Vicente Lopera y a la empresa Solla S.A., por facilitar las instalaciones, los animales y la información necesaria para la ejecución de este proyecto; al Ingeniero Pecuario Luis Fernando Escalante y Ligia Jaimes por su colaboración en el trabajo de campo y de laboratorio. También, se agradece la financiación por Colciencias, la Cooperativa Colanta y la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, dentro del Programa de Investigación en la Gestión del Riesgo Asociado a Cambio Climático y Ambiental en Cuencas Hidrográficas, Convocatoria 543-2011 de Colciencias.

Referencias

1. AkhandPratap, Kumar D, Kumar P. y Singh A. Effect of pregnancy, lactation stage, parity and age on yield and components of raw milk in Holstein Friesian cows in organized dairy form in Allahabad. *J Agr Vet Sci*. 2014. 7(1):112-115.
2. Álvarez E, Rodríguez J, Rodríguez RE, Carrillo G, Zinn R, Plascencia A, Montaña M, González V, Espinoza S. y Aguilar U. Valor alimenticio comparativo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, var. Whittet) en dos estaciones de crecimiento con ryegrass (*Lolium multiflorum*) y sudán (*Sorghum sudanense*) ofrecido a novillos Holstein. 2008. [Acceso 06 de abril de 2016]; 33(2): 135-139. URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000200010&lng=es.
3. Anuario estadístico de Antioquia, (2014), Precipitación registrada en las estaciones de hidrología, meteorología y estudio ambiental en algunos municipios de Antioquia, por meses 2014. [Acceso 06 de abril de 2016] URL: <http://antioquia.gov.co/planeacion/ANUARIO%202014/esCO/capitulos/ambiente/hidrometeorologia/cp-2-2-2.html>
4. Aragón VE. y Naranjo HA. Estimativa del consumo en vacas en lactación en sistema a pasto. *Arq ciên vet Zool UNIPAR*. 2002. 5(1): 135-144.
5. Araujo FO. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX seminario de pastos y forrajes. 2005. [Acceso 06 de abril de 2016] URL: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf
6. Arelovich HM, Abney CS, Vizcarra JA, and Galyean ML. Effects of Dietary Neutral Detergent Fiber on Intakes of Dry Matter and Net Energy by Dairy and Beef Cattle: Analysis of Published Data. 2008. *The Professional Animal Scientist* 24:375-383
7. Association of Official Analytical Chemists (A. O. A. C.). Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists. 2005. 18th edition Washington, USA.
8. Bargo F. Eficiencia de utilización del nitrógeno en sistemas lecheros pastoriles. IAH15. 2002. [Acceso 06 de abril de 2016]; URL: [http://www.ipni.net/publication/jalacs.nsf/0/3A721D9F8A377D9585257D55006A88C7/\\$FILE/11.pdf](http://www.ipni.net/publication/jalacs.nsf/0/3A721D9F8A377D9585257D55006A88C7/$FILE/11.pdf).

9. Botero LV. Vacas sufren el cambio climático. El colombiano Medellín 9 de noviembre. 2008. [Acceso 06 de abril de 2016]; URL: http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/V/vacas_sufren_el_cambio_climatico/vacas_sufren_el_cambio_climatico.asp?CodSeccion=9.
10. Caro F. y Correa HJ. Digestibilidad posruminal aparente de la materia seca, la proteína cruda y cuatro macro minerales en el pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cosechado a dos edades de rebrote. Liv Res Rural Dev. 2006. 18 (10).
11. Correa HJ, Pabón RM, y Carulla FJ. Estimación del consumo de materia seca en vacas Holstein bajo pastoreo en el trópico alto de Antioquia. Liv Res for Rural Dev. 2009. 21(4).
12. Correa HJ, Pabón ML, Carulla FJ. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (una revisión): I- composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. Liv Res Rural Dev. 2008a. 20(4).
13. Correa HJ, Pabón ML, Sánchez MY, Carulla JE. Efecto del nivel de suplementación sobre el uso del nitrógeno, el volumen y la calidad de la leche en vacas Holstein de primero y segundo tercio de lactancia en el trópico alto de Antioquia. Liv Res Rural Dev. 2011. 23.
14. Correa HJ, Pabón ML. Y Carulla JE. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): II -Contenido de energía, consumo, producción y eficiencia nutricional. Liv Res Rural Dev. 2008b. 20(4).
15. Correa HJ, Rodríguez YG, Pabon ML. Y Carulla JE. Efecto de la oferta de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la producción, la calidad de la leche y el balance de nitrógeno en vacas Holstein. Liv Res Rural Dev. 2012. 24(11).
16. Gobernación de Antioquia (GA). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento de Antioquia, 2006.
17. Gobernación de Antioquia (GA). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento de Antioquia, 2007.
18. Gobernación de Antioquia (GA). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento de Antioquia, 2008,
19. Gobernación de Antioquia (GA). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento de Antioquia, 2009.
20. Gobernación de Antioquia (GA). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento de Antioquia, 2010.
21. Gobernación de Antioquia (GA). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento de Antioquia, 2010.
22. Holden LA, Muller LD. Y Fales SL. Estimation of intake in grazing grass pasture high producing Holstein cows. J Anim Sci. 1994. 77: 2332-2340.

23. Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM. 2016. [Acceso 06 de abril de 2016]; <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?!Servicio=Usuarios&Tipo=usuarios&Funcion=login&>.
24. Jaimes LJ, Cerón^{JM}. Y Correa HJ. Efecto de la época del año y la etapa de lactancia sobre el consumo alimenticio de vacas Holstein pastoreando Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en Colombia. Liv Res Rural Dev. 2015. 27(12).
25. Kanani J, Philipp D, Coffey KP, Kegley EB, West CP, Gadberry S, Jennings J, Young AN. Y Rhein R. In situ evaluation of internal markers for predicting digestibility and fecal output in cattle fed various bermudagrass hays. Arkansas Animal Science Department Report. 2012. 78 – 81.
26. León JM, Mojica JE, Castro E, Cárdenas EA, Pabón ML, Carulla JE. Balance de nitrógeno y fosforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). Rev Colom Cienc Pecua. 2008. 21.
27. Lippke H. Estimation of forage intake by ruminants on pasture. Crop Sci. 2002. 42:869– 872.
28. Magalhaes LJ, Ferraz FC, Guimaraes JP, Deresz F, Verneque R, Braga P. Y Lopes de Matos L. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass rotationally. Pesq Agropec Bras. 2001. 36(6).
29. Mejía HJ. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. Acta Universitaria. 2002. 12 (3):56-63.
30. NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
31. National Research Council (NRC). The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, D. C. 2001. 381p
32. Nóbrega DB. Y Langoni H. Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence. Pesq Vet Bras. 2011. 31(12).
33. Pulido RG, Escobar A, Follert S, Leiva M, Orellana P, Wittwer F. y Balocchi O. Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre la respuesta productiva en vacas lecheras a pastoreo primaveral con alta disponibilidad de pradera. Arch Med Vet. 2009. 41:197-204.
34. Riquelme C, Pulido RG. Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo en vacas lecheras a pastoreo primaveral. Arch Med Vet. 2008. 40:243-249.
35. Sánchez ML. Y Villaneda VE. Renovación y manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada en el trópico alto colombiano. Corpoica Bogotá [Colombia]. 2009. 24p.
36. Sharrow SH. A Simple Disc Meter for Measurement of Pasture Height and Forage Bulk. Journal of Range Management. 1984. 37(I): 94-95.

37. Silva LG, Torrecilhas JA, García M, Eiras CE, Prado RM. y Prado IN. Glycerin and essential oils in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: animal performance and apparent digestibility. *J Anim Sci.* 2014. 36(2): 177-184.
38. Statistical Analysis Software (SAS). SAS User's Guide: Statistics (Version 8); CaryNC: the Institute.1998.
39. Undersander D, Mertens DR. y Thiex N. Forage analyses procedures. National Forage Testing Association, Omaha, NE. 1993. 139 p.
40. Wattiaux, M. A. Body condition scores. Topic # 5. Topic summaries from: reproduction and genetic selection. Babcock Dairy Essentials. 1997.