

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y QUESO FRESCO PASTEURIZADO DE CABRAS MESTIZAS CANARIAS SUPLEMENTADAS CON GRASA SOBREPASANTE

Production and Composition of Milk and Fresh Pasteurized Cheese in Crossbred Canarias Goats, Supplemented with Protected Fat

Roxana Zamora, Alejandro Salvador^{*1}, Carlos Alvarado^{**} y Ricardo Betancourt^{***}

^{*}Unidad Experimental de Producción Caprina. ^{**}Cátedra de Industria de la Leche y de la Carne.

^{***}Cátedra de Nutrición Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela
Apartado 4563, Maracay 2101A, estado Aragua, Venezuela.

Correo-E:salex_77@cantv.net

Recibido: 30/03/11 - Aprobado: 22/07/11

RESUMEN

Para determinar el efecto de la grasa sobrepasante (GSP) con alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados sobre la producción y composición de la leche y queso fresco pasteurizado, se utilizaron 22 cabras mestizas (entre 3/4 y 5/8 Canarias) de primer parto, de las cuales 11 se asignaron al grupo tratamiento y 11 al grupo control, de la Unidad Experimental de Producción Caprina (UEPC), de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. Los análisis químicos se realizaron tanto a leche como a los quesos para determinación de acidez titulable, pH, *Wisconsin Mastitis Test*, cloruros, grasa, caseína, proteínas totales, sólidos totales, humedad, cenizas (Cen), sólidos no grasos y lactosa. Asimismo, se determinó el contenido de ácidos grasos C18:1, C18:2, C18:3 presentes en los quesos. Los resultados revelan que la incorporación de 3% de GSP en la dieta de los animales aumentó significativamente la producción de leche en 43% ($P = 0,0019$) y presentó una tendencia ($P = 0,0821$) a aumentar los días en lactancia. No se afectaron las características, ni la composición de la leche y quesos, pero por el hecho de producir más leche sin afectar sus componentes, resultó en una mayor concentración de todos los componentes (kg/lactancia). Hubo

ABSTRACT

The effect of protected fat (PF) with high levels of polyunsaturated fatty acids on the production and composition of milk and fresh cheese in crossbred Canarias goats was evaluated. Experiments were conducted at the Goat Production Experimental Unit of the College of Veterinary Sciences of the Central University of Venezuela, Maracay, the State of Aragua, Venezuela. Twenty-two crossbred (3/4 and 5/8) Canarias goats from first calving were used. Animals were allotted into two groups: Group 1 ($n = 11$): Treatment group; Group 2 ($n = 11$): Control group. The following chemical analyses were performed for milk and cheese: pH, titratable acidity; Wisconsin Mastitis Test; chloride; fat; casein; total proteins; total solids; humidity; ash; non-fatty solids; lactose; and fatty acids (C18:1, C18:2, and C18:3) content present in cheese. Results show that addition of 3% PF caused a significant ($P = 0.0019$) increase in milk production (43%), with a tendency ($P = 0.0821$) to increase lactation days. Neither the characteristics nor the composition of milk and cheese were affected by PF inclusion, but the production of more milk without affecting its composition resulted in a greater concentration (kg/lactation) of all its components. There were differences in the content of the following fatty

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

diferencias en la concentración de ácidos grasos C18:1 (P=0,0064), C18:2 (P=0,4632), C18:3 (P=0,0322), precursores de ácidos ω -3 y ω -6 en los quesos elaborados. No se afectó el rendimiento quesero, pero al aumentar la producción de leche, aumentó la producción de queso en 47,09% en el grupo tratamiento. No se alteraron las características físico-químicas y propiedades organolépticas de los quesos frescos. La suplementación con 3% de GSP no afectó las características físico-químicas ni organolépticas de los quesos. De igual manera, tampoco afectó el consumo de alimento y la condición corporal de las cabras.

(Palabras clave: Producción lechera, queso de cabra, composición de los alimentos, suplementos, ácidos grasos poliinsaturados, técnicas analíticas, grasa de la leche, Aragua)

acids: C18:1 (P=0,0064), C18:2 (P=0,4632), C18:3 (P=0,0322), precursors of ω -3 and ω -6 in processed cheese. Cheese performance was not affected, but the increase in milk production, increased cheese production (47.09%) in treatment group. Treatment did not significantly affect physicochemical and organoleptic properties of fresh cheese, voluntary consumption of food, and body condition.

(Key words: Milk production, goat cheese, food composition, supplements, polyunsaturated fatty acids, analytical methods, milk fat, Aragua)

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, la mayoría de los sistemas de producción caprina se caracterizan por tener pocos ingresos y un manejo zootécnico inadecuado (Blanchard, 2001). Un total de 2.744.070 cabezas de caprinos, se ubica en la región semiárida (93,6%), con poblaciones de 1.088.688, 1.075.537 y 403.658 para los estados Falcón, Lara y Zulia, respectivamente (D'Aubeterre *et al.*, 2008). Estos sistemas, se caracterizan por la utilización principalmente de cabras del tipo Criollo o mestizas, originadas al introducir cabras (*Capra hircus*) de razas lecheras, con ausencia de prácticas racionales de manejo de los rebaños y muy baja productividad (Salvador y Martínez, 2007).

Sin embargo, aunque la mayor parte de la producción caprina proviene de sistemas extensivos (Blanchard, 2001), esta especie tiene un gran potencial productivo y social en la población, ya que puede utilizar ecosistemas, áridos y semiáridos, donde otras especies domésticas no son eficientes ni aptas para la producción.

Estas especies tienen la posibilidad de tener mayor número de animales por unidad de área con respecto a otras especies, corto intervalo generacional y elevada prolificidad. Además, el valor agregado de

los productos derivados (principalmente quesos) y la mayor digestibilidad de la leche ya que pacientes con alergia a las proteínas lácteas de la leche de vaca, no han presentado alergia a las proteínas de la leche de cabra (Infante *et al.*, 2003), aunado al hecho de que el tamaño de los glóbulos de grasa de la leche de cabra son más pequeños, debido a que la leche no posee la enzima aglutinina (como el vacuno) favoreciendo su digestibilidad (Haenlein, 2001).

Estas ventajas productivas determinan que sea prioritario mejorar todos los aspectos de manejo zootécnico en caprinos para incrementar la cantidad y calidad de sus productos. La alimentación es un factor clave para mejorarlo, y en este aspecto, el caprino se destaca por su comportamiento alimenticio, revelando gran capacidad selectiva en los componentes de la dieta, sumado a un gran interés por la fracción proteica, sobre las que contienen un elevado porcentaje de fibra o celulosa (Masson *et al.*, 1991).

Adicionalmente, las cabras lecheras, durante el postparto temprano, presentan un desfase entre la cantidad de energía que requieren y el consumo de la misma; como consecuencia de eso, al momento de máximos requerimientos, no logran cubrir sus exigencias nutricionales, lo que provoca la movilización masiva de sus reservas corporales, particularmente

energía, generando un estado conocido como balance energético negativo (BEN), lo que puede traer efectos deletéreos sobre la producción de leche, la salud y el desempeño reproductivo (Hernández *et al.*, 2010).

Una manera práctica de controlar este BEN es incrementando el consumo por parte de los animales y/o aumentando la concentración energética del alimento consumido. Así, se han desarrollado diversas tecnologías alimenticias tales como bancos de energía, cultivos estratégicos como la caña de azúcar, dietas líquidas con altos niveles de energía, bloques multi-nutricionales y suplementación energética con grasa sobrepasante (GSP) (Salvador *et al.*, 2008). Incrementar el contenido de grasa en la ración es también, una manera de disminuir el BEN, ya que las grasas poseen el doble de energía que los azúcares; sin embargo, existen limitaciones en su utilización, particularmente si la grasa no es sobrepasante.

Si la grasa utilizada es sobrepasante, se evitan algunos efectos indeseables que puede tener la grasa activa (así se denomina la grasa no protegida) a nivel ruminal, incrementando la cantidad de la misma que puede ser utilizada en rumiantes. Por otro lado, si ésta es rica en ácidos grasos poli-insaturados (linoleico, linolénico, docosahexanoico [DHA] y eicosapentanoico [EPA]), la GSP no sólo da un aporte energético, sino que permite incorporar los efectos benéficos que estos ácidos grasos tienen sobre el organismo animal y en la respuesta productiva y reproductiva (Staples *et al.*, 1998). Adicionalmente, se puede tener un efecto nutracéutico, es decir, producir carne y leche con alto contenido de estos ácidos grasos, los cuales pueden tener un efecto beneficioso sobre la salud humana (Mcguire y Mcguire, 2000; Staples *et al.*, 2002).

Actualmente, las recomendaciones nutritivas en alimentación humana están dirigidas a disminuir el consumo de grasas saturadas de origen animal, en particular, las grasas ricas en C12:0, C14:0 y C16:0 y controlar los ácidos grasos (AG) *trans*. Al mismo tiempo, se potencia el consumo de AG poli-insaturados (AGPI), con una adecuada relación ω -3: ω -6, como el ácido linoleico conjugado que estimula la respuesta inmunitaria, reduce la frecuencia de enfermedades cardiovasculares y de algunos cánceres (Schmidely y Sauvart, 2001).

En este sentido, la leche de cabra es rica en AG de cadena media (C6 – C10) esterificados en la

posición tres de la molécula de glicerol, AG menores iso y anteiso ramificados y AG de cadena corta con grupos metil y etil, responsables del sabor y olor de la leche y los quesos (Massart-Leen *et al.*, 1981; Ha y Lindsay, 1991; Alonso *et al.*, 1999). Según Chilliard *et al.* (2003), la composición de la leche de cabra y su contenido de materia grasa pueden ser ampliamente modificadas por la genética, los aspectos fisiológicos, así como por los factores nutricionales, principalmente.

En este trabajo, se presenta un estudio sobre el efecto de la suplementación con 3% de GSP del total de la dieta, sobre la producción y composición de la leche, además del rendimiento y contenido de AGPI, y fracción porcentual de ω -3 y ω -6 en quesos frescos, durante un periodo de la lactancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue desarrollado con veintidós cabras mestizas Canarias (entre 3/4 y 5/8) de primer parto, en la Unidad Experimental de Producción Caprina (UEPC), de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, estado Aragua, (10° 16' 25,30" N; 67° 36' 55,99" O), a 400 m.s.n.m., con precipitación anual promedio de 1000 mm y un comportamiento bimodal con seis meses secos y seis meses húmedos, con temperatura promedio de 27 °C y humedad relativa del 65-85%.

Todas las cabras fueron sometidas al mismo manejo zootécnico y sanitario. Por existir temporada de servicios, todos los partos ocurrieron en el mismo mes (noviembre). Se mantuvieron en confinamiento en corrales de 64 m² durante todo el ensayo, se ordeñaron a fondo a las 08:00 h una vez al día y se sometieron a un régimen de amamantamiento restringido, permaneciendo con sus crías desde el término del ordeño hasta las 16:00 h, cuando se separaban hasta el próximo ordeño. El amamantamiento restringido fue por 90 d hasta el momento del destete.

Los criterios para secar las cabras fueron: 1) 60 d antes del próximo parto; y 2) cabras que produjeran menos de 300 mL diarios de leche.

Las cabras fueron alimentadas *ad libitum* con heno de bermuda (*Cynodon dactylon*) y 500g de alimento concentrado (Tabla 1).

El grupo tratamiento consumió 45 g de GSP comercial a granel. En la Tabla 2, se observan las

Tabla 1. Composición química (%) de la ración suministrada a los animales

	MS	H	Cen	PC	FC	EE	FDN	FDA	Lig	Cel	Hem
Heno bermuda	91,87	8,13	8,60	8,37	30,51	2,52	77,39	38,59	7,13	28,55	38,86
Alimento Concentrado	91,95	8,05	13,03	18,16	10,92	5,00	33,01	16,84	3,73	10,72	16,17

MS: materia seca. H: humedad. Cen: ceniza. PC: proteína cruda. FC: fibra cruda. EE: extracto etéreo. FDN: fibra digestible neutra. FDA: fibra digestible acida. Lig: lignina. Cel: celulosa. Hem: hemicelulosa

características y composición de la mezcla, la cual representó 3% de la dieta, siendo calculada en ensayos previos de consumo de heno voluntario a razón de 5% del peso vivo. El valor energético de las raciones fue estimado en: 2,82 y 2,53 MCal ED/kg MS para el tratamiento y control, respectivamente. Las cabras fueron sometidas al tratamiento, durante los 143 d de duración del ensayo, a partir de la 8^{va} semana de lactancia.

Se midió la producción de leche por cabra, con medidores digitales volumétricos (*Surge-Westfalia*®). Para estimar la producción de leche por lactancia se tomó una muestra de 300 mL de leche cruda homogénea, una vez medida la producción total por cabra, ese día. Además, se midió mensualmente, durante tres meses consecutivos, obteniéndose un total de 66 muestras, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la Planta de Lácteos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela.

Análisis de la leche

Para evaluar las muestras de leche se utilizaron los análisis químicos para determinación de:

Acidez titulable (AT): descrito por la norma COVENIN 658-97 (Fondonorma, 1997a).

pH: se determinó con el método potenciométrico, utilizando un pHmetro marca Orión modelo SA520. (Alvarado, 2001).

Wisconsin Mastitis Test (WMT): la presencia de mastitis, se determinó por el método descrito por AOAC (1990), el cual expresa los resultados en milímetros. El estándar de WMT por la norma COVENIN 903-93 (Fondonorma, 1993) debe ser negativa (menos de 19 mm).

Cloruros (Cl): se determinaron por la técnica coulombimétrica, según AOAC (1990), utilizándose un medidor de cloruros (*Jenway Ltd.*, Inglaterra).

Grasa (G): se utilizó la metodología de *Babcock*, según la norma de COVENIN 931-77 (Fondonorma, 1977). Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Caseína (Cs): se determinó usando la técnica de titulación con formol, basada en la reacción Schiff y Sorensen descrita por Alvarado (2001).

Proteínas totales (PT): se siguió el método de Kjeldhal de acuerdo a la norma COVENIN 370-97 (Fondonorma, 1997b) y AOAC (1990).

Sólidos totales (ST): se determinó graviméricamente, según la metodología descrita en la norma COVENIN 932-82 (Fondonorma, 1982), fundamentada en la diferencia de pesos una vez desecado el producto hasta peso constante a 100°C.

Humedad (H): se determinó por diferencia entre el porcentaje total y el porcentaje de sólidos totales.

Cenizas (Cen; % p/v): se cuantificaron mediante incineración de la materia orgánica en mufla, según metodología de la AOAC (1990).

Sólidos no grasos (SNG): se estimaron por diferencia entre los sólidos totales y el porcentaje de grasa (Alvarado, 2001).

Lactosa (L): se calculó por la diferencia entre los sólidos totales y la suma de los porcentajes de grasa, proteína total y cenizas.

Análisis de los quesos

Se procedió a la elaboración de un queso semanal con la leche proveniente de cada grupo (tratamiento y control) por separado, según el esquema tecnológico diseñado para queso fresco pasteurizado de Aguirre y Rodríguez (1994), para un total de 18 muestras (9 muestras por cada grupo).

Se tomaron las muestras de 1 cm³ del centro de cada queso a las 48 h del desmoldado (se

Tabla 2. Composición y características de los ingredientes que constituyen la GSP utilizada (ENERGRASS®)

Composición Nutricional de los Ácidos Grasos	
Grasa Total (%)	Mínimo 73
Energía bruta (kcal/kg)	Mínimo 7000
Ácido linoleico (%)	Mínimo 17
Ácido palmítico (%)	Máximo 45
Ácido oleico (%)	Mínimo 30
Ácido linoléico (%)	Mínimo 0,5
Ácido esteárico (%)	Máximo 5
Cenizas (%)	Máximo 18
Calcio (%)	Máximo 15
Relación Insaturados: Saturados	0,90 : 1
Parámetros de Calidad (Físico – Químicos)	
Humedad (%)	Máximo 5
Índice de peróxidos (mEq/kg)	Máximo 3-7
Índice de Yodo (%)	55- 60
Materia insaponificable (%)	< 5
Solubilidad a pH 2,1	6 – 10
Acidez (%)	Máximo 2
Punto de Fusión (°C)	> 105
Impurezas	Libre de residuos, sedimentos y partículas sólidas que no sean características del producto
AGL (%)	Máximo 50
Índice de Saponificación	Máximo 5
Color	Característico crema claro a medio
Olor	Característico a grasa sin olor a rancio
Calidad toxicología (fosforados, clorados, etc.)	Ausente
Microorganismos patógenos	Ausente

Fuente: Nutribásicos (2009)

mantuvieron en cava a 8°C), para realizar los análisis de: AT, pH, Cl, G, Cs, PT, ST, H, Cen, SNG, y L, en el laboratorio de Nutrición del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA), con la misma metodología anteriormente mencionada para la evaluación de la leche. Para los ST se realizó la determinación por la norma 932-82 y la determinación de pH, se llevó a cabo por medición directa, con el equipo *Sartorius mod*, calibrado a pH 4,7. La grasa en queso se determinó por el método de Goldfish, empleando un equipo *Soxtec System HT6 243 (Fisher Scientific, EUA)*, usando conos de extracción y éter de petróleo como solvente. La temperatura de trabajo se estableció a 131 °C. Para determinar el rendimiento de los quesos, se estimó la relación entre el peso de los litros de leche y el peso del queso fresco al momento del prensado y luego del desmoldado (0 h y 48 h, respetivamente).

El contenido de ácidos grasos precursores de ω -3

y ω -6 presentes en los quesos, se extrajo en muestras acidificadas, y fueron cuantificados como ésteres metílicos. La determinación se hizo por cromatografía gaseosa, en un cromatógrafo acoplado a un sistema de cómputo modelo GCMS-QP5000 (Shimadzu, Japón). Los AG fueron separados en una columna capilar Sp 2380 (SUPELCO) de 30 mm x 0,25 x 0,25 (diámetro interno), usando Helio como gas de arrastre a 40 mL/min. La concentración de los AG se expresó en mg/g de queso.

Otras determinaciones

Se evaluó el efecto de la GSP sobre el consumo voluntario de forraje (heno), midiendo diariamente el forraje consumido colectivamente en cada grupo, por la diferencia de peso entre el forraje ofrecido y el rechazado.

Se evaluó cada dos meses, la condición corporal (CC), durante la lactancia, usando una escala que

va de 0 a 5 (Salvador, 2007).

Para la evaluación de la calidad de los quesos, se realizaron pruebas de degustación y apariencia al tacto, con un panel de 30 personas no entrenadas, con diferentes muestras de queso fresco de cabra (Aguirre y Rodríguez, 1994). Las pruebas se realizaron en la sala de evaluación sensorial del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela, Núcleo Maracay.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Producción y duración de la lactancia

Se cuantificó el efecto de la GSP sobre la producción acumulada de leche en el periodo del ensayo, producción total de leche por lactancia y días en lactancia, utilizando un modelo estadístico lineal aditivo. Se utilizó el procedimiento lineal generalizado (Proc GLM) se compararon las medias por la prueba de rango múltiple de Tukey, usando el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 1992).

Composición, características de la leche y condición corporal

En 66 muestras de leche, se evaluó el efecto de la GSP sobre la composición y características físico-químicas de la leche por medio de un modelo estadístico lineal aditivo con medidas repetidas en el tiempo (a la misma cabra se le tomaban varias muestras de leche) mediante el Proc MANOVA, y una prueba de Tukey para la comparación de las medias, cuando éstas difirieron significativamente usando el paquete estadístico SAS versión 9.0. (SAS, 1992).

Se evaluó el efecto de la GSP sobre la CC por medio de un modelo estadístico lineal aditivo con medidas repetidas en el tiempo (la misma cabra se evaluó varias veces la CC) mediante el Proc MANOVA y una prueba de Tukey para la comparación de las medias, cuando éstas difirieron significativamente, usando el paquete estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 1992).

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = la producción acumulada durante el ensayo, la producción total por lactancia, los días en lactancia, características, composición de la leche y condición

corporal.

μ = media de la población.

T_i = efecto de la GSP (i) (1 y 2).

ε_{ij} = error experimental, NIID (0, σ^2)

Consumo voluntario de forraje

Se determinó el efecto de la GSP sobre el consumo por medio de un modelo estadístico lineal aditivo. Se utilizó el Proc GLM y una prueba de Tukey para la comparación de medias, cuando se obtuvo diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS 9.0. (SAS, 1992). El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + DL_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ij} = consumo de heno.

μ = media de la población.

T_i = efecto de la GSP (i) (1 y 2).

DL_j = covariable efecto del día de lactancia (j).

ε_{ij} = Error experimental, NIID (0, σ^2).

Rendimiento, característica y composición de los quesos

Se evaluó el efecto de la GSP sobre la composición y características de los quesos por medio de un modelo estadístico lineal aditivo (se midieron las mismas características de la leche). Se utilizó el Proc GLM y una prueba de Tukey cuando se produjeron diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 1992). El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + DL_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = rendimiento quesero, y cada uno de los componentes físicos y químicos del queso fresco de leche de cabra.

μ = media de la población.

T_i = efecto de la GSP (i) (1 y 2).

DL_j = covariable días de la lactancia promedio del grupo (j).

ε_{ij} = error experimental, NIID (0, σ^2)

Evaluación sensorial

Para evaluar la preferencia de los panelistas en función del sabor, se realizó la prueba de comparación pareada por preferencia, utilizando la prueba Chi-cuadrado (X^2) con estadístico de 2 colas y el nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

El contenido graso al tacto y paladar se comparó

Tabla 3. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GSP) sobre producción de leche y días en lactancia (Media \pm EE)

Variable	3% GSP	Control	Significancia
PTP (kg de leche)	124,36 \pm 9,89	79,88 \pm 10,426	**
PTL (kg de leche/lactancia total)	234,49 \pm 20,03	134,99 \pm 19,10	**
DL (días)	274,50 \pm 17,76	229,45 \pm 16,93	NS

PTP: Producción total del periodo del ensayo (143 d); PTL: Producción total durante la lactancia. DL: Días de lactancia; NS= No significativo; ** = $P < 0,01$

por medio de una prueba pareada direccionada, siendo el estadístico de prueba binomial con estadístico de 1 cola y el nivel de significancia $\alpha=0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de leche y duración de la lactancia

En la Tabla 3 muestran los resultados de la producción de leche, los cuales coinciden con los resultados de Salvador *et al.* (2008) quienes usaron GSP con cabras de diferentes edades y el mismo patrón racial. Se observó una mayor producción de leche durante el periodo del ensayo (143 d), y lactancia ($P < 0,001$) en el grupo que consumió la GSP.

La producción de leche obtenida de las cabras del grupo tratamiento superó en 44,48 kg de leche al grupo control. El comportamiento productivo fue similar entre los dos grupos durante las 8 semanas previas al ensayo, para luego apreciarse, comenzando en la semana 8 de la lactancia, una tendencia a mayor producción en el caso del grupo tratamiento.

Aunque los animales del grupo tratamiento sólo consumieron GSP durante 143 d, esto repercutió favorablemente en la producción total por lactancia, habiendo una diferencia de 99,50 kg de leche, lo cual representa 43% por encima de la producción obtenida por el grupo control. Resultados similares obtuvieron Sanz Sampelayo *et al.* (2002b), quienes utilizando suplementación con AGPI obtuvieron un incremento en la producción de leche en cabras Murciano Granadinas.

Aunque los días en lactancia fueron similares, se observó una tendencia ($P=0,0821$) a que las cabras que consumieron GSP duraran más tiempo produciendo leche y no fue necesario secarlas por disminución de la producción, como ocurrió con algunos animales del grupo control.

Características físicas y composición de la leche

Los resultados sobre las características físicas y composición de la leche se muestran en la Tabla 4. Se observa que no hubo diferencias significativas del efecto del consumo de GSP sobre las características físicas de la leche en los parámetros acidez, cloruros y pH. Estos resultados indican que el uso de la GSP no altera o afecta dichas características y por ende, tampoco altera la calidad de la leche lo cual coincide con los resultados de Salvador *et al.* (2008).

Se aprecia un efecto no significativo del tratamiento sobre todas las características químicas de la leche (% de grasa, proteína, caseína, cenizas, humedad, sólidos totales, sólidos no grasos, y lactosa). Sin embargo, el tratamiento si afectó significativamente ($P < 0,01$) estos mismos componentes totales en la leche, expresados en kg/lactancia.

Los componentes de la leche mostraron una tendencia a menor concentración en el grupo tratamiento, debido a que este grupo presentó mayor volumen de producción.

Estos cambios en la composición de la leche favorecen el rendimiento de la producción diaria, así como el rendimiento quesero, y coinciden con los de Chilliard *et al.* (2003) quienes reportaron que el suplementar la dieta de cabras lecheras con grasas, tiene un efecto altamente variable sobre el contenido proteico en la leche, pero es siempre positivo.

Consumo voluntario

No se observaron diferencias significativas en el consumo voluntario de alimento sobre ninguno de los componentes de la dieta, entre el grupo tratamiento y el control. Ambos grupos consumieron 100% de los 500 g de alimento balanceado durante toda la lactancia. En el consumo de heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) que se ofreció *ad libitum*, hubo un consumo diario promedio de $0,75 \pm 0,02$ kg y

Tabla 4. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GSP) sobre las características y composición de la leche (Media \pm EE)

Variable	3% GSP	Control	Significancia
Características de la leche:			
Acidez titulable (%)	19,175 \pm 0,94	18,871 \pm 0,8903	NS
Cloruros (%)	0,2240 \pm 4,70 ⁰³	0,2182 \pm 4,48 ⁰³	NS
WMT	10,111 \pm 0,00	18,889 \pm 0,00	**
pH	6,5910 \pm 0,02	6,5973 \pm 0,02	NS
Composición de la leche:			
Grasa (%)	3,59 \pm 0,28	3,56 \pm 0,26	NS
Grasa total (kg/lactancia)	8,17 \pm 0,77	5,04 \pm 0,0,74	**
Proteína (%)	3,57 \pm 0,26	3,86 \pm 0,28	NS
Proteína total (kg/lactancia)	8,21 \pm 0,57	5,62 \pm 0,60	**
Humedad (%)	87,62 \pm 0,41	86,88 \pm 0,40	NS
Ceniza (%)	0,80 \pm 0,02	0,78 \pm 0,02	NS
Ceniza total (kg/lactancia)	1,86 \pm 0,15	1,06 \pm 0,14	**
Caseína (%)	2,42 \pm 0,12	2,37 \pm 0,11	NS
Caseína total (kg/lactancia)	5,58 \pm 0,48	3,28 \pm 0,45	**
Sólidos totales (%)	12,37 \pm 0,41	13,12 \pm 0,40	NS
Sólidos totales T (kg/lactancia)	28,97 \pm 2,74	17,77 \pm 2,61	**
Sólidos no Grasos (%)	8,78 \pm 0,33	9,55 \pm 0,31	NS
Sólidos no grasos totales (kg/lactancia)	20,80 \pm 2,06	12,72 \pm 1,96	**
Lactosa (%)	5,19 \pm 0,5415	6,18 \pm 0,5163	NS
Lactosa total (kg/lactancia)	12,65 \pm 1,55	7,99 \pm 1,47	*

NS: No significativo ($P > 0,05$); *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; WMT: Wisconsin Mastitis Test

0,73 \pm 0,02 kg el cual resultó no ser estadísticamente significativo para los grupos tratamiento y control, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los reportados por Teh *et al.* (1994); González y Bas (2002) y Sanz Sampelayo *et al.* (2002a).

La cantidad de forraje rechazado en ambos grupos coincide con lo reportado por Morand-Fehr *et al.* (1978) y Giger *et al.* (1987) quienes señalan que el comportamiento selectivo de la cabra puede llegar a estar alrededor de 10 a 15% de la dieta.

Los días en lactancia tuvieron un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el consumo de heno, observándose mayor consumo inmediatamente posterior al pico de lactancia y disminuyendo a medida que disminuye la producción de leche, coincidiendo con lo reportado por Jimeno *et al.* (2003) quienes señalan que el nivel

más bajo de consumo se alcanza una semana antes del parto. El consumo voluntario aumentó después del parto hasta el máximo consumo hacia las 6 a 10 semanas; sin embargo, este crecimiento no fue lineal. Posterior al pico de lactancia, el consumo disminuyó linealmente, a medida que disminuía la producción lechera.

Con respecto al consumo de 45 g de GSP en el grupo tratamiento, el mismo fue del 100%, no habiendo rechazo de la misma.

Condición corporal

No se observaron diferencias significativas en la CC de las cabras evaluadas, habiendo un comportamiento similar entre los tratamientos, siendo estos valores similares a los de Salvador *et al.*

(2008), quienes encontraron en las cabras, a los dos meses postparto, una disminución en la CC y mayor desgaste energético por efecto del pico de la lactancia y una recuperación de la CC dos meses antes que el grupo control (en el cuarto mes de lactancia en las cabras que consumieron GSP).

Rendimiento, características y composición de los quesos

En la Tabla 5, se observan los resultados sobre el rendimiento del queso. Ambos grupos tuvieron un comportamiento similar en el rendimiento de los quesos elaborados, provenientes de la leche de cabras que consumieron GSP y de cabras del grupo control, en el orden de $3,92 \pm 0,13$ y $4,06 \pm 0,13$ kg de leche/ 1 kg de queso recién elaborado a las 0 h. A las 48 h (momento del desmolde), los valores obtenidos fueron de $4,88 \pm 0,19$ y $5,28 \pm 0,19$ kg de leche/1 kg de queso, respectivamente. Sin embargo, se puede apreciar que los quesos del grupo tratamiento necesitaron menos leche para producir un 1 kg de queso fresco, 140 g y 400 g menos a las 0 y 48 h, respectivamente.

Es importante mencionar que aunque no mejoró, estadísticamente el rendimiento de los quesos

elaborados con leche de las cabras que consumieron GSP, por el hecho de haber aumentado la producción láctea, se produjeron 47,95 kg de queso fresco del grupo tratamiento y 25,37 kg de queso fresco del grupo control (47,09% a favor del grupo tratamiento).

Los días en lactancia de las cabras no afectaron ni el rendimiento, ni las características físico-químicas de los quesos.

El consumo de GSP no afectó las características del queso fresco, ni la composición química de ninguno de sus componentes, salvo los AG; sin embargo, se observó en los quesos del grupo tratamiento una tendencia a presentar mayor porcentaje de grasa y de minerales, lo cual podría explicar el por qué presentaron una tendencia a mayor rendimiento lechero.

Con respecto a los AG insaturados, mejoró la concentración del ácido oleico en los quesos elaborados con leche del grupo tratamiento ($331,34 \pm 63,25$ mg/g) en comparación al grupo control ($28,02 \pm 67,29$ mg/g; $P < 0,01$), al igual que la concentración del ácido linolénico ($9,78 \pm 1,22$, vs. $5,41 \pm 1,30$ mg/g) para los grupos tratamiento y control, respectivamente ($P < 0,05$). Estos resultados

Tabla 5. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GSP) sobre el rendimiento, las características y composición de los quesos (Media \pm EE)

Variable	3% GSP	Control	Significancia
Rendimiento			
Rendimiento a 0 H (kg leche/kg queso)	$3,92 \pm 0,13$	$4,06 \pm 0,13$	NS
Rendimiento a 48 H (kg leche/kg queso)	$4,88 \pm 0,19$	$5,28 \pm 0,19$	NS
Características			
Acidez Titulable (%)	$13,18 \pm 1,75$	$13,50 \pm 1,75$	NS
Cloruros (%)	$2,91 \pm 0,32$	$2,91 \pm 0,32$	NS
pH	$5,62 \pm 0,11$	$5,47 \pm 0,11$	NS
Componentes			
Grasa (%)	$24,56 \pm 1,23$	$21,94 \pm 1,23$	NS
Proteína (%)	$10,26 \pm 0,48$	$10,78 \pm 0,48$	NS
Humedad (%)	$48,11 \pm 0,98$	$48,43 \pm 0,98$	NS
Ceniza (%)	$4,34 \pm 0,25$	$4,17 \pm 0,25$	NS
Sólidos totales (%)	$51,88 \pm 0,98$	$51,56 \pm 0,98$	NS
Sólidos no grasos (%)	$27,32 \pm 1,30$	$29,61 \pm 1,30$	NS
Lactosa (%)	$12,71 \pm 1,04$	$14,66 \pm 1,04$	NS
Ácido oleico C18:1 (ω -9; mg/g)	$331,34 \pm 63,25$	$28,02 \pm 67,29$	**
Ácido linoleico C18:2 (ω -3; mg/g)	$30,26 \pm 9,74$	$19,26 \pm 10,37$	NS
Ácido linolénico C18:3 (ω -6; mg/g)	$9,78 \pm 1,22$	$5,41 \pm 1,30$	*

NS: No significativo ($P > 0,05$); *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$

coinciden con los de Vera *et al.* (2009). Así mismo, el ácido linoleico presentó una concentración de $30,26 \pm 19,74$ mg/g, mientras que el grupo control presentó una concentración de $19,26 \pm 10,37$ mg/g, aunque no hubo diferencias significativas.

Algunos resultados adicionales muestran que el efecto del consumo de GSP sobre la proporción de AG *cis* y *trans* no fue afectada; sin embargo, se observó que el valor promedio fue numéricamente superior en el grupo tratamiento, con respecto al grupo control, $95,97 \pm 4,31$ y $85,73 \pm 4,31$, respectivamente, lo cual pudiera considerarse como un valor agregado al producto, ya que el queso con AG insaturados y con disposición *cis*, es más beneficioso para los seres humanos, al asociarse menos que los AG *trans* con problemas cardiovasculares (Giacopini, 2008).

Adicionalmente, se observó que el consumo de GSP no tuvo un efecto significativo sobre la proporción de AG insaturados/saturados tomando en consideración sólo los AG insaturados oleico C:18:1, linoleico C:18:2 y linolénico C18:3 (como los más importantes), aunque si se pudo apreciar una tendencia a mejorar en el grupo tratamiento, ($3,12 \pm 1,91$ y $0,07 \pm 2,03$), tratamiento y control respectivamente, con lo cual se mejora la calidad de los quesos desde el punto de vista de salud humana como lo señalan Vera *et al.* (2009) y Schmidely y Sauvart (2001).

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los quesos frescos, en el nivel de aceptación y su apariencia al tacto, confirman que no se detectó diferencias organolépticas alguna entre ambos grupos (datos no mostrados). Se pudo apreciar que el queso proveniente de la leche de cabras suplementadas con GSP fue más duro y seco, pero este efecto no es distinguible significativamente al tacto.

CONCLUSIONES

La suplementación con 45 g de GSP (3% de la dieta) en cabras mestizas Canarias de primer parto aumentó la producción de leche. No afectó ni las características, ni la composición de la leche, pero el hecho de producir más leche sin afectar sus componentes, resultó en una mayor producción total (kg/lactancia) de todos los componentes.

La suplementación con GSP incrementó los ácidos grasos precursores de ω -3 y ω -6 en los quesos elaborados con leche de las cabras y no

afectó las características de calidad y propiedades organolépticas de los quesos frescos.

AGRADECIMIENTO

Al Profesor Rolando Hernández y la Dra. Thais Díaz por su asesoramiento y apoyo en el grupo de investigadores con GSP. Al Prof. Rafael Oyón por el asesoramiento en la elaboración del queso fresco pasteurizado de cabra. A la empresa Nutribásicos C.A. por el suministro de la GSP y el apoyo económico para la realización de diversos análisis.

REFERENCIAS

- Aguirre, Y.; Rodríguez, R. 1994. Estudio del ahumado como método de conservación del queso blanco pasteurizado. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua, Venezuela, 154 p.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition, Inc., Virginia, USA. 1298 p.
- Alonso, L.; Fontecha, J.; Lozada, L.; Fraga, M.J.; Juárez, M. 1999. Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 82:878-884.
- Alvarado, C. 2001. Variación de la producción y composición de la leche de vacas Holstein, debido a factores genéticos, en la región central de Venezuela. Trabajo de ascenso a la categoría de Asistente. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 111 p.
- Blanchard, N. 2001. Avances de la explotación caprina en Venezuela y pertinencia de su desarrollo. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. 24 al 26 de octubre. pp. 25-34.
- Chilliard, Y.; Ferlay, A.; Rouel, J.; Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.*, 86:1751-1770.
- D'Aubeterre, R.; Delgado, A.; Armas, W.; Dickson, L. 2008. Caracterización de los sistemas de producción caprinos en Venezuela. *Rev. Cient. FCV-LUZ*, 18:521-522.
- Fondonorma. 1977. Norma COVENIN 931-77. Determinación de grasa. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Fondonorma. 1982. Norma COVENIN 932-82. Determinación de Sólidos Totales. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas.

- Venezuela.
- Fondonorma .1993. Norma COVENIN 903-93. Leche cruda. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Fondonorma. 1997a. Norma COVENIN 658-97. Determinación de Acidez Titulable, Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Fondonorma. 1997b. Norma COVENIN 370-97. Determinación de Proteínas. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.
- Giger, S.; Sauvant, D.; Hervieu, J.; Dorleans, M. 1987. Valeur alimentaire du foin de luzerne pour la chèvre *Ann. Zootech.*, 36:129-152.
- Giacopini, M. 2008. Efecto de los ácidos grasos trans sobre las lipoproteínas del plasma. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 27:19-21.
- González F.; F. Bas. 2002. Efecto de la suplementación con un aceite hidrogenado de pescado sobre la producción de leche en vacas Holstein Friesian. *Cien. Invest. Agróp.*, 29:73-82.
- Ha, J.; Lindsay, R. 1991. Contributions of cow's, sheep's, and goat's milks to characterizing branched-chain fatty acids and phenolic flavors in varietal cheeses. *J. Dairy Sci.*, 74: 3267-3274.
- Haenlein, G.F.W. 2001. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *J. Dairy Sci.*, 84:2097-2115.
- Hernández, R., Diaz, T.; Betancourt, R. 2010. El uso de grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados en la respuesta productiva y reproductiva de rumiantes. En: *Memorias I Jornadas de Actualización en Nutrición de Rumiantes*. Universidad de los Andes. Mérida. CD-ROM.
- Infante, D.; Tormo, R.; Conde, M. 2003. Empleo de la leche de cabra en pacientes con alergia a las proteínas de la leche de vaca. *An. Pediatr. (Barc.)* 59:138-142.
- Jimeno V.; Rebollar, P.; Castro, T. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España. Páginas?
- Maczulak, A.E.; dehority, B.A.; palmquist, D.L. 1981. Effect of long -chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 42:856-862.
- Massart-Leen, A. M.; De Pooter, H.; Declodt, M.; Schamp, N. 1981. Composition and variability of the branched-chain fatty acid fraction in the milk of goats and cows. *Lipids*, 16:286-292.
- Masson, C.; Rubino, R.; Fedele, V. 1991. Forage utilization in goats. En: *Goat Nutrition*. P. Morand-Fehr (Ed.). Wageningen Pudoc E.A.A.P, Publ. 46. pp. 145-159.
- Mcguire M. A.; Mcguire M. K. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *J. Anim. Sci.*, 77:1-8.
- Morand-Fehr, P.; Sauvant, D.; De Simiane, M. 1978. En: *4^e Journées de la recherche ovine et caprine*, INRA-ITOVIC, Paris (France). pp. 54-72.
- Salvador, A. 2007. Evaluación de la condición corporal en caprinos. *Venezuela Bovina*. Año 22. 73:94-97.
- Salvador, A.; Martinez, G. 2007. Factores que afectan producción y composición de leche de cabras: Revisión Bibliográfica. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV.*, 48:61-76.
- Salvador, A.; Alvarado, C.; Contreras, I.; Betancourt, R.; Caigua, A.; Gallo, J. 2008. Effect of protected fat on composition and yield of milk in dairy goats under tropical conditions. 9th International Conference on Goats. International Goat Association. Queretaro, México. pp. 382.
- Sanz Sampelayo M.; Martin, J.; Pérez, L.; Gil, F.; Boza, J. 2002a. Effects of concentrates with different content of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina Goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. *Small Rum. Res.*, 43:133-139.
- Sanz Sampelayo M.; Martin, J.; Pérez, L.; Amigo, L.; Boza, J. 2002b. Effects of concentrates with different content of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina Goats. Part II. Milk production and Composition. *Small Rum. Res.*, 43:141-148.
- SAS Institute Inc. 1992. SAS/LAB® Software, User's Guide, Version 6, First Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 291 p.
- Schmidely, P.; Sauvant, D. 2001. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matière grasses ou d'aliment concentré, INRA *Prod. Anim.*, 14:337-354.
- Staples, C.; Burke, J.; Thatcher, W. 1998. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 81:856-871.
- Staples, C.; Mattos, R.; Boken, S.; Sollenberger, L.; Thatcher, W.; Jenkins, T. 2002. Feeding fatty acids for fertility? Proceedings of the 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. pp. 71-85. En: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2002/staples.pdf>. Fecha de consulta: 12/03/2011.
- Teh T.; Trung, L.; Jia, Z.; Gipson, T. 1994. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 77: 253-258.
- Vera, R.; Aguilar, C.; Lira, R. 2009. Differentiation of sheep milk and cheese based on quality and composition. *Cien. Inv. Agr.*, 36:307-328.