



Factores que afectan a la composición de los ácidos grasos en la leche de las vacas frisonas en Galicia

A continuación describimos el trabajo de investigación que llevamos a cabo con el objetivo principal de analizar las concentraciones de los principales ácidos grasos en la leche de vacas frisonas y estudiar qué relaciones existen con distintas variables: tipo de ración, número de parto, estación del año y fase de lactación.

Ruth Rodríguez-Bermúdez, Ramiro Fouz, Margarita Rico, Francisco Javier Diéguez

Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidad de Santiago de Compostela (USC)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la composición de ácidos grasos está despertando interés entre los consumidores, ya que influye en las propiedades nutricionales, físicas y

de sabor de los productos lácteos y, por otra parte, están siendo una herramienta de control de la salud y manejo que se hace de los animales, suscitando el interés de los ganaderos.

La grasa que conforma la leche se sintetiza a partir de más de 400 ácidos grasos diferentes; por lo tanto, la grasa más compleja es la de origen natural. Aun así, la mayoría de estos ácidos grasos están presentes en cantidades mínimas y solo 15 de ellos se encuentran en niveles superiores al 1 %. Los más abundantes son ácido palmítico (C16:0), ácido oleico (C18:1), ácido mirístico (C14:0) y ácido esteárico (C18:0), que en la leche de vacas de raza frisona representan un 31,9 %, 22,3 %, 11,1 % y 9,6 % del total de ácidos grasos, respectivamente.

Los AG se clasifican según la longitud de la cadena (número de átomos de carbono) y su grado de saturación (número de dobles enlaces).

Así, se clasifican en AG de cadena corta (14 átomos de carbono o menos), cadena media (16) o larga (17 o más). Refiriéndonos al grado de saturación, serían saturados o insaturados. Estos últimos, a su vez,

► LA DIETA JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE EN LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE EN BOVINO

podrían ser monoinsaturados o poliinsaturados:

- Mirístico saturado C14:0
- Palmítico saturado C16:0
- Esteárico saturado C18:0
- Oleico monoinsaturado C18:1

Proporciones típicas de ácidos grasos en la leche:

- Saturados: 70-75 %
- Insaturados
- Monoinsaturados: 20-25 %
- Poliinsaturados: 5 %

Si nos referimos a su origen, los ácidos grasos de la leche de vaca proceden de dos vías principales: los sintetizados en la glándula mamaria, llamados *de novo*, y los procedentes de la dieta o de la movilización de las reservas corporales de grasa, llamados "preformados". Los ácidos grasos procedentes de estas dos vías difieren en cuanto a su estructura, siendo los sintetizados *de novo* principalmente de cadena corta, mientras que los procedentes de la dieta son de cadena larga.

Los de cadena media pueden tener ambos orígenes.

OBJETIVO

El objetivo principal de este estudio fue analizar las concentraciones de los principales ácidos grasos en la leche de vacas frisonas y estudiar qué relaciones existen con distintas variables, como el tipo de ración, el número de parto, la estación del año y la fase de lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados en este estudio proceden de 1.557 vacas de raza frisona, recogidos en Galicia entre 2018 y 2019, a través del Control Lechero. Se midió la producción diaria de leche y se analizaron los porcentajes de grasa y proteína, la composición de ácidos grasos y la concentración de betahidroxibutirato (BHB).

Para la realización del análisis estadístico se clasificaron los animales en diferentes categorías en función de la fase de lactación (arranque de lactación sin cetosis, arranque de ►

Somos especialistas en:

- Consultoría de calidad de leche en explotaciones de España y en el extranjero
- Asesoramiento y gestión de datos para el control de RCS y mastitis
 - Visitas mensuales en granja
 - Consultoría on line
 - Asesoramiento para el control de la bacteriología
 - Chequeo sistema de lavado sala de ordeño y tanque de enfriamiento
 - Prueba de la ATP luciferasa
- Programas de formación del personal de ordeño
- Revisiones estáticas y dinámicas de máquina de ordeño (VaDia)
- Implantación y desarrollo de programas de certificación
 - Guías de buenas prácticas
 - Bienestar animal
 - Huella de carbono
 - Pliegos privados
- Charlas formativas para cooperativas, industrias lácteas y farmacéuticas, tomadores de muestras, grupos veterinarios...



Gescal veterinarios, S.L.P.

Tfnos: 689 123 195 / 669 366 149 | gescalveterinarios@gmail.com

GesQal
veterinarios, S.L.P.

Tabla 1. Distribución por cuartiles del ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (g/100 g de ácidos grasos) en las muestras de leche en Galicia

	25	50	75
C14:0	9,7	11,1	12,2
C16:0	29,4	31,9	34,3
C18:0	8,7	9,6	10,8
C18:1	20,5	22,3	24,5
AGS	67,9	70,8	73,2
AGMI	23,5	25,5	28,0
AGPI	2,7	3,1	3,5
AGCC	9,8	10,4	11,0

lactación con cetosis, pico de lactación, lactación media y lactación tardía), número de parto (1.º, 2.º y ≥ 3.º parto), alimentación (pastoreo, ensilado de hierba, ensilado de maíz y ensilados de hierba y maíz).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra la distribución por cuartiles (o percentiles) de los ácidos grasos estudiados. La interpretación de esta gráfica consiste en ver cuál es el promedio de AG en las vacas que producen los niveles más bajos (cuartil 25) o en los más altos (cuartil 75), para tener referencia del grado de oscilación de los valores que presentan los AG.

La idea que queremos transmitir es que no existe un valor óptimo para cada tipo de ácido graso de la leche, ya que tienen variaciones en función de determinadas variables, si bien el percentil 50 nos da una referencia de los valores medios que se encuentran en las ganaderías incluidas en el estudio.

Efectos de la alimentación

Según los estudios previos realizados en este campo, la dieta juega un papel importante en la determinación de la composición de ácidos grasos de la leche en bovino, por lo que existe un número mayor de estudios relacionados con la nutrición en comparación con otros factores.

Los resultados de este estudio muestran que las dietas a base de pastoreo o ensilado de hierba reflejaron un mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados en la leche que aquellas basadas

parcial o totalmente en ensilado de maíz (figura 1). Por el contrario, encontramos que las raciones basadas en ensilado de maíz de manera única o junto con silo de hierba, tenían mayores concentraciones de ácidos grasos saturados.

Como era esperado, las concentraciones de ácidos mirístico y palmítico fueron más elevadas conforme mayor era la cantidad de silo de maíz que contenían las raciones, mostrando la concentración de ácido esteárico un patrón contrario. Además, sustituir el ensilado de maíz por raigrás aumenta las proporciones de ácidos grasos insaturados, al tiempo que disminuyen los saturados.

Cabe mencionar que en sistemas de producción ecológica y en los sistemas donde la dieta de los animales se basa principalmente en el pastoreo de hierba fresca (>80 %), el porcentaje de ácidos grasos saturados en la leche es más baja, y aumentan las concentraciones de insaturados en comparación con los sistemas intensivos. Esto se podría explicar por la alimentación con mayores cantidades de hierba (fresca o ensilada) y menor cantidad de concentrados.

Si bien hay estudios que reportan diferencias marcadas entre la hierba fresca y el forraje conservado en lo que respecta a la proporción de los distintos ácidos grasos, estas no fueron tan marcadas en nuestro estudio, probablemente debido a que la suplementación de concentrado es más relevante en Galicia que en otras regiones como Irlanda, Países Bajos o Nueva Zelanda, de donde proceden estudios similares.

Las diferencias en la composición de ácidos grasos en función del tipo de alimentación se deben a la diferente actuación de los microorganismos ruminales en función de la composición del alimento. Así, los resultados encontrados en este trabajo pueden ser debido a la diferencia en la composición de almidón entre el ensilado de maíz (de un 10 a un 34,2 % en MS) y el ensilado de hierba (0,2-0,5 %). La alta ingesta de almidón está asociada a un nivel más alto de ácidos grasos saturados en la leche, en contraste con la ingesta de grandes cantidades de ácidos grasos poliinsaturados procedentes del pasto, que da como resultado la producción de leche rica en ácido oleico y ácido linoleico conjugado (CLA) y un descenso en la proporción de ácidos grasos saturados.

► SUSTITUIR EL ENSILADO DE MAÍZ POR RAIGRÁS AUMENTA LAS PROPORCIONES DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS, AL TIEMPO QUE DISMINUYEN LOS SATURADOS

Número de parto

Las concentraciones de ácido oleico y ácidos grasos monoinsaturados fueron mayores en las vacas primíparas, mientras que las concentraciones de ácido palmítico y ácidos grasos saturados y de cadena corta tendieron a ser mayores en las vacas adultas (figura 2).

Estos hallazgos concuerdan con otros estudios, en los cuales las vacas de primer parto tendían a tener mayores proporciones de ácidos grasos insaturados y oleico, y menores concentraciones de ácidos grasos saturados y palmítico al compararlas con las vacas adultas. Aun así, algunos de estos estudios mostraron que a partir del 3.º parto las vacas presentaban mayores concentraciones de ácidos grasos insaturados que las vacas de 2.º parto.

La glándula mamaria de las vacas de primer parto es menos activa que la de las adultas, por lo que las primizas presentan una menor síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria, lo que podría explicar las menores proporciones de ácidos grasos *de novo* (los que se sintetizan en la glándula mamaria), encontrados en las vacas de primer parto. Otra explicación para estos resultados es que habitualmente las vacas de 2.º parto reciben una mayor cantidad de concentrado en la dieta ►►



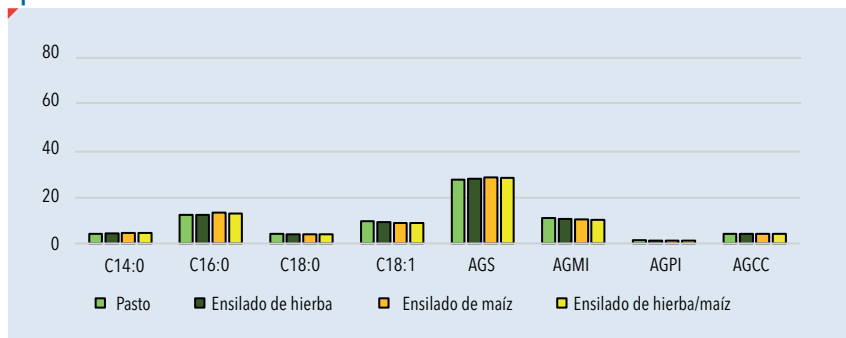
Plataforma de integración y gestión de datos online



ceva.salud-animal@ceva.com
Tel. 902 367 218
www.ceva.es



Figura 1. Concentraciones medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (g/100 g de ácidos grasos) en muestras de leche de frisona en Galicia en función del tipo de ración



► LAS DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ALIMENTACIÓN SE DEBEN A LA DIFERENTE ACTUACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS RUMINALES SEGÚN LA COMPOSICIÓN DEL ALIMENTO

Figura 2. Concentraciones medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (g/100 g de ácidos grasos) en muestras de leche de frisona en Galicia en función del número de parto

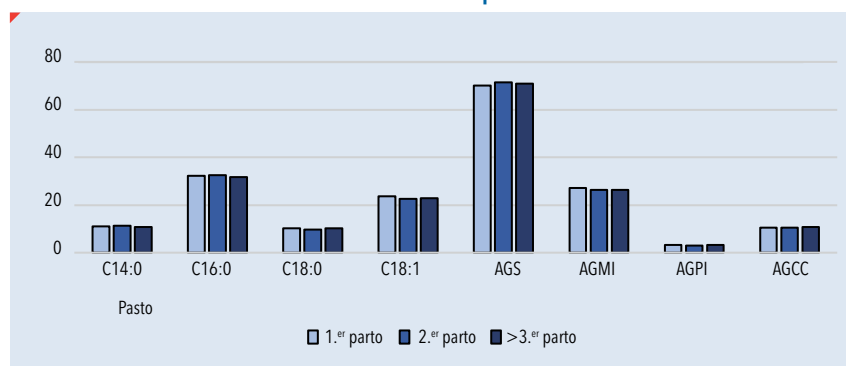
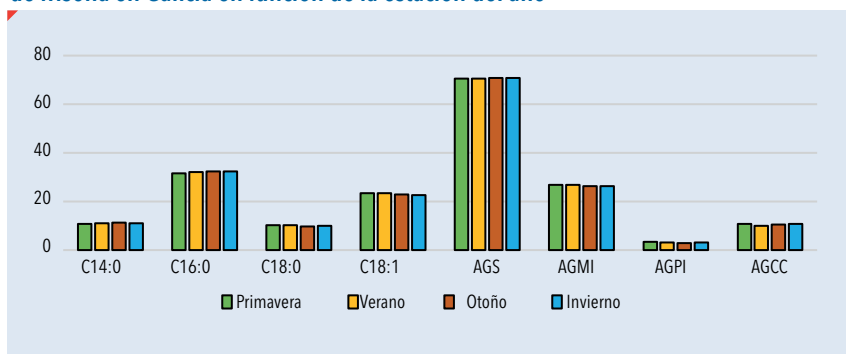


Figura 3. Concentraciones medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (g/100 g de ácidos grasos) en muestras de leche de frisona en Galicia en función de la estación del año



mentación y con cambios en la disponibilidad y calidad del pasto a lo largo del año. Dado que las variaciones estacionales en distintos países tienen una gran variabilidad, no se encuentran en la bibliografía resultados uniformes respecto del perfil de ácidos grasos en función de la estación del año.

En nuestro estudio encontramos un pico de ácidos grasos poliinsaturados en la leche de primavera y principios del verano asociados a los cambios en la composición de la hierba que ocurren en ese momento. En cualquier caso, estos resultados están influenciados por la proporción entre el forraje y el concentrado de la ración. Podríamos concluir que el efecto de la estación está relacionado en gran medida con la alimentación de los animales, ya que el pastoreo estacional se confirmó como el factor principal que afecta a la variación del perfil de ácidos grasos de la leche.

debido a su mayor producción respecto de las primerizas, lo que podría hacer que aumente la cantidad de ácidos grasos de cadena corta en la leche.

Estación del año

Las concentraciones de ácidos mirístico y palmítico y ácidos grasos saturados

son mayores en verano, otoño e invierno, mientras que las concentraciones de ácidos grasos insaturados son más altas en primavera (figura 3).

Las variaciones estacionales en la composición de la grasa de la leche están asociadas con diferentes factores, principalmente relacionados con la ali-

Fase de lactación

La variación de la composición de ácidos grasos a lo largo de la lactación está relacionada con la fisiología de la vaca y con el balance energético. En el arranque de lactación, las vacas se encuentran en balance energético negativo (BEN), lo que ►►



Lely Astronaut A5
100 mediciones
al día
por 0,01 €

calor/celo
temperatura
Horizon
concentrados
ingestión
collar
confort
vaca
recuento celular
libertad
Margen
rapidez
desinfección
calidad
TB
TP
rumia
leche
limpieza
ordeño
rapidez
fiabilidad
eficiencia
producción
cepillo
personalizada
colorimetría
clic
peso
pulsación
rendimientos
conductividad
fácil
detección
rapidez
celular

Elija precisión
a un costo menor

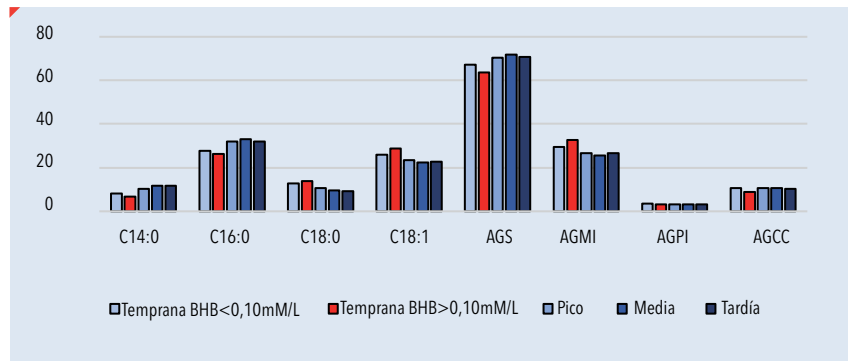
Para su proyecto de robotización,
contáctenos al +34 (0) 667949398



www.lely.com



Figura 4. Concentraciones medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (g/100 g de ácidos grasos) en muestras de leche de frisona en Galicia en función de la fase de lactación



► EL PASTOREO ESTACIONAL SE CONFIRMÓ COMO EL FACTOR PRINCIPAL QUE AFECTA A LA VARIACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE

causa la movilización de la grasa corporal que se incorpora a la leche.

En general, la leche de las vacas en el arranque de lactación tiene mayores proporciones de ácidos grasos monoinsaturados, particularmente oleico, mientras que las concentraciones de ácidos mirístico y palmítico y ácidos grasos de cadena corta tienden a aumentar conforme la lactación progresa (figura 4). Por el contrario, las concentraciones de ácidos esteárico y oleico e insaturados descienden conforme la lactación progresa.

Las vacas que están en balance energético negativo movilizan sus reservas corporales de grasa, lo que lleva a un aumento de las proporciones de los ácidos esteárico y oleico en la grasa de la leche.

La cetosis es una patología metabólica que ocurre principalmente en el arranque de la lactación cuando los animales experimentan un balance energético negativo y que se caracteriza por la presencia de altos niveles de cuerpos cetónicos en la sangre, de los cuales el más común es el betahidroxibutirato (BHB). Esta patología es una de las más frecuentes y costosas en las vacas de alta producción lechera, y su diagnóstico se basa principalmente en el análisis de la concentración de BHB.

Tomando como referencia para el diagnóstico de la cetosis en el posparto el nivel de BHB $\geq 0,10$ mm/L, se vio que las vacas afectadas presentaron menores concentraciones de ácidos mirístico y palmítico y de ácidos grasos saturados, poliinsaturados y de cadena corta, y mayores proporciones de ácidos esteárico, oleico y ácidos grasos mo-

noinsaturados (figura 4). Otros estudios encontraron también un descenso de los ácidos grasos sintetizados *de novo* y de los ácidos grasos de cadena media en la leche de las vacas con cetosis, lo que puede deberse a que la glándula mamaria está metabólicamente menos activa.

El hecho de que las concentraciones de ácidos grasos de cadena larga e insaturados aumente en las vacas con cetosis puede estar relacionado con una acidosis ruminal debido a una menor ingesta de materia seca y a una mayor velocidad de paso del alimento por el tracto gastrointestinal. Así, una elevada proporción de ácido oleico en la grasa de la leche podría ser un buen indicador para detectar balance energético negativo.

Conforme la lactación progresa, la proporción de ácidos grasos sintetizados *de novo* y de cadena media aumenta, mientras que la proporción de ácidos grasos de cadena larga disminuye.

CONCLUSIONES

Las variables analizadas en este estudio tienen influencia significativa en el perfil de ácidos grasos de la leche. Los animales alimentados total o parcialmente en base a ensilado de maíz presentan mayores concentraciones de ácidos mirístico y palmítico y ácidos grasos saturados y menores de ácido esteárico y poliinsaturados que los animales en pastoreo.

Las vacas de 2.º parto tuvieron mayores concentraciones de ácido palmítico y ácidos grasos saturados y de cadena corta que las primíparas.

Las concentraciones de ácidos in-

saturados y de cadena corta son mayores en primavera, mientras que las de ácidos mirístico y palmítico y ácidos grasos saturados descienden con respecto a las otras estaciones.

Finalmente, teniendo en cuenta la fase de lactación, las concentraciones de ácidos mirístico y palmítico, así como de ácidos grasos saturados disminuyeron en las vacas en lactación temprana con cetosis comparado con las sanas, y aumentaron en el pico, medio y final de lactación. Las concentraciones de ácidos esteárico, oleico y monoinsaturados siguieron el patrón contrario.

El hecho de que el perfil de ácidos grasos esté asociado con la salud animal, con las propiedades organolépticas de la leche o incluso con las emisiones de metano resalta la importancia de estudiar cómo afectan a los factores anteriores a la variación de la composición de ácidos grasos de la leche. ■

NOTA DE LOS AUTORES

Los autores le agradecen a Africor Lugo su ayuda en la obtención de datos. Las referencias bibliográficas utilizadas en este artículo están a disposición de los lectores que lo deseen.



KESSENT® y LysiGEM™

LIDERANDO UNA
GANADERÍA MÁS SOSTENIBLE

La metionina y la lisina son los dos aminoácidos esenciales más limitantes para la producción lechera en los rumiantes.

Los beneficios de la metionina y la lisina son bien conocidos pero, cuando se utilizan de forma concertada, proporcionan beneficios adicionales más allá de la suplementación con el aminoácido individual. Sin su inclusión nunca podremos llegar a maximizar ni optimizar nuestra producción.

KEMIN, como único proveedor de metionina y lisina ampliamente contrastadas, pone a su disposición KESSENT y LYSIGEM.

KEMIN
RUMINANT
ESSENTIALITIES

[kemin.com/
ruminant-essentialities](https://kemin.com/ruminant-essentialities)

