Ensayo exploratorio: obtención de leche caprina funcional a partir de la suplementación con *Salvia hispanica* (Chía)

MARTÍNEZ, G.M.[1]

RESUMEN

La leche de cabra es considerada un alimento con características beneficiosas para la salud humana, ya que su composición en ácidos grasos (AG) es uno de los parámetros que mayor influencia tiene sobre su valor funcional. Mediante la inclusión de alimentos ricos en ácido linoleico y/o linolénico en la dieta animal es posible obtener una leche más saludable aún, ya que el perfil de AG se ve modificado a través de la reducción de la fracción hipercolesterolémica y el aumento de isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) y su precursor el ácido vaccénico (AV, 11-trans C18:1). Ambos, tienen propiedades favorables sobre la salud humana. El objetivo central del trabajo fue conocer los cambios inducidos en el perfil de AG y en el índice de aterogenicidad (IA) de la leche ante la suplementación de cabras lecheras en pastoreo con semillas descarte de chía *(Salvia hispanica),* subproducto de muy bajo costo. Se trabajó con dos grupos de nueve cabras en lactancia media (100 ±15 días), ambos lotes se encontraban en pastoreo de un verdeo invernal. En el ordeñe, a cada animal del Grupo Chía se le ofreció 700 g de semillas de chía (52% de pureza), mientras que a los del Grupo Control 400 g de maíz. La producción de leche fue medida durante cinco días por semana durante los 35 días de ensayo, mientras que la calidad de la leche y el perfil de ácidos grasos fueron determinados en muestras de leche recogidas semanalmente. Los datos de producción y calidad de leche fueron evaluados estadísticamente mediante el test t de Student para muestras independientes, mientras que el perfil de AG se analizó a través de la prueba de Wilcoxon para muestras independientes. No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos respecto a la producción promedio de leche Chía: 1685 ±107,60 cm^3/cabra/día *vs* Control: 1660 ±53,25 cm^3/cabra/día. En cuanto a la composición química de la leche, sólo se detectaron diferencias significativas en su contenido graso que fue mayor en el grupo 1 (Chía: 4,09 ±0,15 % [a], Control 3,69 ±0,20% [b]). Respecto al perfil de AG, se destaca la disminución en la concentración de los AG hipercolesterolémicos C12:0, C14:0 y C16:0 con la inclusión de chía en la dieta (26%, 26% y 22%, respectivamente). El IA se redujo a 1,58, lo que representa un 37% menos. El incremento logrado por la suplementación con chía sobre la concentración del AV resultó de un 133%, mientras que para el isómero CLA 9cis, 11trans fue de un 97%. En función de los resultados obtenidos en el presente ensayo se puede concluir que la suplementación con semillas de chía descarte en la dieta de cabras lecheras permitió aumentar el contenido graso de la leche, a muy bajo costo, sin presentar alteraciones en la producción ni en los otros componentes y, fundamentalmente, contribuyó a modular la composición en ácidos grasos de la leche en un sentido potencialmente favorable a la salud humana.

Palabras clave: ácido linolénico, ácido linoleico conjugado, índice de aterogenicidad, cabras lecheras.

[1] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Salta – Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias / Universidad Católica de Salta. Correo electrónico: marcelamartinez@correo.inta.gov.ar

Recibido el 28 de mayo de 2013 // Aceptado el 12 de noviembre de 2013 // Publicado online el 11 de diciembre de 2013

ABSTRACT

Goat´s milk is considered a highly beneficial food for human health. In fact, its fatty acid (FA) composition is one of the most influential values it has. Feeding animals with supplements rich in linoleic acid permit to obtain a healthier milk by changes in the fatty acid profile. The FA profile tend to be modified through the reduction of the hypercholesterolemic fraction and the increase of isomers of the conjugated linoleic acid (CLA) and its precursor the vaccenic acid (VA 11-trans C18:1); both with favorable properties for human health. The objective of this experiment was to determine the changes induced in the FA profile and the atherogenic index (AI) of milk, after feeding grazing dairy goats with discard chia (Salvia hispanica) seed, a very low cost product. Nineteen dairy goats in mid lactation (100 ±15 days) were grouped into two treatments. Both groups were grazing a winter pasture. During the milking were offered 700g of chia seed (52% purity) per each animal of Chia Group, and 400 g of corn per animal of Control Group. Milk production was recorded 5 days a week during the 35 days of trial. Milk quality and fatty acid profile were determined in weekly samples. Production data and quality parameters were analyzed using t- Student test for independent samples, while the FA profile was analyzed using Wilcoxon test for independent samples. No statistical significant differences were detected for milk production between treatments (Chia Group: 1685 ±107.60 cc/goat/day vs Control Group: 1660 ±53.25 cc/goat/day. As regards the chemical composition, fat content was the only component that differs statistically, being highest in the Chia Group. (Chia: 4.09 ±0.15% [a], Control 3.69 ±0.20% [b]). The concentration of the hypercholesterolemic fatty acids C12:0, C14:0 and C16:0 was reduced after feeding chia (26%, 26%, and 22% respectively). The AI was reduced in this treatment to 1.58, what represents a 37% less. The increase achieved by including the oilseed over the AV concentration resulted in a 133%, while the increase in the CLA cis 9; 11 trans was 97%. According to the results obtained in this study, it could be concluded that feeding dairy goat with discard chia seeds allowed the increase of the fat content without altering production or others milk components. According to the results obtained in this study, it could be concluded that feeding dairy goats with chia seeds discarded allowed the increase of the fat content without altering production and concentration of others milk components. At the same time, contributed to modulate fatty acid profile; making this milk potentially beneficent to human health.

Keywords: *linolenic acid, conjugated linoeic acid, atherogenicity index, dairy goats.*

INTRODUCCIÓN

Un alimento puede ser considerado funcional cuando se demuestra que contribuye beneficiosamente con una o más funciones corporales, más allá de los efectos nutricionales, de forma que se mejora el estado de salud o se reduce el riesgo de padecer alguna enfermedad (Diplock *et al.,* 1999). La leche de cabra es considerada un alimento funcional *per se*, ya que presenta múltiples características nutricionales que cumplen con la premisa de proveer beneficios a la salud humana. Un ejemplo, es su bajo contenido de caseína alfa 1 que es una proteína asociada a alergias en humanos. A su vez, comparada con la leche de vaca, la de cabra contiene una mayor proporción de ácidos grasos (AG) de cadena media, y de AG poli y mono insaturados (Jenness, 1980; Chilliard *et al.,* 2000). Estas características conllevan a considerar a la leche caprina como un alimento saludable desde el punto de vista cardíaco (Sanz *et al.,* 2003). No obstante, al igual que la leche de cualquier rumiante, ésta contiene una alta proporción de ácidos grasos saturados (AGS). Debido a que los AG fueron vinculados con la elevación del colesterol plasmático "malo", se insiste en la recomendación de consumir, preferentemente, productos lácteos descremados o bien con reducido contenido en este tipo de AG.

La funcionalidad de un alimento puede no sólo estar dada por su composición natural, sino también puede considerarse dentro de esta categoría a un alimento en el cual uno o más componentes se han modificado en pos de un beneficio en la salud humana. En la producción primaria de leche, la alimentación animal es un medio natural y económico que permite modular en forma rápida y significativa la composición de los AG de la leche. Este cambio es factible a partir, principalmente, del aporte de suplementos lipídicos en la ración (Grummer, 1991; Palmquist *et al.,* 1993; Chilliard *et al.,* 2000).

La suplementación animal con granos oleaginosos o aceites vegetales ricos en ácido linoleico (C18:2) y/o linolénico (C18:3) demostró ser efectiva en cuanto a la modificación del perfil de ácidos grasos de la leche. Esto se logró con la reducción de AGS de alto riesgo para la salud humana como lo son: el láurico (C12:0), el mirístico (14:0), y el palmítico (16:0), fundamentalmente, y mediante un incremento en concentración de AG con efectos benéficos para la salud

humana, como el ácido linoleico conjugado (CLA, mezcla de isómeros del C18:2) y el ácido vaccénico (AV, C18:1 *trans*-11) (Griinari y Bauman, 1999; Parodi, 1999; Chilliard *et al.,* 2000; Gagliostro, 2004; Martínez *et al.,* 2009).

Si bien las vías de alimentación que permiten modificar la composición en AG en leche son herramientas conocidas, el desafío radica en obtener leches enriquecidas mediante la suplementación estratégica con alimentos de bajo costo disponibles en el mercado, tal cual lo es el descarte de chía (*Salvia hispanica*) en el noroeste argentino.

Las semillas de chía representan la fuente vegetal con mayor concentración de ácido linolénico, alrededor del 60% de los ácidos grasos totales. A su vez, presenta ventajas adicionales en cuanto a su composición lipídica debido a su bajo contenido en ácidos grasos saturados en comparación con otros aceites vegetales (Ayerza, 1995; Ayerza y Coates, 2004). La utilización de esta oleaginosa como insumo para la obtención de productos funcionales derivados de la producción animal fue extensamente estudiada en el sector avícola (Ayerza y Coates, 1999 y 2000; Baucells *et al.,* 2000). Sin embargo, se sabe poco en cuanto a la respuesta en animales productores de leche y la escasa investigación disponible se circunscribe al estudio del comportamiento productivo de vacas lecheras (Ayerza y Coates, 2006).

En base a lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios inducidos en la producción, la composición química, y el perfil de AG de la leche ante la suplementación del pastoreo con semillas de chía descarte en cabras lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del tambo caprino y experimental de la Asociación Cooperadora de la Estación Experimental Salta del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, situado en la localidad de Cerrillos, provincia de Salta. El periodo de acostumbramiento fue de 10 días y la duración del ensayo de 35 y se extendió desde septiembre a fines de octubre de 2012.

Tratamientos

Se trabajó con dos grupos de nueve cabras multíparas raza Saanen en lactancia media (100 ±15 días) asignadas al azar. Ambos lotes se encontraban en pastoreo *ad libitum* de un verdeo invernal (*Avena sativa* + *Vicia* sp.). En el ordeño diario, se le ofreció 700 g de semillas de chía (52% de pureza) a cada animal del grupo 1 (Chía), mientras que a los del grupo 2 (Control) 400 g de maíz. La estrategia de asignar el suplemento en la sala de ordeñe se debió a la factibilidad de evaluar el consumo individual, que se estimó mediante la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado.

El suplemento asignado al grupo Chía, permitió el aporte real de 360 g de semilla de chía/cabra/día, lo que representó, en promedio, el aporte de 80,2 g de ácido linolénico y 22,5 g de ácido linoleico (Coates y Ayerza, 1996). La contribución conjunta de ambos ácidos grasos (102,7 g) fue equivalente al 4% del consumo total estimado de materia seca (Gagliostro *et al.,* 2006; Chillard *et al.,* 2007).

Mediciones

Durante el ordeño diario de los animales se registró la producción individual de lunes a viernes durante los 35 días de ensayo. Para las mediciones se utilizaron lactómetros WAIKATO.

Se realizó una mezcla de leche por cada tratamiento y por semana del período experimental. De cada mezcla, una alícuota de 20 ml de leche fue refrigerada a 4 °C y conducida al Laboratorio de Agroalimentos de INTA de Salta para la determinación de la concentración de grasa, proteína y lactosa a través del autoanalizador LACTOSTAR.

El análisis de composición en ácidos grasos de la leche fue realizado por cromatografía gas-líquido. De cada una de las muestras que se utilizaron para la determinación de la composición química se congelaron alícuotas en forma inmediata (-20 °C). Las muestras congeladas fueron utilizadas para la determinación del perfil de AG de la leche en el INTA Rafaela (Laboratorio de Calidad de Leche y Agroindustria). Los resultados de la composición en AG de la grasa butirosa se expresaron en gramos de cada ácido graso/100 g del total de AG (porcentaje en peso).

Los análisis de concentración de los AG presentes en la leche se realizaron por duplicado y se procedió según el siguiente protocolo:

- *Extracción de grasa:* la grasa láctea fue extraída mediante una solución calentada de tritón (12 ml de Triton X-100, 50 ml de alcohol isopropílico, 2,5 g de úrea, 25 g de hexametafosfato de sodio y agua destilada). La extracción fue practicada en un horno con una temperatura de 90 ºC. La capa superior obtenida fue removida de la capa acuosa y transferida a un vial. Los lípidos totales de los componentes de la ración fueron extraídos en un cartucho colocado en un extractor Twisselman con el agregado de 50 cm^3 de hexano cada 5 g de muestra. La extracción fue realizada con agitación durante dos horas y el solvente fue eliminado por destilación.
- *Esterificación y metilación de los ácidos grasos:* Los ésteres metílicos de los AG provenientes de la leche o de los alimentos fueron obtenidos agregando 0,3 ml de una solución, al 10% de metilato de sodio cada 45 mg de lípidos. La mezcla fue homogeneizada por agitación a 67 ºC en un baño María durante un minuto y, luego, se dejó el vial por tres minutos más a la misma temperatura. Luego, se agregó una mezcla de cloruro de calcio y silica gel con un agitador tipo vórtex para mezclar. Posteriormente, se incorporó 1,5 ml de disulfito de cabono y se centrifugó la muestra durante 10 minutos a 1.800 rpm. El sobrenadante fue transferido a un vial de vidrio e inyectado en un cromatógrafo gaseoso. El análisis cromatográfico fue llevado a cabo con una columna capilar (Varian wcot fused silica 100 m x 0.25 mm id 0.25 µm) en un equipo Agilent

6890 Series Plus. Cada muestra fue inyectada (1 µl) con inyector automático. La temperatura inicial del horno fue programada a 70 ºC durante un minuto y, luego, se incrementó a razón de 5 ºC/min hasta 100 ºC, 10 °C/min hasta 160 °C y 5 °C/min hasta una temperatura final de 215 ºC mantenida durante 15 minutos adicionales. El transportador utilizado fue N_2. La temperatura del inyector fue de 250 ºC y la temperatura del detector FID fue mantenida a 255 ºC. Los isómeros del CLA (cis9,trans11-18:2; trans10,cis12-18:2; trans9,trans11-18:2; cis9,cis11-18:2) fueron identificados mediante estándares individuales de cada uno (Matreya, Inc. Cat# 1255; 1254; 1257; 1256). Los estándares del trans-18:1, 20:4, 20:5 y 22:6 fueron comprados a Sigma (cat# V1381; A9298; E2012; D2659).

Análisis estadístico

Los datos de producción y calidad de leche fueron evaluados mediante el test t de Student para muestras independientes, mientras que el perfil de AG se analizó a través de la prueba de Wilcoxon para muestras independientes mediante el programa estadístico SAS versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de suplementos, producción y composición de la leche

Una vez concluido el periodo de adaptación, en ninguno de los tratamientos se registraron rechazos significativos de los suplementos ofrecidos en la sala de ordeñe. Por lo que el consumo resultó tal cual lo esperado. Cabe destacar que mediante la observación del comportamiento de las cabras al ofrecerles las semillas de chía, se puede presumir una muy buena palatabilidad de la oleaginosa.

La producción promedio a lo largo de los 35 días de ensayo fue similar en ambos tratamientos, 1.660 cm^3/cabra/día en el grupo Control y 1.685 cm^3/cabra/día en el grupo chía (tabla 1). Varios autores reportaron que la suplementación de cabras con lípidos ricos en AG insaturados, generalmente, no produce alteraciones en la producción de leche (Chilliard y Ferlay, 2004; Nudda *et al.,* 2006; Boattour *et al.,* 2008); tal cual los resultados obtenidos en el presente ensayo.

El porcentaje graso de la leche fue el único componente que presentó diferencias estadísticamente significativas (tabla 1). Al comparar el contenido graso de la leche correspondiente a ambos tratamientos, el valor obtenido para Chía fue alrededor de un 10% más, porcentaje similar al reportado por Mir *et al.* (1999), quienes incluyeron aceite de canola en la ración de cabras lecheras. Este incremento logrado era esperable y deseable, ya que al suministrar fuentes ricas en C18:2 y/o C18:3, generalmente, el metabolismo de la cabra responde aumentando la fracción grasa de la leche (Chilliard *et al.,* 2002). Bernard *et al.* (2005), incluyeron suplementos lipídicos en la ración de cabras de raza Alpina y determinaron que el incremento en la concentración grasa de la leche se debe a la mayor disponibilidad de ácidos grasos a nivel de la glándula mamaria.

El contenido de proteína fue similar en ambos tratamientos, resultado que coindice con lo reportado por Mir *et al.* (1999), Chilliard *et al.* (2003), Chilliard y Ferlay (2004) y Bouattour *et al.* (2008), quienes informaron que la suplementación con lípidos a cabras lecheras no tiene efecto sobre la concentración de proteína en la leche. Al analizar el contenido de lactosa, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Este era un resultado esperado, ya que la inclusión de lípidos, en general, no tiene influencia sobre el contenido de lactosa en la leche de cabra (Chilliard *et al.,* 2003; Chilliard y Ferlay, 2004).

Parámetro	Tratamiento	
	Control	Chía
Producción cm3/cabra/día	1660 a	1685 a
	(± 53,2)	(± 107,60)
Grasa, g/100 g	3,69 a	4,09 b
	(± 0,20)	(± 0,15)
Proteína, g/100 g	2,91	2,9 b
	(± 0,05)	(± 0,08)
Lactosa, g/100 g	4,76	4,77
	(± 0,06)	(± 0,12)

Tabla 1. Producción y composición promedio de leche a lo largo de 35 días de suplementación.

Perfil en ácidos grasos de la leche

En la tabla 2 se presentan los resultados promedios del análisis cromatográfico del perfil de ácidos grasos de la leche de ambos tratamientos.

Los AG presentes en la leche tienen dos orígenes posibles: a) endógeno, por síntesis *de novo* (AG de menos de 16 átomos de carbono) y b) exógeno, a partir de los AG libres plasmáticos (Chilliard *et al.,* 2000). Esta última vía explica las modificaciones en el perfil de AG de la leche cuando los animales reciben suplementos lipídicos. La magnitud de los cambios logrados varía, fundamentalmente, en función de la naturaleza del suplemento, forma de entrega (semilla o aceite), si se encuentra o no protegido de la fermentación ruminal, y del tipo de dieta ofrecida a los animales (Chilliard *et al.,* 2003).

En el presente ensayo la concentración promedio de C4:0 a C8:0 no manifestó diferencias entre las cabras del grupo control y las suplementadas, resultados similares fueron reportados por Gagliostro *et al.* (2006); Nudda *et al.* (2006) y Bouattour *et al.* (2008). En general, la suplementación con fuentes lipídicas no protegidas, como la utilizada en el presente ensayo, no modifica la concentración de los ácidos grasos de cadena corta. Esto debido a que este tipo

Ácido graso	Tratamiento				Nivel de significancia
	Chia		Control		
(g/100 g de AG totales)	Media	D.E	Media	D.E	
C4:0	3,30	0,39	2,66	0,56	NS(2)
C6:0	3,01	0,38	2,82	0,24	NS
C8:0	3,05	0,43	3,09	0,08	NS
C10:0	8,41	1,01	9,81	0,50	*(3)
C10:1	0,17	0,03	0,22	0,01	**(4)
C12:0	2,96	0,28	3,98	0,31	**
C13:0	0,11	0,01	0,10	0,01	NS
C14:0	6,88	0,44	9,32	0,38	**
C14:0 iso	0,18	0,02	0,22	0,02	*
C14:1 cis9	0,07	0,01	0,10	0,01	**
C 14 aiso	0,44	0,03	0,46	0,04	NS
C15:0	0,99	0,05	0,91	0,09	NS
C15:0 iso	0,26	0,02	0,28	0,01	NS
C16:0	19,28	0,44	24,64	0,98	**
C16:1 cis 9	0,47	0,04	0,64	0,22	*
C17:0	0,62	0,03	0,55	0,27	NS
C18:0	13,56	0,95	9,94	0,28	**
C18:1 11trans	2,65	0,45	1,14	0,21	**
C18:1 9cis	21,56	1,57	19,51	0,91	*
C 18:1 TFA	1,48	0,21	0,75	0,17	**
C 18:2 TFA	1,11	0,23	0,69	0,10	**
C18:2 n6, ci9, cis12	2,07	0,21	1,70	0,14	*
C18:3 n3	0,81	0,12	0,56	0,02	**
C20:0	0,18	0,01	0,20	0,06	NS
CLA 9cis; 11trans	0,97	0,12	0,49	0,06	**
C 22:0 + C20:4 n6 + C20:3 n3	0,20	0,04	0,24	0,01	*
EPA (C20:5 n3)	0,06	0,01	0,07	0,01	NS
DHA (C22:5 n3)	0,14	0,02	0,14	0,01	NS
IA(1)	1,58	0,15	2,52	0,17	**

Tabla 2. Perfil en ácidos grasos: valores promedios y significancia estadística a lo largo de 35 días de suplementación.

(1) IA : índice de aterogenicidad $[(C_{12} + 4C_{14} + C_{16})/$ AG insaturados$)]$.
(2) P> 0,05
(3) P< 0,05
(4) P< 0,01

de suplemento no interfiere con el mecanismo de síntesis de ácidos grasos de menos de ocho átomos de carbono (Chilliard *et al.,* 2000).

A través de la suplementación con semillas de chía se logró una reducción significativa en el contenido de los ácidos C12:0, C14:0 y C16:0 (26%, 26% y 22%, respectivamente). Esto representa un aumento de las propiedades nutracéuticas propias de la leche de cabra, ya que los AG se encuentran vinculados al aumento del colesterol "malo" en el ser humano (Ulbright y Southgate, 1991). Esta disminución de la fracción hipercolesterolémica de la leche era esperable, ya que la concentración de AG de cadena media disminuye ante la suplementación con AG de cadena larga (16 o más átomos de carbono), debido al efecto que ejercen sobre la vía del malonil CoA en la síntesis de ácidos grasos a nivel de la glándula mamaria (Chilliard *et al.,* 2000; Chilliard *et al.,* 2003).

La concentración de ácido esteárico (C18:0) aumentó significativamente (+ 26,7%) ante la inclusión de semillas de chía. Cabe mencionar que el incremento de este AGS no representa un riesgo para la salud humana, de hecho se le atribuye un efecto neutro y/o positivo potencial sobre las enfermedades cardiovasculares (Ulbritch y Southgate, 1991). Varios autores sugieren que el aumento de C18:0 se debe a una mayor biohidrogenación ruminal del AV, por lo que la biodisponibilidad del precursor para la síntesis del CLA a nivel de la glándula mamaria se ve disminuido (Chilliard *et al.,* 2003; Chilliard y Ferlay, 2004). Posiblemente, esto explique parcialmente lo sucedido en el presente experimento, ya que si bien el incremento logrado por la suplementación con chía sobre la concentración del AV fue de 133% y de 97% para el isómero CLA 9cis, 11trans, los valores alcanzados pueden ser considerados como moderados (Gagliostro *et al.,* 2006; Mele *et al.,* 2008.; Bouattour *et al.,* 2008). Esta mayor biohidrogenación puede deberse a la vía por la cual se entregó el C18:2 y el C18:3. Al utilizar granos como fuente de este tipo de ácidos grasos la liberación al rumen se produce de manera gradual, contrario a lo que ocurre al entregar aceites, por lo que el nivel de biohigrodeganción de los AGPI es mayor y trae aparejado una menor cantidad de AV y CLA en la leche (Chilliard *et al.,* 2003).

La disminución de los AGS C12:0, C14:0 y C16:0 en combinación con el aumento en la concentración de AG insaturados explica la reducción de alrededor del 37% en el índice de aterogenicidad al incluir chía a la ración. Por su parte, Gagliostro *et al.* (2006), al incluir aceite de girasol en la dieta de cabras lecheras consiguieron una disminución de casi un 50%, valor que se explica por los niveles a los que arribaron tanto de AV como de CLA cis-9 trans-11. Un IA bajo es de vital importancia ya que éste se encuentra ligado al potencial de obstrucción de las arterias.

CONCLUSIÓN

En función de los resultados obtenidos en el presente ensayo se puede concluir que la suplementación con semillas de chía descarte en la dieta de cabras lecheras permitió aumentar el contenido graso de la leche, a muy bajo costo, sin presentar alteraciones en la producción, ni en el contenido de proteína y lactosa. El objetivo de modular la composición en ácidos grasos de la leche favorable a la salud humana fue logrado a través del incremento significativo en la concentración de AV y CLA en combinación con la reducción de la fracción hipercolesterolemica de la leche. Dado el carácter exploratorio del presente ensayo, se sugiere continuar con experimentos que permitan estudiar el potencial de *Salvia hispanica* en la ración de cabras lecheras.

AGRADECIMIENTOS

A José y Emilio Alfaro por las tareas a campo; a Silvia Orozco y Virginia Sánchez por las determinaciones en laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

AYERZA, R. 1995. Oil content and fatty acid composition of chia *(Salvia hispanica* L.*)* from five northwestern locations in Argentina. J. Am. Oil Chem. Soc. 72, 1079–1081.

AYERZA, R.; COATES, W. 1999. An omega 3 fatty acid enriched Chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. Can. J. Anim. Sci. 79:53-58.

AYERZA, R.; COATES, W. 2000. Dietary levels of Chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. Poult. Sci. 79:724-739.

AYERZA, R.; COATES, W. 2004. Composition of chia *(Salvia hispanica)* grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. Tropical Science. 44:131-135.

AYERZA, R.; COATES, W. 2006. Influence of chia on total fat, cholesterol, and fatty acid profile of Holstein cow's milk. Rev. Científica UCES. 10:39-48.

BAUCELLS, M.D.; CRESPO, N.; BARROETA, A.C.; LOPEZ-FERRER, S.; GRASHORN, M.A. 2000. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. Poult. Sci. 79:51–59.

BERNARD, L.; ROUEL, J.; LEROUX, C.; FERLAY, A.; FAULCONNIER, P.; LEGRAND, P.; CHILLIARD, Y. 2005. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids. J. Dairy Sci. 88:1478–1489

BOUATTOUR, M.A.; CASALS, R.; ALBANELL, E.; SUCH, X.; CAJA, G. 2008. Feeding soybean oil to dairy goats increases conjugated linoleic acid in milk. J. Dairy Sci. 91:2399–2407.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R.M.; DOREAU, M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. Ann Zootech, 49:181–205.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; LOOR, J.; MARTIN, B. 2002. Trans and conjugated fatty acids in milk from cows and goats consuming pasture o receiving vegetable oils or seed. Ital. J. Anim. Sci. 1:243-254.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G.A. 2003. Review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci. 86:1751–1770.

CHILLIARD, Y; FERLAY, A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties, Reprod. Nutr. Dev. 44:467–492.

CHILLIARD, Y.; GASSER, G.; ENJALBERT, F.; FERLAY, A.; BOCQUIER, F.; SCHIMIDELY, P.H. 2007. Conferencia: Resultados recientes sobre los efectos de la alimentación en la composición en ácidos grasos de la leche de vaca, cabra y oveja. Rev. Arg. de Prod. Anim. 27(3):197-213.

COATES, W.E.; AYERZA, R. (H). 1996. Production Potential of Chia in Northwestern Argentina, Ind. Crops Prod. 5:229–233.

DIPLOCK, A.; AGGETT, P.; ASHWELL, M. 1999. Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document. British Journal of Nutrition 81(4):S1-S27.

GAGLIOSTRO, G.A. 2004. Control nutricional del contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche y su presencia en alimentos naturales funcionales Parte 3. Producción de leche alto CLA a través de la suplementación estratégica de la cabra. Rev. Arg. Prod. Anim 24 (3-4):165-185.

GAGLIOSTRO, G.A.; RODRIGUEZ, A.; PELLEGRINI, P.A.; GATTI, P.; MUSET, G.; CASTAÑEDA, R.A.; COLOMBO, D.; CHILLIARD, Y. 2006. Efectos del suministro de aceite de pescado solo o en combinación con aceite de girasol sobre las concentraciones de ácido linoleico conjugado (CLA) y omega 3 (n-3) en leche de cabra. Rev. Arg. Prod. Anim. 26:71-89.

GRIINARI, J.M.; BAUMAN, D.E. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: M.P. Yurawecz, M. M. Mossoba, J.K.G. Kramer, M.W. Pariza and G.J. Nelson ed. Advances in Conjugated Linoleic Acid Research. AOCS, Champaign. pp 180-200.

GRUMMER, R.R. 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. J. Dairy Sci. 74:3244–3257.

JENNESS, R. 1980. Symposium: Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. J. Dairy Sci. 63:1605–1630.

MARTÍNEZ, M.; GAGLIOSTRO, G.A.; GARCIARENA, D.A.; CEJAS, V.I.; RODRÍGUEZ, M.A.; CASTAÑEDA, R.A.; BALÁN, M. 2009. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo con aceite de soja o borra de soja con o sin el agregado de aceite de pescado. 3. Efectos sobre el perfil de ácidos grasos de la leche en comparación a valores basales. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 29 Supl. 1:214- 215.

MELE, M.; SERRA, A.; BUCCIONI, A.; CONTE, G.; POLLICARDO, A.; SECCHIARI, P. 2008. Effect of soybean oil supplementation on milk fatty acid composition from Saanen goats fed diets with different forage: concentrate ratios. Ital. J. Anim. Sci. 7:297-311.

MIR, Z.; GOONEWARDENE, L.A.; OKINE, E.; JAEGAR, S.; SCHEER, H.D. 1999. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goat milk. Small Rumin. Res. 33:137–143.

NUDDA, A.; BATTACONE, G.; USAI, M.G.; FANCELLI, S.; PULINA, G. 2006. Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. J. Dairy Sci. 89:277–282.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D.; BARBANO, D.M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. J. Dairy Sci. 76:1753–1771.

PARODI, P.W. 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. J. Dairy Sci. 82:1339–1349.

SANZ, S.M; FERNANDEZ, J.R.; DE LA TORRE, G.; RAMOS, E.; CARMONA, F.D.; BOZA, J. 2003. Calidad de la leche de los pequeños rumiantes. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias 16:1-33.

ULBRIGHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. Lancet 338:985–992.