

Efecto de la suplementación con diferentes dosis de grasa protegida sobre parámetros productivos y composicionales de la leche bovina

Effect of supplementation with different doses of protected fat on growth performance and compositional bovine milk

Carlos E. Rodríguez¹ y Diego F. Gómez¹

¹Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Correo electrónico: diegoyamimvz@yahoo.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con 200g (T2) y 400g (T3) de grasa sobrepasante frente a un grupo control (T1) sobre los parámetros productivos (litros) y composicionales (grasa, proteína, sólidos no grasos, sólidos totales) de la leche bovina. Se trabajó con 12 vacas raza Holstein entre 2 y 4 partos cursando el segundo tercio de lactancia las cuales se distribuyeron en 3 grupos de 4 unidades, utilizando un diseño completamente al azar. El tiempo de suplementación fue de 60 días bajo pastoreo rotacional de kikuyu con adición de 1,5kg de concentrado vaca/ordeño con adición de grasa protegida (T2 y T3) realizando 10 muestreos sometiéndolos al analizador integral de leche Lactoscan® previamente calibrado y comparado con métodos estandarizados, para consignar dichos datos en tablas Excel y aplicando un Anova con el programas SPSS y un test de comparación de medias de Tukey. Los resultados revelan un aumento de la producción de 0,7L, 4,5L y 5,8L para el grupo control (T1), 200g/grasa (T2) y 400g/grasa (T3) respectivamente $P \leq 0,01$; para el porcentaje de grasa se mantuvo un valor de 2,1% (T1), 2,3%(T3) y 2,81% (T2) el cual mostró el resultado más satisfactorio con un aumento de 1,08% de grasa. Para proteína se encontró una depleción de T2 (-0,2%) y T3 (-0,52%) con un valor constante para T1 (3,1%), en sólidos no grasos se obtuvo un valor de 7,86% (T1), 7,7% (T2) y 7,41% (T3) $P \leq 0,01$; para sólidos totales valores de 10,04% (T1), 10,59% (T2) y 9,79 (T3).

Palabras clave: calidad, grasa sobrepasante, leche.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of supplementation with 200g (T2) and 400g (T3) of bypass fat compared to a control group (T1) on performance (liters) and compositional (fat, protein, solids-not-fat, total solids) of bovine milk, we worked with 12 Holstein cows between 2 and 4 births in her second lactation third of which were distributed into 3 groups of 4 units, using a completely randomized design. Supplementation time was 60 days under rotational grazing kikuyu with addition of 1.5kg of concentrate cow / milking protected fat addition (T2 and T3) carrying 10 samples comprehensive subjecting the milk analyzer previously calibrated Lactoscan® and compared to methods standardized, to record such data in Excel tables and applying an ANOVA with SPSS and comparison test of Tukey. The results reveal an increase in the production of 0.7L, 4.5L and 5.8L for the control group (T1), 200g/grasa (T2) and 400g/grasa (T3) $P \leq 0.01$ respectively, for the body fat percentage remained a value of 2.1% (T1), 2.3% (T3) and 2.81% (T2) which showed the most satisfactory result with an increase of 1.08% fat. For protein depletion was found T2 (-0.2%) and T3 (-0.52%) at a constant value for T1 (3.1%) in non-fat solids is obtained a value of 7.86% (T1), 7.7% (T2) and 7.41% (T3) $P \leq 0.01$, for total solids values of 10.04% (T1), 10.59% (T2) and 9.79 (T3).

Key words: quality, bypass fat, milk.

INTRODUCCION

En el correspondiente estudio se determinó el efecto de la suplementación con 200g/grasa y 400g/grasa sobre la producción y calidad composicional de la leche en vacas Holstein. Las nuevas tendencias mundiales en la producción agropecuaria, hacen énfasis en la obtención de productos de alta calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos los constituyentes de la cadena láctea y es a nivel de la finca en donde se deben garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad. Se define por calidad de la leche, a las características nutricionales y microbiológicas; las características nutricionales se definen como el porcentaje de los diferentes constituyentes químicos como: proteínas, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales entre otros. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de las bacterias de la leche, presencia de microorganismos patógenos, de residuos de antibióticos y medicamentos (inhibidores); que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche. En épocas recientes, se ha hecho énfasis en la utilización de la grasa sobrepasante como una estrategia alimenticia para disminuir estos problemas, por ende se hace necesario generar un valor agregado al producto generado desde la finca con el objetivo de generar mayores rubros sin mayores implicaciones económicas.

Las cantidades de proteína, grasa y lactosa que son sintetizadas por la glándula mamaria dependen de las cantidades de los substratos que son suministradas por la sangre. Los substratos primarios para la síntesis de la leche entera son: el acetato, el butirato y los ácidos grasos de cadena larga (para la síntesis de la grasa), los aminoácidos (para el síntesis de la proteína) y glucosa (para el síntesis de la lactosa). La lactosa regula la osmolalidad de la leche y su concentración en la leche casi no cambia. Por lo tanto, el volumen de leche es determinado casi completamente por el suministro de glucosa a la glándula mamaria para la síntesis de la lactosa. La glucosa es sintetizada por el hígado, y su síntesis depende del suministro del propionato que viene principalmente de la fermentación de los almidones y los azúcares en el rumen.

Por lo tanto, el volumen de leche es altamente dependiente de la cantidad del almidón fermentado en el rumen.

La grasa de la leche se cambia fácilmente, entre los factores que pueden afectar la cantidad y la composición de la grasa de la leche se encuentran; la cantidad y calidad de la fibra, la proporción del forraje al concentrado, el sitio y la tasa de degradación del almidón, composición de los ácidos grasos y, en el caso de grasas protegidas, el grado de protección contra el rumen y su digestibilidad.

Por muchas razones biológicas, es más difícil de cambiar la proteína de la leche, el consumo de energía, la suplementación con grasa y el tipo de proteína pueden influenciar el contenido de proteína de la leche (Duque, 2011). En general, la alimentación con grasas reduce el contenido de proteína de la leche (Chilliard, 2001). La proteína microbiana domina el suministro de la proteína que está disponible para la digestión en el intestino.

La ración debe proveer la cantidad correcta de la proteína degradable para la población microbiana y también la cantidad correcta de la proteína (aminoácidos) de sobrepaso siendo muy difícil realizar este equilibrio perfectamente. También, antes de que los aminoácidos puedan ser utilizados para sintetizar la leche, ellos deben ser absorbidos del intestino, deben pasar a través del hígado, y deben ser absorbidos por la glándula mamaria; debido a este gran número de pasos, es difícil realizar un equilibrio perfecto de los aminoácidos para la síntesis de la proteína de la leche y sus diferentes compuestos (Lake *et al.*, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental "Tunguavita" de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), ubicada en el municipio de Paipa, Departamento de Boyacá, a una altura de 2.590 m.s.n.m., altitud 05° 45'N, longitud 73° 45'oeste, temperatura promedio de 14,3°C, humedad relativa del 78% y precipitación promedio de 705,9 mm³/año. El ensayo fue desarrollado con 12 vacas Holstein

en producción las cuales se sometieron a una suplementación con diferentes dosis (100-200g/vaca/día) de grasa protegida. Para la ejecución, el proyecto se dividió en tres fases. Se seleccionarán los animales que ingresaron al proyecto de acuerdo a su etapa de lactancia y se repartieron aleatoriamente en tres grupos de 4 animales cada uno.

Se suministraron dos dosis de grasa protegida donde un grupo experimental recibió 200g, otro 400g con la inclusión de un tercer grupo o control que no se le suministró grasa Protegida (Megalac E® Arm y Hammer, USA), en seguida se procedió a realizar los muestreos de leche para el análisis de laboratorio de perfil de ácidos grasos y calidad composicional. Se evaluaron estadísticamente los resultados y se determinaron las diferencias entre cada uno.

Animales

Se trabajó con 12 vacas de raza Holstein, multíparas, cursando el segundo tercio de lactancia ya que en esta etapa el consumo de materia seca de todos los animales es del 3,2%, garantizándose homogeneidad. El total de los animales se dividió aleatoriamente en tres grupos experimentales sobre los que se probaron los dos niveles de inclusión de grasa junto con un testigo o control. Las vacas se manejaron en el hato, bajo el sistema de rotación de praderas con adición de concentrado a razón de 0,5, 1,5 y 3,5kg/vaca/ordeño incluyendo sal mineralizada.

Dietas

Se balanceo una ración isoproteica e isoenergética con un contenido del 341g PC y 13,2 Mcal acorde al análisis nutricional de cada una de las materias (Cuadro 1).

-Dieta Control: 3,5kg de concentrado/vaca/ordeño.

-Dieta 2: 1,5kg de concentrado con inclusión de 100g de grasa protegida/vaca/ordeño

-Dieta 3: 0,5kg de concentrado con inclusión de 200g de grasa protegida/vaca/ordeño

Recibieron la dieta de forma individual para garantizar el consumo total de la ración; esta actividad se llevó a cabo durante el ordeño de la mañana y tarde. El estudio tuvo una duración de 60 días, tiempo suficiente para la determinación de la influencia de cada una de las dietas sobre la calidad composicional de la leche (Lor y Hoover, 2003). Del tiempo de estudio, 7 días se manejaron como tiempo de acostumbramiento a las dietas y los restantes treinta días (53) fueron de experimentación.

-Frecuencias de muestreos (M). Para la determinación de los parámetros a evaluar, se realizaron los muestreos cada 7 días en un periodo de 60 días.

Parámetros a Evaluar

Producción de leche diaria, expresada litros/día: para la obtención de los datos se tomaron de los ordeños de mañana y tarde, y los datos fueron organizados respecto a la identificación de cada animal, producción diaria y dieta suministrada consolidándose un promedio semanal para cada grupo.

Calidad composicional de la leche (porcentaje de proteína, porcentaje de grasa en leche, sólidos totales y sólidos no grasos.): se recolectaron muestras de 40ml leche/vaca, en pots, debidamente rotulados; transportándolos a una temperatura de 4°C. El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio Animalab, por medio del analizador integral de leche LACTOSCAN

Cuadro1. Composición nutricional del alimento balanceado comercial y grasa sobrepasante.

Alimento	MS %	PB %	FB %	EM (MJ/kg de MS)	EE %
Concentrado comercial	87	18	12	3,05	2,5
Grasa Sobre pasante	-	2,6	-	27,28	Ácido linoleico: 42% Ácido linolenico: 2,7%

S® (Milkotronic, Bulgaria) previamente calibrado y comparado son métodos estandarizados. Los resultados se consignaron en hojas de cálculo de Microsoft Excel para llevar un registro detallado en cada uno de los muestreos.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se manejó un diseño completamente al azar; cada dato de los parámetros evaluados en el proyecto se consignaron en tablas Excel, indicando la procedencia de cada uno (Número de la vaca y tipo de dieta suministrada); los datos fueron analizados estadísticamente en el programa SPSS para Windows versión 11,5 de 2002, las diferencias estadísticas se determinaron mediante el test de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de Leche-Volumen

Como se evidencia en la Figura 1 la dieta a base de 200g/grasa tiende a aumentar la producción de leche en mayor proporción con respecto a la dieta 400g/grasa y la dieta control con diferencias estadísticas significativas $P \leq 0,01$, es así que durante el tiempo de suplementación a partir de la 4ta semana tanto la dieta 400g/grasa como 200g/grasa tienden a separarse del

promedio de producción con respecto al grupo control $P \leq 0,05$ alcanzando picos superiores $P \leq 0,01$ a la semana 10 con respecto al control.

Se encontró que progresivamente en la dieta control existe un leve aumento en el volumen de leche donde para el primer muestreo se obtuvieron valores de 8,3 litros para finalizar con valores de 9 litros y una media de 9,16 litros, por ende se infiere un aumento de 0,7 litros de leche atribuible al avance del periodo de lactación mas no a un manejo nutricional, en tanto para la dieta de 200gm/grasa se aprecia un aumento de 4,5 litros con respecto a la primera medición (semana 1= 9,5 l-semana 10= 14l) con un promedio de 12,67 l resultados que se asemejan a lo visto con la dieta de 400mg/grasa donde se revela un aumento de 5,8l con respecto a la primera medición (semana 1= 8l-semana 10= 13,8l, Cuadro 2) con un promedio de 11,64l; acorde a esto podemos decir que la dieta con mejor comportamiento e incidencia en la producción láctea es la de 400gm de inclusión puesto que generó un aumento de 5,8litros; esto concuerda con diferentes estudios los cuales coinciden en que la suplementación con grasas protegida se incrementa la producción de leche aproximadamente en un 10%, además de que se aumenta el porcentaje de grasa y lactosa (Calvopiña y Leon, 2007) (Salvador, 2009); mientras que para la proteína los resultados difieren mostrando incremento en

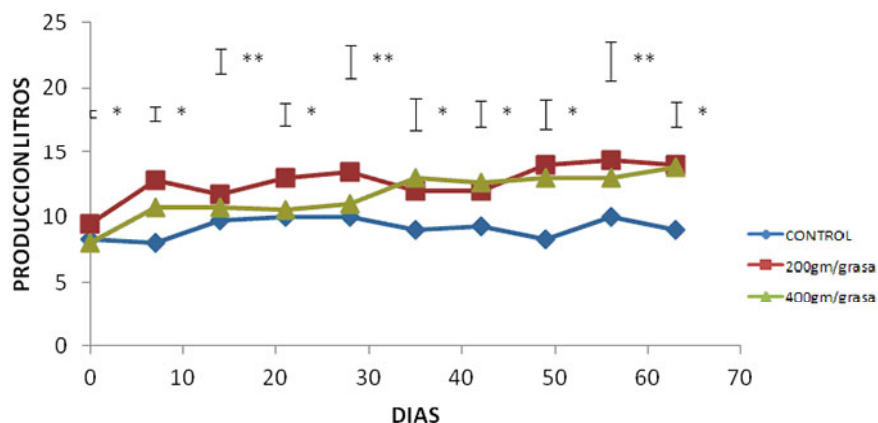


Figura 1. Producción de leche (litros). Los valores de producción de leche fueron corregidos al 4% de grasa mediante la fórmula $FCL = 0.4 \times \text{Kg. de leche} + 15 \times \text{Kg. grasa}$ (NRC, 1989).

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

Cuadro 2. Producción de leche (L), grasa (%), proteína (%), sólidos grasos (%) y sólidos no grasos en leche durante las 10 semanas de suplementación para el grupo control, adición de 200g/grasa y 400g/grasa.

	GRASA %			PROTEÍNA %			SÓLIDOS NO GRASOS %			SÓLIDOS TOTALES %			PRODUCCIÓN (LITROS)							
	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	N.SIG	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	A.ES	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	A.ES	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	A.ES				
M1	2,1	2,32	2,38	**	3,05	3,3	3,2	ns	8	8,31	8,18	ns	10,1	10,63	10,56	**	8,3	9,5	8	*
M2	2,1	2	2,6	*	3	3,3	2,9	*	7,94	8	8	ns	10,04	10	10,6	**	8	12,75	10,75	*
M3	2,5	2,5	2,8	ns	3,1	3,0	2,8	**	7,49	8,4	7,3	*	9,99	10,9	10,1	*	9,75	11,75	10,75	**
M4	2	2,5	2,2	**	3,2	3,1	2,81	*	8	7,54	7	*	10	10,04	9,2	*	10	13	10,5	*
M5	2,2	3,4	2,5	*	3	3,1	2,8	*	8	7	7,59	*	10,2	10,4	10,09	ns	10	13,4	11	**
M6	2	2,8	2,2	*	3,2	3	2,6	*	8,3	7,9	7,05	*	10,3	10,7	9,25	*	9	12	13	*
M7	2	3,1	2,1	*	3,4	3	2,74	*	8,09	7,05	7	*	10,09	10,15	9,1	*	9,3	12	12,6	*
M8	2,32	3	2,3	*	3,1	2,9	2,5	*	7,50	8	7,6	ns	9,82	11	9,9	*	8,3	14	13	*
M9	2,5	3,2	2,3	*	3	3	2,6	*	8	8,1	7,5	ns	10,5	11,3	9,8	*	10	14,3	13	**
M10	2,1	3,4	2,3	*	3	3,1	2,68	*	7,3	7,50	7	ns	9,4	10,9	9,3	*	9	14	13,8	*
PROM	2,1	2,81	2,3		3,1	3,08	2,76		7,86	7,7	7,41		10,04	10,59	9,79		9,16	12,67	11,64	

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$ **Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$ ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

N.SIG= Nivel de significancia

algunos experimentos, manteniéndose igual o disminuyendo para otros.

Los efectos en la inclusión de 0,5 Kg de grasa (Schneider, 1988) produjo un incremento de un 9,12% y 11% en producción de leche en hatos de Holstein y Jersey respectivamente, con una diferencia promedio de 1,94 Kg de leche entre los animales con y sin acceso a la grasa, tras la suplementación también se reportan aumento entre 0,45 y 0,77 Kg/día que ha sido ampliamente informado en la literatura con animales estabulados y bajo condiciones templadas con incrementos de 1,2 y 1,7 Kg leche/animal/día; y 2,8 Kg con suplementos altos en proteína (Robb y Chalupa, 1987). Se ha señalado que el suministro de 0,5 kg de grasa (Grummer, 1991) aumentaba la producción de leche corregida en energía en 1,3 kg con novillas y en 2,8 kg con vacas adultas.

Grasa

Para el porcentaje de grasa en leche (Figura 2) se observa un aumento con la inclusión de 200g/grasa con respecto al grupo control y 400g/grasa estableciéndose diferencias estadísticas significativas $P \leq 0,01$, a medida que avanza el ensayo a pesar de que el porcentaje de grasa para la dieta 400g/grasa aumenta durante las 3 primeras semanas con respecto a la dieta control y 200g/grasa $P \leq 0,01$ posteriormente sus niveles

hasta mantenerse con la misma tendencia del grupo control con un repunte en grasa para el grupo 200g/grasa $P \leq 0,01$.

En la dieta control no hay una variación en el porcentaje de grasa manteniéndose en niveles promedio de 2,1%; por otro lado al suplementar con 100gm/grasa encontramos un aumento del 1,08% con respecto al primer muestreo (semana 1= 2,32%, semana 10= 3,4%, Cuadro 2) con una media total del 2,81% lo cual concuerda con los resultados revelados (Palmquist y Jenkins, 1980) quienes aseguran que cuando los animales se alimentan con ingredientes altos en grasa, se incrementa en el plasma el contenido de lipoproteínas de baja densidad, que se transportan a la glándula mamaria, donde disminuye la síntesis de ácidos grasos de cadena corta y consecuentemente se produce un cambio en la composición de la grasa, por lo que la secreción de grasa total se incrementa en la leche, lo que corresponde a una respuesta similar a la encontrada por (Calvopiña y Leon, 2007) quien logró un incremento de grasa de 2,3 g/100 ml de leche en una suplementación de Mezcla forrajera + Pasto de corte + Balanceado (1 kg por cada 4 l de leche) + sal mineralizada + 200 g de grasa sobrepasante+ 200 gr de panela + agua.

Otro mecanismo que justifica el aumento del porcentaje de grasa indica que la grasa

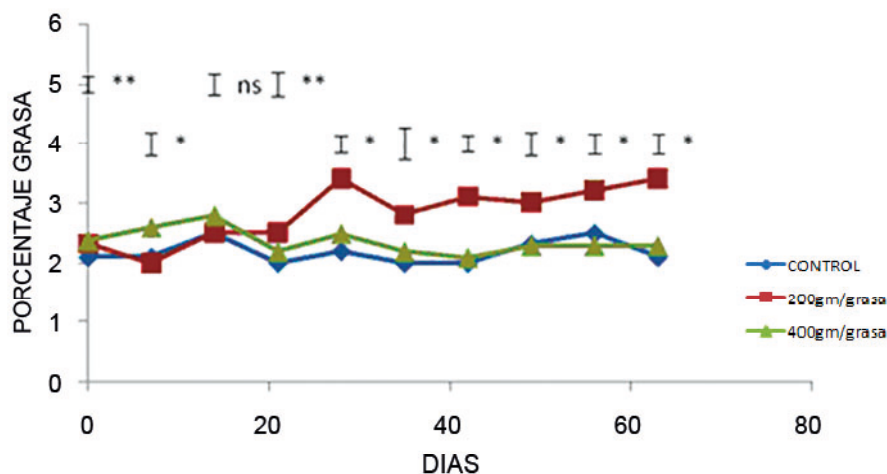


Figura 2. Porcentaje de grasa en leche (%)

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

sobrepasante suministrada tiene un alto contenido en ácidos grasos de cadena larga y este tipo de ácidos grasos son absorbidos dentro del sistema linfático dirigiéndose a la glándula mamaria o a los tejidos sin pasar por el hígado (Duque *et al.*, 2011), igualmente también se ha encontrado una relación positiva de 0,38 unidades porcentuales de grasa láctea/kg de grasas suplementada en 50 experimentos en los cuales se optimizó la calidad composicional de la leche con respecto a la grasa (Eastridge, 2002).

En el caso de la dieta con 400gm/grasa se observa valores constantes durante el periodo de suplementación de 2,3% con un leve descenso de los mismos en ciertos puntos del ensayo, lo cual coincide con (Chilliard y Ferlay, 2004), la reducción del contenido y la producción de grasa láctea cuando se añaden fuentes de grasa protegida a la dieta de vacas, se ha relacionado con el consumo de materia orgánica fermentable; o la depresión de la digestión ruminal de las paredes celulares (Palmquist y Jenkins, 1980). En ambos casos se reduce la disponibilidad de acetato y betahidroxibutirato para la síntesis de novo de ácidos grasos en la glándula mamaria (Chilliard *et al.*, 2001).

Otras causas propuestas para justificar los efectos negativos observados en respuesta a la inclusión de fuentes de grasa en la dieta de vacas han sido, inhibición de la actividad de la Acetil CoA, Carboxilasa mamaria por los ácidos grasos preformados o los ésteres acil-CoA (Vernon y Flint, 1988); ineficiente incorporación de los ácidos grasos poliinsaturados (Hansen y Knudsen, 1987) y los isómeros trans (Gaynor, 1994) durante la acilación del glicerol; captación mamaria reducida de los ácidos grasos de cadena larga en presencia de AGPI de 20 y 22 carbonos, posiblemente debida a la inhibición de la lipoproteinlipasa (Storry, 1974); o competencia por el lugar de acilación en el glicerol (Hansen y Knudsen, 1987) (DePeters, 2001).

Aunque el efecto de la grasa no protegida sobre el porcentaje de grasa de la leche se creyó que era debido a los efectos sobre la digestión de la fibra en el rumen y la relación acético: propiónico ruminal (Palmquist & Jenkins, 1980), actualmente va cobrando importancia la hipótesis de que es la formación ruminal de isómeros trans 11 18:1 lo

que induce el efecto inhibitorio más fuerte sobre el contenido en grasa de la leche (Gaynor *et al.*, 1994)(Wonsil, 1994). El mecanismo de actuación de los t 18:1 se desconoce.

Proteína

A pesar de que la diferencia estadística mínima es corta se observa que para el porcentaje de proteína (Figura 3) el grupo 200g/grasa y 400g/grasa tiende a descender con respecto al grupo control $P \leq 0,01$, destacándose una mayor depleción para la inclusión de 400g/grasa $P \leq 0,01$, sin embargo al final del ensayo para la dieta 200g/grasa el porcentaje de proteína tiende a mantener valores estables $P \leq 0,01$. En los correspondientes niveles de inclusión para el porcentaje de proteína se encontró que en la dieta control no se presenta mayor variación en el tiempo con un promedio de 3,0 a 3,3% correspondiendo a los valores normales para la especie bovina (raza Holstein 3,0-3,4%) según estudios del instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera de la Universidad de Wisconsin.

Para el caso de la suplementación con 200gm/grasa se observa un descenso de 0,2% de proteína comparando la muestra final con respecto al primer muestreo (semana 1= 3,3%, semana 10= 3,1, Cuadro 2) y un valor promedio de 3,08% que se adapta a los rangos emitidos por el Instituto Babcock.

Por otro lado en la dieta con 400gm/grasa se revela un descenso de 0,52% de grasa, ya que para la semana 1 se encuentran valores de 3,2% llegando a 2,68% en la semana 10 y un promedio total de 2,76%, el mecanismo exacto determinante de esta reducción es desconocido aunque se proponen como factores: efecto de dilución al incrementar la producción de leche; a una reducción en la disponibilidad de proteína por el efecto de la grasa sobre el crecimiento bacterial, así como también con una reducción en la síntesis de proteína microbiana, debido a la disminución en la disponibilidad de almidón en la ración y a una deficiencia de glucosa, como resultado de la sustitución de energía proveniente de los carbohidratos (Wu y Huber, 1994), la disminución en el porcentaje de proteína también se ha atribuido a la mayor síntesis de lactosa y un efecto de dilución provocado por el

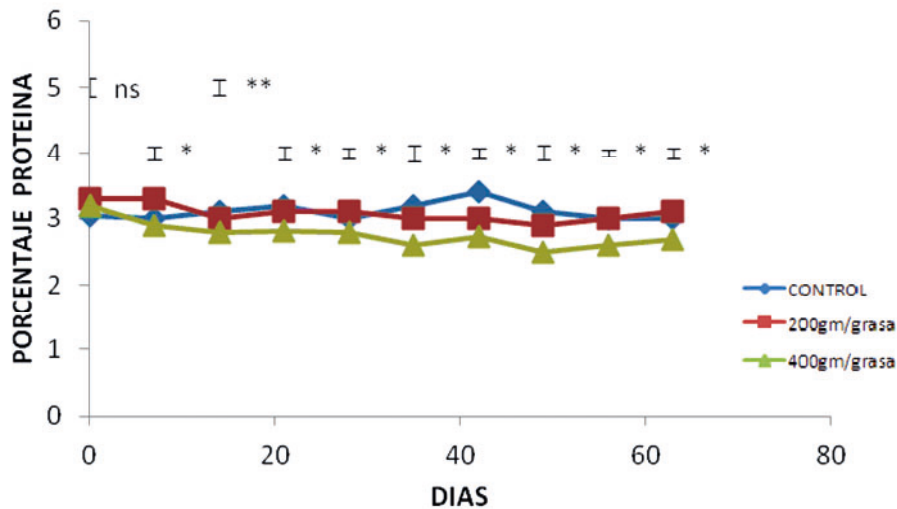


Figura 3. Porcentaje de Proteína (%)

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

incremento en el volumen de la leche y solo se presenta cuando la suplementación excede los 400gr/día (Duque *et al.*, 2011).

Aunque se desconocen las bases fisiológicas que explican el descenso del porcentaje de proteína de la leche, sí se sabe que equilibrando el consumo de proteína, especialmente de lisina y metionina digestibles, se minimiza este problema (Canale, 1990). Aunque el suministro de grasa no disminuye la síntesis de proteína microbiana total (Stern, 1994), dicha síntesis puede disminuir si es menor el consumo de materia seca, lo que estaría relacionado con la reducción del contenido en proteína de la leche según (Wu y Huber, 1994). Estos valores, posiblemente, también estén relacionados a la degradación de la proteína aportada tras el suministro en dietas ricas en lípidos, especialmente aquellos no protegidos.

De esta forma, si los lípidos no son completamente inertes a nivel ruminal, y sobre todo cuando los AG son insaturados, se pueden producir efectos negativos sobre la fermentación ruminal, con disminución en la digestibilidad de la fibra (Doreau, 1994). Ante un posible efecto negativo del aporte de lípidos no protegidos adecuadamente podría esperarse, junto con una menor digestión ruminal de la FDN, un aumento en las proporciones de ácido propiónico (C3), una disminución en la proporción de ácido

acético (C2) y de ácido butírico y una menor concentración total de AGV. Estos efectos a nivel ruminal resultan predisponentes a una disminución del consumo, de la producción de leche y del tenor proteico de la misma (Palmquist y Jenkins, 1980).

Otros informes del instituto Babcock-Madison E.U aseguran que la producción de leche es maximizada cuando los lípidos forman 5% de la materia seca de la dieta. Más lípido en la dieta usualmente reduce la proteína en la leche por 0,1%. Además un exceso de lípidos puede reducir la ingestión de alimentos, producción de leche y la composición de la grasa en la leche.

Sólidos no Grasos

Para el porcentaje de sólidos grasos durante las primeras semanas (Figura 4) para el grupo control, 200g/grasa y 400g/grasa se observa una tendencia similar $P \geq 0,05$, sin embargo durante las siguientes 6 semanas de suplementación el grupo control posee un mejor comportamiento $P \leq 0,01$ siendo muy variable para los grupos a base de grasa protegida para finalmente alcanzar una tendencia similar al grupo control sin significancia estadística $P \geq 0,05$.

En los correspondientes niveles de inclusión para el porcentaje de sólidos no grasos se encontró que en la dieta control existe una disminución de

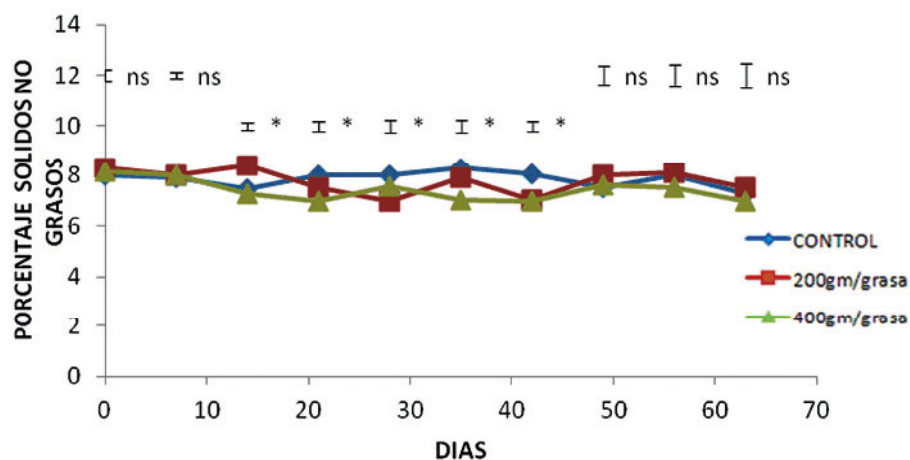


Figura 4. Porcentaje Sólidos no grasos en leche (%)

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

0,7% al final del ensayo (semana 1= 8%, semana 10= 7,3%, Cuadro 2) con un promedio de 7,86% encontrándose por debajo de los valores normales (8,7%-9,01%), para el caso de la dieta de 200g/grasa se observa una reducción de 0,81% comparando el primer y último muestreo, con un promedio total de 7,7%, con similar comportamiento al de la dieta con 400mg/grasa donde se denota una reducción de 1,18%, con un promedio total de 7,41% lo que corresponde al valor más bajo encontrado, siendo esto proporcional a la disminución del porcentaje de proteína, puesto que los sólidos no grasos están compuestos por proteínas (mayoritariamente caseína), lactosa (azúcar) y sales minerales (calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro, etc.).

Además de la correlación existente entre sólidos no grasos y proteína por el efecto de dilución al aumentar la producción láctea, baja disponibilidad de lactosa o reducida síntesis microbiana también se sugiere que los componentes de la leche sufren variaciones en el transcurso de la lactación, encontrándose un nivel mínimo de sólidos no grasos en el segundo mes de lactación, seguido por un aumento constante hasta el octavo mes, produciéndose luego un incremento acentuado y brusco durante el noveno y décimo mes. También se ha encontrado una disminución aproximada del 0,12% de la cantidad de sólidos no grasos por cada lactancia sucesiva (Johnson, 1981).

Sólidos Totales

Los sólidos totales para el grupo 200g/grasa presenta el mejor comportamiento $P \leq 0,01$ (Figura 5) aumentando sus valores durante el periodo de suplementación, sin embargo el grupo 400g/grasa posee una tendencia a la baja desde la 3 semana $P \leq 0,01$ alcanzando valores similares al tratamiento control terminando con el porcentaje de sólidos totales más bajo $P \leq 0,01$ con respecto al grupo control y 200g/grasa.

Se encontró que en la dieta control se produjo una reducción de 0,7% con respecto al primer muestreo (semana 1= 10,1%, semana 10= 9,4%, Cuadro 2) con un valor promedio de 10,04%, lo cual representa un comportamiento similar al obtenido con la inclusión de 400g/grasa donde se revela una reducción de 1,26% (semana 1= 10,56%, semana 10= 9,3%) atribuible al efecto de dilución para el caso de la grasa protegida al verse aumentada la producción de leche.

A pesar de ello se observó que para el caso de 200g/grasa aumento el contenido de sólidos totales en un 0,27% (semana 1=10,63%, semana 10= 10,9%), por lo cual es posible relacionar la variación en la calidad composicional de la leche con la dosis de la grasa suplementada a pesar de que, se nota un claro aumento en la producción total de sólidos, ya que la concentración disminuye, pero la producción de leche es mayor.

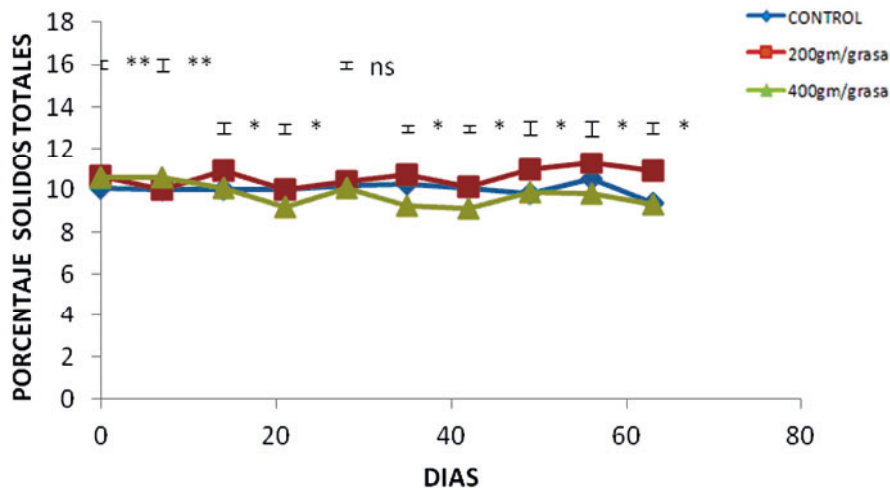


Figura 5. Porcentaje sólidos totales en leche (%)
 *Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$
 **Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$
 ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

En general (Schroeder, 2004), sustentan que la suplementación con grasa a la dieta parece aumentar la producción de leche de las vacas alimentadas con pastos de alta calidad. La respuesta a la suplementación con grasa depende en gran medida del tipo de grasa/dosis suplementada y la etapa de lactancia. Se plantea que los mayores y mejores efectos en la utilización de grasas sobrepasantes se logran en el primer tercio de lactancia (hasta 120 días después del parto). Estos aumentos en la producción de leche pueden estar relacionados con una mejor utilización de la energía en lugar de un aumento de la ingestión energética (Coopock, 1991).

CONCLUSIONES

La inclusión de 200g/grasa protegida en la ración diaria de vacas en hato genera un aumento en la producción láctea proporcional a la inclusión de 400g/grasa, por lo cual se genera un aumento del 8% en el volumen obtenido. El porcentaje de grasa con la adición de 200g/grasa genera un aumento de 0,8 unidades porcentuales de grasa láctea y por ende en sólidos totales. Al observar los niveles de proteína (%), se evidencia una disminución de la misma sin importar la cantidad de grasa protegida incluida, esto debido al efecto de dilución provocado por el incremento

del volumen de leche, encontrándose el mismo comportamiento para sólidos no grasos debido a la correlación existente entre estas dos variables y el transcurso de la lactancia.

LITERATURA CITADA

- Calvopiña, A. y V. Leon. 2007. Estudio de la suplementación de tres niveles de grasa sobrepasante en la alimentación de vacas lactantes Holstein friesian, Aloasi-Pichincha. *Rumipamba*, 1-12.
- Canale, C. 1990. Dietary fat and ruminally protected amino acids for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 135-141.
- Chilliard, Y. and A. Ferlay. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reprod. Nutr. Dev.*, 467-492.
- Chilliard, Y., A. Ferlay and M. Dolan. 2001. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *Prod. Anim.*, 323-335.
- Coopock, C. 1991. Feeding whole cotton seed and cottonseed meal to dairy and beef

- cattle. *Proc. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle*, 38-43.
- DePeters, J. 2001. Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. *J. Dairy Sci.*, 929-936.
- Dhiman et al, T. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets in linoleic acid. *J. Dairy Sci.*, 1016-1027.
- Doreau, M. 1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 379-396.
- Duque, M., M. Olivera y R. Rosero. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa. *Rev Colomb Cienc Pecu.*, 74-82.
- Eastridge, M. 2002. Effects of feeding fats on rumen fermentation and milk composition. *Department of Animal Sciences .The Ohio State University*, 12.
- Funston, R. N. 2004. Fat supplementation and reproduction in beef females. *J Anim Sci*, 154-161.
- Gaynor, P., R. Erdman, B.Teter y J. Sampugna. 1994. Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 157-165.
- Grummer, R. 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 3244-3257.
- Hansen, H. y J. Knudsen. 1987. Effect of exogenous long-chain fatty acids on individual fatty acid synthesis by dispersed ruminant. *J. Dairy Sci.*, 1350-1354.
- Jhonson, K. 1981. Effect of some environmental factors on the fat and solids not-fat content of cow's milk. *J Dairy Sci*, 650-658.
- Lake, S. L., E. J. Scholljegerdes, V. Nayigihugu, C. M. Murrieta a R. L. Atkinson. 2006. Effects of body condition score at parturition and postpartum supplemental fat on adipose tissue lipogenic activity of lactating beef cows. *J. Anim. Sci*, 397-404.
- Loor, J. and W. Hoover. 2003. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids in continuous culture fermenters during digestion of orchardgrass or red clover with three levels of ground corn supplementation. *Journal of animal science*, 1611-1627.
- Palmquist, D. and T. Jenkins. 1980. Fat in Lactation Rations: Review. *J. Dairy Sci*, 1-14.
- Robb, E., and W. Chalupa. 1987. Lactational responses in early lactation to calcium salts of long-chain fatty acid. *J. Dairy Sc*, 220-229.
- Salvador, A. 2009. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Trop.*, 285-298.
- Schneider, P. 1988. Feeding Calcium Salts of Fatty Acids to Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 2143-2150. (s.f.).
- Schneider, P. 1988. Feeding Calcium Salts of Fatty Acids to Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 2143-2150.
- Schroeder, G. 2004. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livest. Prod. Sci*, 1-18.
- Stern, M. D. 1994. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 2762-2786.
- Storry, J. 1974. Effects of free and protected forms of codliver oil on milk fat secretion in the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 1046-1049.
- Vernon, R. and D. Flint. 1988. Lipid metabolism in farm animals. *Proc. Nutr. Soc*, 287-293.
- Wonsil, B. 1994. Dietary and ruminally derived trans-18:1 fatty acids alter bovine milk lipids. *J. Nutr*, 556-565.
- Wu, Z. and J. Huber. 1994. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows. *Rev. Livest. Prod*, 141-155.