



Factores que afectan á composición dos ácidos graxos no leite das vacas frisoas en Galicia

A continuación describimos o traballo de investigación que levamos a cabo co obxectivo principal de analizar as concentracións dos principais ácidos graxos no leite de vacas frisoas e estudar que relacións existen con distintas variables: tipo de ración, número de parto, estación do ano e fase de lactación.

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

Departamento de Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidade de Santiago de Compostela (USC)

INTRODUCCIÓN

Nos últimos anos, a composición de ácidos graxos está despertando interese entre os consumidores, xa que inflúe nas propiedades nutricionais, físicas e de sabor dos pro-

ductos lácteos e, por outra banda, están a ser unha ferramenta de control da saúde e manexo que se fai dos animais, suscitando o interese dos gandeiros.

A graxa que conforma o leite sintetízase a partir de máis de 400 ácidos

graxos diferentes; polo tanto a graxa máis complexa é a de orixe natural. Aínda así, a maioría destes ácidos graxos están presentes en cantidades mínimas e só 15 deles se atopan en niveis superiores ao 1 %. Os máis abundantes son ácido palmítico (C16:0), ácido oleico (C18:1), ácido mirístico (C14:0) e ácido esteárico (C18:0), que no leite de vacas de raza frisoa representan un 31,9 %, 22,3 %, 11,1 % e 9,6 % do total de ácidos graxos, respectivamente.

Os AG clasifícanse segundo a lonxitude da cadea (número de átomos de carbono) e o seu grao de saturación (número de dobres enlaces).

Así, clasifícanse en AG de cadea curta (14 átomos de carbono ou menos), cadea media (16) ou longa (17 ou máis). Referíndonos ao grao de saturación serían saturados ou insaturados. Estes últimos, a súa vez poderían ser monoin-saturados ou poliinsaturados.

► A DIETA XOGA UN PAPEL IMPORTANTE NA DETERMINACIÓN DA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE EN BOVINO

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

Proporción típicas de ácidos graxos no leite:

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

Se nos referimos á súa orixe, os ácidos graxos do leite de vaca proceden de dúas vías principais: os sintetizados na glándula mamaria, chamados *de novo*, e os procedentes da dieta ou da mobilización das reservas corporais de graxa, chamados “preformados”. Os ácidos graxos procedentes destas dúas vías difiren en canto á súa estrutura, sendo os sintetizados *de novo* principalmente de cadea curta, mentres que os procedentes da dieta son de cadea longa. Os de cadea media poden ter ambas as orixes.

OBXECTIVO

O obxectivo principal deste estudo foi analizar as concentracións dos principais ácidos graxos no leite de vacas frisoas e estudar que relacións existen con distintas variables, como o tipo de ración, o número de parto, a estación do ano e a fase de lactación.

MATERIAL E MÉTODOS

Os datos utilizados neste estudo proceden de 1.557 vacas de raza frisoa, recollidos en Galicia entre 2018 e 2019, a través do Control Leiteiro. Mediuse a produción diaria de leite e analizáronse as porcentaxes de graxa e proteína, a composición de ácidos graxos e a concentración de betahidroxibutirato (BHB).

Para a realización da análise estatística clasificáronse os animais en diferentes categorías en función da fase de lactación (arranque de lactación sen cetose, arranque de lactación con cetose, pico de lactación, lactación media e lactación tardía), ►►

Somos especialistas en:

- Consultoría de calidad de leite en explotaciónes 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.

Táboa 1. Distribución por cuartís do ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e ácidos graxos de cadea curta (AGCC) (g/100 g de ácidos graxos) nas mostras de leite 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

número de parto (1.º, 2.º e ≥ 3.º parto), alimentación (pastoreo, ensilado de herba, ensilado de millo e ensilados de herba e millo).

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Na táboa 1 amósase a distribución por cuartís (ou percentís) dos ácidos graxos estudados. A interpretación desta gráfica consiste en ver cal é a media de AG nas vacas que producen os niveis máis baixos (cuartil 25) ou nos máis altos (cuartil 75), para ter referencia do grao de oscilación dos valores que presentan os AG.

A idea que queremos transmitir é que non existe un valor óptimo para cada tipo de ácido graxo do leite, xa que teñen variacións en función de determinadas variables, se ben o percentil 50 dános unha referencia dos valores medios que se atopan nas ganderías incluídas no estudo.

Efectos da alimentación

Segundo os estudos previos realizados neste campo, a dieta xoga un papel importante na determinación da composición de ácidos graxos do leite en bovino, polo que existen un número maior de estudos relacionados coa nutrición en comparación con outros factores.

Os resultados deste estudo amosan que as dietas a base de pastoreo ou ensilado de herba reflectiron un maior contido de ácidos graxos poliinsaturados no leite que aquelas baseadas parcial ou totalmente en ensilado de millo (figura 1). Pola contra, atopamos que as racións ba-

seadas en ensilado de millo de xeito único ou xunto con silo de herba, tiñan maiores concentracións de ácidos graxos saturados.

Como era esperado, as concentracións de ácidos mirístico e palmítico foron máis elevadas conforme maior era a cantidade de silo de millo que contiñan as racións, amosando a concentración de ácido esteárico un patrón oposto. Ademais, substituír o ensilado de millo por raigrás aumenta as proporcións de ácidos graxos insaturados, ao tempo que diminúen os saturados.

Cabe mencionar que en sistemas de produción ecolóxica e nos sistemas onde a dieta dos animais se basea principalmente no pastoreo de herba fresca (>80 %), a porcentaxe de ácidos graxos saturados no leite é máis baixa, aumentando as concentracións de insaturados en comparación cos sistemas intensivos. Isto poderíase explicar pola alimentación con maiores cantidades de herba (fresca ou ensilada) e menor cantidade de concentrados.

Se ben hai estudos que reportan diferenzas marcadas entre a herba fresca e a forraxe conservada no que respecta á proporción dos distintos ácidos graxos, estas non foron tan marcadas no noso estudo, probablemente debido a que a suplementación de concentrado é máis relevante en Galicia que noutras rexións coma Irlanda, Os Países Baixos ou Nova Zelandia de onde proceden estudos similares.

As diferenzas na composición de ácidos graxos en función do tipo de alimentación débense á diferente actuación dos microorganismos ruminais en función da composición do alimento. Así, os resultados encontrados neste traballo poden ser debidos á diferenza na composición de amidón entre o ensilado de millo (dun 10 a un 34,2 % en MS) e o ensilado de herba (0,2-0,5 %). A alta inxestión de amidón está asociada cun nivel máis alto de ácidos graxos saturados no leite, en contraste coa inxestión de grandes cantidades de ácidos graxos poliinsaturados procedentes do pasto, que dá como resultado a produción de leite rico en ácido oleico e ácido linoleico conxugado (CLA) e un descenso na proporción de ácidos graxos saturados.

► **SUBSTITUÍR O ENSILADO DE MILLO POR RAIGRÁS AUMENTA AS PROPORCIÓNS DE ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS, AO TEMPO QUE DIMINÚEN OS SATURADOS**

Número de parto

As concentracións de ácido oleico e ácidos graxos monoinsaturados foron maiores nas vacas primíparas, mentres que as concentracións de ácido palmítico e ácidos graxos saturados e de cadea curta tenderon a ser maiores nas vacas adultas (figura 2).

Estes achados concordan con outros estudos, onde as vacas de primeiro parto tendían a ter maiores proporcións de ácidos graxos insaturados e oleico, e menores concentracións de ácidos graxos saturados e palmítico ao comparalas coas vacas adultas. Aínda así, algúns destes estudos amosaron que a partir do 3.º parto as vacas presentaban maiores concentracións de ácidos graxos insaturados que as vacas de 2.º parto.

A glándula mamaria das vacas de primeiro parto é menos activa que a das adultas, polo que as primeirizas presentan unha menor síntese de ácidos graxos na glándula mamaria, o que podería explicar as menores proporcións de ácidos graxos “de novo” (os que se sintetizan na glándula mamaria), encontrados nas vacas de primeiro parto. Outra explicación para estes resultados ►►



Plataforma de integración y gestión de datos online



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



Figura 1. Concentracións medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e ácidos graxos de cadea curta (AGCC) (g/100 g de ácidos graxos) en mostras de leite de frisoa en Galicia en función do tipo de ración

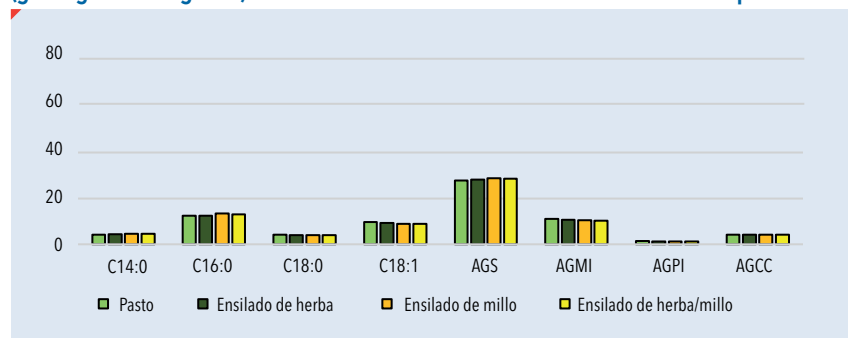


Figura 2. Concentracións medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e ácidos graxos de cadea curta (AGCC) (g/100 g de ácidos graxos) en mostras de leite de frisoa en Galicia en función do número de parto

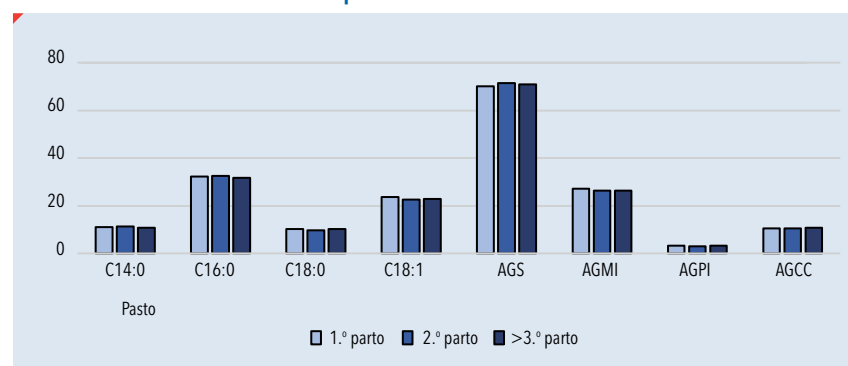
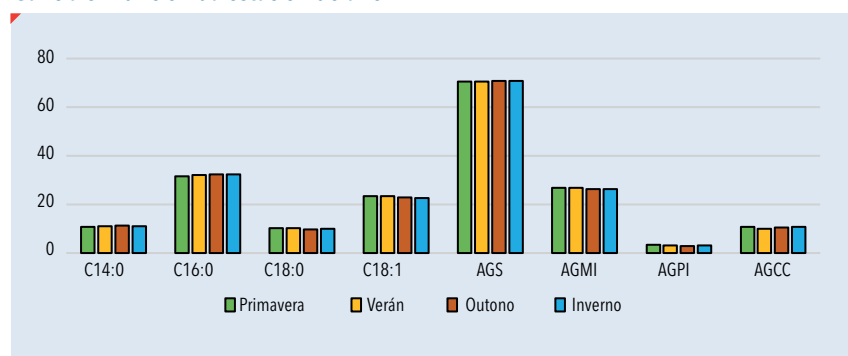


Figura 3. Concentracións medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e ácidos graxos de cadea curta (AGCC) (g/100 g de ácidos graxos) en mostras de leite de frisoa en Galicia en función da estación do ano



é que habitualmente as vacas de 2.º parto reciben unha maior cantidade de concentrado na dieta debido á súa maior produción respecto das primeirizas, o que podería facer que aumente a cantidade de ácidos graxos de cadea curta no leite.

Estación do ano

As concentracións de ácidos mirístico e palmítico e ácidos graxos saturados son maiores no verán, outono e inverno, mentres que as concentracións de ácidos graxos insaturados son máis altas na primavera (figura 3).

As variacións estacionais na composición da graxa do leite están asociadas con diferentes factores, principalmente relacionados coa alimentación e con cambios na dispoñibilidade e calidade do pasto ao longo do ano. Dado que as variacións estacionais en distintos países teñen unha gran variabilidade, non se atopan na bibliografía resultados uniformes respecto do perfil de ácidos graxos en función da estación do ano.

No noso estudo atopamos un pico de ácidos graxos poliinsaturados no leite de primavera e principios do verán asociados cos cambios na composición da herba que ocorren nese momento. En calquera caso, estes resultados están influenciados pola proporción entre a forraxe e o concentrado da ración. Poderíamos concluír que o efecto da estación está relacionado en gran medida coa alimentación dos animais, xa que o pastoreo estacional se confirmou como o factor principal que afecta á variación do perfil de ácidos graxos do leite.

Fase de lactación

A variación da composición de ácidos graxos ao longo da lactación ►►

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
celular

***Elija precisión
a un costo menor***

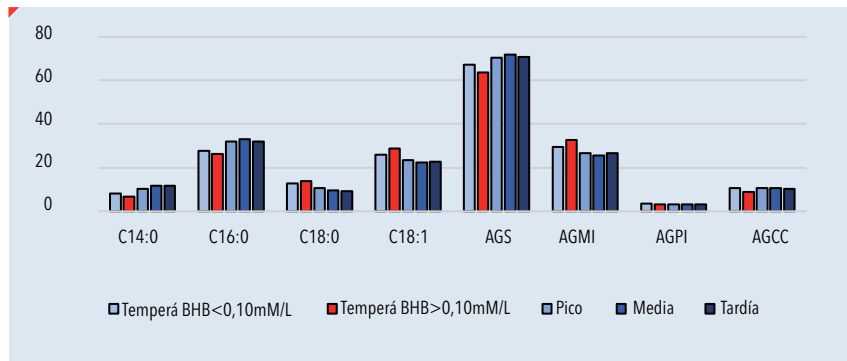
**Para su proyecto de robotización,
contáctenos al +34 (0) 667949398**



www.lely.com



Figura 4. Concentracións medias de ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e ácidos graxos de cadea curta (AGCC) (g/100 g de ácidos graxos) en mostras de leite de frisoa en Galicia en función da fase de lactación



► O PASTOREO ESTACIONAL CONFIRMOUSE COMO O FACTOR PRINCIPAL QUE AFECTA Á VARIACIÓN DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE

está relacionada coa fisioloxía da vaca e co balance enerxético. No arranque de lactación, as vacas atópanse en balance enerxético negativo (BEN), o que causa a mobilización da graxa corporal que se incorpora ao leite.

En xeral, o leite das vacas no arranque de lactación ten maiores proporcións de ácidos graxos monoinsaturados, particularmente oleico, mentres que as concentracións de ácidos mirístico e palmítico e ácidos graxos de cadea curta tenden a aumentar conforme a lactación progresa (figura 4). Pola contra, as concentracións de ácidos esteárico e oleico e insaturados descenden conforme a lactación progresa.

As vacas que están en balance enerxético negativo mobilizan as súas reservas corporais de graxa, o que leva a un aumento das proporcións dos ácidos esteárico e oleico na graxa do leite.

A cetose é unha patoloxía metabólica que ocorre principalmente no arranque da lactación cando os animais experimentan un balance enerxético negativo e que se caracteriza pola presenza de altos niveis de corpos cetónicos no sangue, dos cales o máis común é o betahidroxibutirato (BHB). Esta patoloxía é unha das máis frecuentes e custosas nas vacas de alta produción leiteira, e o seu diagnóstico baséase principalmente na análise da concentración de BHB.

Tomando como referencia para o diagnóstico da cetose no posparto o nivel de BHB $\geq 0,10$ mM/L, viuse que as vacas afectadas presentaron menores concentracións de ácidos mirístico e palmítico e de ácidos graxos saturados, poliinsaturados e de cadea curta,

e maiores proporcións de ácidos esteárico, oleico e ácidos graxos monoinsaturados (figura 4). Outros estudos atoparon tamén un descenso dos ácidos graxos sintetizados “de novo” e dos ácidos graxos de cadea media no leite das vacas con cetose, o que pode deberse a que a glándula mamaria está metabolicamente menos activa.

O feito de que as concentracións de ácidos graxos de cadea longa e insaturados aumente nas vacas con cetose pode estar relacionado cunha acedose ruminal debido a unha menor inxestión de materia seca e a unha maior velocidade de paso do alimento polo tracto gastrointestinal. Así, unha elevada proporción de ácido oleico na graxa do leite podería ser un bo indicador para detectar balance enerxético negativo.

Conforme a lactación progresa, a proporción de ácidos graxos sintetizados *de novo* e de cadea media aumenta, mentres que a proporción de ácidos graxos de cadea longa diminúe.

CONCLUSIÓN

As variables analizadas neste estudo teñen influencia significativa no perfil de ácidos graxos do leite. Os animais alimentados total ou parcialmente en base a ensilado de millo presentan maiores concentracións de ácidos mirístico e palmítico e ácidos graxos saturados e menores de ácido esteárico e poliinsaturados que os animais en pastoreo.

As vacas de 2.º parto tiveron maiores concentracións de ácido palmítico e ácidos graxos saturados e de cadea curta que as primíparas.

As concentracións de ácidos insaturados e de cadea curta son maiores na primavera, mentres que as de ácidos mirístico e palmítico e ácidos graxos saturados descenden con respecto ás outras estacións.

Finalmente, tendo en conta a fase de lactación, as concentracións de ácidos mirístico e palmítico, así como de ácidos graxos saturados diminuíron nas vacas en lactación temperá con cetose comparado coas sas, e aumentaron no pico, medio e final de lactación. As concentracións de ácidos esteárico, oleico e monoinsaturados seguiron o patrón oposto.

O feito de que o perfil de ácidos graxos estea asociado coa saúde animal, coas propiedades organolépticas do leite ou incluso coas emisións de metano resalta a importancia de estudar como afectan os factores anteriores á variación da composición de ácidos graxos do leite. ■

NOTA DOS AUTORES

Os autores agradécenlle a Africor Lugo a súa axuda na obtención de datos. As referencias bibliográficas utilizadas neste artigo están a disposición dos lectores que o desexen.



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)

