



Alteración da calidade do leite por lipólise

A lipólise é a causante da liberación de compostos graxos, responsables do aumento da acidez e das alteracións lipolíticas do leite. Neste estudo analizamos a orixe, os tipos e factores que producen esta degradación e ofrecemos algunhas pautas de manexo para lograr evitar a súa presenza e garantir un resultado óptimo dos nosos produtos lácteos.

Anna Jubert, Juan Echeverría

A lipólise e a proteólise no leite teñen as súas orixes principais: por un lado, os microorganismos segrega proteasas e lipasas termorresistentes, que se desenvolven durante a súa conservación en frío, e, polo outro, se o estado sanitario do ubre se deteriora, aumenta a cantidade de proteasas e lipasas endóxeas que se filtran do sangue ao leite, especialmente a plasmina. Así mesmo, as células somáticas liberan encimas que poden contribuír a estes fenómenos líticos no leite.

A lipólise é a hidrólise enzimática (escisión hidrolítica catalizada por encimas) da graxa do leite; a materia graxa está constituída funda-

mentalmente por triglicéridos (98 %). Na lipólise prodúcese a hidrólise enzimática dos triglicéridos por acción das lipasas, con liberación de ácidos graxos libres (AGL mono- e diglicéridos, así como glicerol. A liberación destes compostos produce un aumento da acidez do leite e unha alteración das súas propiedades organolépticas: confiren sabores desagradables ao leite (sabor xaboeiro, amargo, rancio, cetónico...) máis ou menos intensos segundo o grado de descomposición da graxa. Esta alteración da calidade do leite pode resultar determinante sobre a calidade final de certos produtos lácteos como a manteiga, a crema e o leite en po enteiro.

A intensificación do sistema de produción asociado ao uso de equipamento de muxido cada vez máis complexo, o arrefriamento e almacenamento do leite por períodos de

► A LIPÓLISE ESTÁ OCASIONADA FUNDAMENTALMENTE POR UNHA ENCI MA ENDÓXENA, A LIPOPROTEÍNA-LIPASA, CUXA FUNCIÓN NORMAL É A LIBERACIÓN DE ÁCIDOS GRAXOS DAS LIPOPROTEÍNAS E QUILOMICRÓNS DO SANGUE

tempos prolongados, o transporte en cisternas e os numerosos bombeos aos que o leite se somete son algúns dos factores que explican o incremento desta problemática.

ORIXE E MECANISMO

Normalmente, no leite cru non se produce ningunha hidrólise espontánea, aínda que algúns leites individuais tendan a iso. A lipólise neles está ocasionada fundamentalmente por unha encima endóxena, alipoproteína-lipasa, cuxa función normal é a liberación de ácidos graxos das lipoproteínas e quilomicróns do sangue. As condicións óptimas para a actividade desta encima son un pH de ao redor de 8 e unha temperatura de 37 °C, ás cales os catiónsdivalentes (Ca^{2+}) modulan positivamente a reacción.

No leite, en condicións normais, a membrana do glóbulo graxo, de natureza fosfolipídica e lipoproteica, protexe os triglicéridos da acción das encimas lipolíticas (lipasas). Así pois, a membrana nativa do glóbulo graxo

confírelle unha grande estabilidade como emulsión e protección fronte á lipólise. O pH do leite (6,6-6,8) está relativamente lonxe do pH óptimo para a actuación das lipasas (7,5-8). Ademais, a actividade da lipasa é debilitada pola súa asociación ou oclusión coas micelas de caseína na fase acuosa, impedindo o contacto coa fase graxa, e tamén pola presenza de inhibidores da lipólise. Desta forma, as encimas lipolíticas naturais deste alimento atópanse perfectamente separadas dos triglicéridos, polo que no leite normal apenas existe a posibilidade de que se produza lipólise.

Aqueles tratamentos que alteran ou modifican a integridade da membrana do glóbulo graxo como a homoxeneización, a axitación, os cambios bruscos e repetidos de temperatura, e as posibles modificacións do pH favorecen que a graxa sexa accesible á lipasa, o proceso encimático comece e teña lugar o enranciamiento. Por iso son de grande importancia as condicións nas que se desenvolve o ►►

2 Soluciones PREMIUM para el control celular

POWER BLUE MIX



SELLADOR MARCANTE DE DIÓXIDO

POTENTE ACCIÓN DESINFECTANTE

▼
Fungicidas
Bactericidas
Viricidas

FUERTE EFECTO MARCANTE

▼
Aplicación muy visible

HMVIR FILM +



SELLADOR CON NUESTRA EXCLUSIVA MOLÉCULA LSA®

REFORZADOS CON AGENTES COSMÉTICOS

▼
Hidratación hasta el siguiente ordeño.

CONSUMO CONTROLADO

▼
Viscosidad óptima Sin goteo



EL NUEVO NOMBRE PARA



KERSIA IBÉRICA, S.L. Tel: 948 32 45 32 | kersiaiberica@kersia-group.com www.kersia-group.com

Táboa 1. Concentración normal de AGL no leite e produtos lácteos e niveis a partir dos cales se perciben defectos de rancidez

Produtos	AGL (mEq/l de leite ou mEq/100 g de materia graxa)	
	Concentración normal	Concentración capaz de producir defectos de rancidez
Leite e leite en po	0,3-1,0	1,5-2,0
Crema	0,5-1,2	1,7-2,1
Manteiga	0,5-1,0	2,0

▶ HAI QUE CONSIDERAR QUE A LIPÓLISE ESPONTÁNEA E A INDUCIDA PODEN ACTUAR CONXUNTAMENTE; CANDO TEMOS LEITES SENSIBLES Á LIPÓLISE, UN FACTOR PRESIDIPOÑENTE PODE ACTUAR CON MÁIS FACILIDADE

muxido e os métodos axeitados de recollida, conservación e transporte de leite.

Normalmente, a hidrólise do glóbulo graxo débese a dúas clases de lipasas: as que existen de forma natural no leite –lipasa natural (lipoproteína-lipasa endóxena)– e as producidas por determinados microorganismos –lipasas microbianas–, pero poden producir tres tipos diferentes de lipólises: espontánea, inducida e microbiana.

Así pois, a concentración final de ácidos graxos libres (AGL) no leite resulta da suma dos que existen inicialmente nesta, máis os producidos polo tres tipos de lipólises.

CONCENTRACIÓN NORMAL DE AGL E DEFECTOS DE RANCIDEZ

O grao de acidez da graxa láctea é unha medida do grao de lipólise. Este grao de acidez ou concentración de ácidos graxos libres (AGL) pode expresarse como:

- Milimoles de ácidos graxos libres por 100 gramos de materia graxa; 1 mmol de AGL/100 g de materia graxa = 1 mEq de AGL/100 g de materia graxa.
- mEq de AGL/litro de leite.
- En acidez oleica por 100 g de materia graxa: 1 mEq/100 g de materia graxa corresponde a 0,28 g de acidez oleica.

O valor normal de ácidos graxos libres (AGL) no leite é de 0,3-1,0 mEq de AGL/100 g de materia graxa; cando se eleva por encima de 1,4-1,5 o sabor rancio faise perceptible.

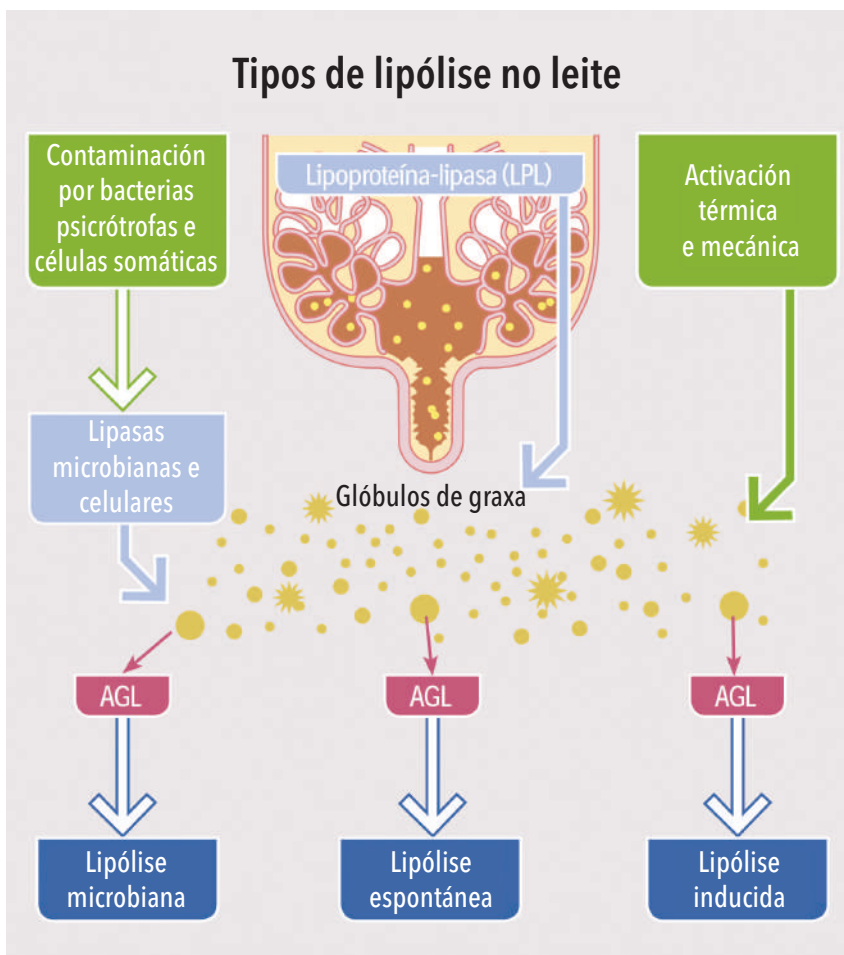
TIPOS DE LIPÓLISES

Se está causada pola actuación da lipasa natural entón falamos de lipólise espontánea e inducida. No leite de vaca existe unha lipasa natural que provén do sangue e pasa ao leite. Esta lipasa hidroliza preferentemente os ácidos graxos curtos e as ca-

deas laterais. É termosensible, sendo inactivada por tratamentos do leite a 60 °C durante 15 minutos ou a 74 °C durante 15 segundos. É sensible á luz en presenza de catalizadores. En condicións normais mantense inactiva, xa que non pode alcanzar a materia graxa, que, como dixemos anteriormente, está protexida por unha membrana.

Lipólise espontánea

Pódese definir como o nivel de AGL no leite sen máis tratamento que a súa refrixeración tras o muxido. O desenvolvemento e a intensidade da alteración están directamente relacionados co potencial lipolítico natural ▶▶



NUESTRA DEFENSA CONTRA LA MAMITIS

KENOMIX

Sellador de
dióxido de cloro

KENODIP

KENODIP 200

Sellador de
ácido láctico

KENOCIDIN

Sellador de
clorhexidina
y menta

KENOSTART

Sellador de
iodo

Disponible
también en
spray para robot

SELLADORES

CID LINES®

INATEGA - Nuevo distribuidor en España para CID LINES Ordeño

Ctra. Valdefresno, 2. 24228 Corbillos de la Sobarriba. León. Teléfono: 987 213 172

que presenta o leite. Este está ligado a factores do animal, como a raza, o estado de lactación, a xestación e o nivel de produción de leite e a outros factores como os intervalos entre muxidos, a alimentación e o estado sanitario (saúde do ubre)

Entre os factores favorecedores da lipólise espontánea destacan:

- **Influencia da herdanza (raza):** segundo diversos autores (Alais, 1985; Casado e García Álvarez, 1986), o leite das diferentes vacas non ten a mesma capacidade para o enranciamiento nas mesmas condicións.
- **Estado de lactación (momento da lactación), a xestación e o nivel de produción de leite (rendemento lácteo):** está suficientemente probada a importancia do estado de lactación no desenvolvemento de lipólise. A partir do terceiro mes de lactación e conforme avanza a xestación o nivel de lipólise espontánea aumenta. Segundo Calvet (2000), este nivel increméntase en producións moi baixas, de animais cunha produción inferior a 10 litros de leite e é maior en vacas de primeiro e segundo parto e nas de máis de sete, sempre ao final do período de lactación.
- **Intervalo entre muxidos:** a aplicación de intervalos desiguais entre muxidos provoca un leve incremento de AGL no leite obtido tras o intervalo máis curto. A maior frecuencia de muxidos tamén aumenta o nivel de AGL.
- **Estado sanitario (saúde do ubre):** no caso de animais con mastite, a concentración de AGL adoita ser maior pois a infección e inflamación asociada altera a síntese do leite, cunha maior cantidade de ácidos graxos sen esterificar (por tanto, ácidos graxos libres) que en ubres sans.
- **Metabolismo hormonal:** un metabolismo hormonal alterado, especialmente un elevado nivel de estróxenos nos quistes ováricos foliculares ou en vacas tratadas con estróxenos, aumenta a actividade lipolítica.
- **O estrés:** aumenta a lipólise. O nivel de AGL parece estar relacionado co número de postos de alimentación e cos puntos de bebida accesibles.
- **Alimentación/estación do ano:** unha alimentación mal equilibrada e que non cubra as necesidades enerxéticas leva un gran risco de lipólise, especialmente ao final da lactación. Inflúe tamén a composición da graxa dos alimentos: unha

proporción importante de ácidos graxos insaturados na herba reduce a lipólise durante a época de pasto. Na época invernal, e cando as vacas non reciben un alimento suficientemente enerxético, a graxa do leite contén unha maior proporción de ácidos graxos saturados, que está correlacionada cun aumento na lipólise (Alais, 1985; Casado e García Álvarez, 1986). Ao final da lactación, a utilización de silo de pasteiro (silo de herba) provoca un aumento da lipólise fronte a dietas baseadas en silos de millo ou herba seca.

Medidas prácticas para previr a lipólise espontánea

- Secar as vacas no momento adecuado (60 días preparto), sobre todo se os niveis de produción son baixos.
- Evitar a concentración de partos. Teríamos un maior número de vacas ao final da lactación nun momento determinado do ano.
- Non muxir máis de dúas veces ao día as vacas con baixo nivel de produción.
- Respetar un mínimo de 9 horas como intervalo máis curto entre muxidos.
- Alimentar adecuadamente os animais, evitando a subalimentación enerxética no último terzo da lactación.
- Evitar cambios bruscos na rutina de muxido e de alimentación.
- Incorporar un programa de prevención e control de mastite.

Lipólise inducida

Prodúcese cando hai unha deterioración da membrana do glóbulo graxo e permite así a acción da encima (lipasa natural). Como mencionamos antes, os principais factores que favorecen este tipo de lipólise son os mecánicos: axitacións intensas, entrada de aire no transcurso do muxido, axitacións ao comezo do enchido do tanque ou ao final do baleirado, bombeos etc., así como os cambios bruscos de temperatura (cambios térmicos) e os posibles cambios de pH.

Hai que considerar que a lipólise espontánea e a inducida poden actuar conxuntamente; cando temos leites sensibles á lipólise, un factor predispoñente pode actuar con máis facilidade (Calvet, 2000).

► UNHA ALIMENTACIÓN MAL EQUILIBRADA E QUE NON CUBRA AS NECESIDADES ENERXÉTICAS IMPLICA UN GRAN RISCO DE LIPÓLISE, ESPECIALMENTE AO FINAL DA LACTACIÓN

Factores que inflúen na lipólise inducida

As condicións nas que se desenvolve o muxido poden influír en diferentes aspectos:

- **Deseño (construción), funcionamento e mantemento das instalacións de muxido:** pódese afirmar que as entradas de aire e as turbulencias nas máquinas de muxido, responsables da formación de espuma, son unha das principais causas de lipólise.
- **Rutina de muxido aplicada:** outro factor de risco é a aplicación dunha rutina de muxido inadecuada, como entradas de aire anormais ao colocar ou retirar as teteoiras. As turbulencias que xera a entrada de aire poden danar considerablemente a estrutura do glóbulo graxo. O mesmo pasa coa práctica do escorrido para extraer os últimos chorros de leite (esta última práctica consideramos que hai que eliminala). ►►

Lely Astronaut A5

*el robot más económico
jamás probado*

30 a 80% de ahorro

El Lely Astronaut A5 consume de un 30 a un 56 %
(electricidad y agua) menos que sus competidores
y si se trata de un doble box llega
hasta a un 80%.*



Si tiene un proyecto de robotización contáctenos en el 667 94 93 98



A alteración da calidade do leite pode resultar determinante sobre a calidade final de certos produtos lácteos como a manteiga, a crema e o leite en po enteiro

► ALGUNHAS CENTRAIS LEITEIRAS TEÑEN, PARA A RECEPCIÓN DO LEITE CRU, COMO LÍMITE MÁXIMO DE RECONTO DE PSICRÓTROFOS O DE 100.000 UFC/ML



As alteracións lipolíticas son responsables de alteracións tecnolóxicas, como menor rendemento queixeiro

A este respecto pódense establecer unhas medidas prácticas ou pautas para reducir os posibles danos causados por unha inadecuada rutina de muxido:

- o Colocar rapidamente as unidades de muxido.
- o Retirar suavemente as unidades de muxido, cortando previamente o baleiro.
- o Suprimir o apurado (escorrido mecánico).
- **Incidencia da refrixeración e o equipo de frío:** debemos coñecer que a aplicación de frío constitúe un factor de activación do proceso lipolítico. A cristalización dos triglicéridos e a retracción do glóbulo graxo adoita ser a orixe da fisura da membrana. Por outra banda, a axitación que acompaña ao arrefriamento pode, por si mesma, provocar unha certa desorganización da membrana e aumentar a sensibilidade da graxa á acción das lipasas.

LIPÓLISE E ROBOT DE MUXIDO

A crecente introdución do muxido automatizado nas granxas de produción de leite de vaca deu lugar a un incremento no nivel de AGL do leite.

Nestes equipos a proporción aire/leite é maior que nos sistemas de muxido convencionais (8-10:1 fronte a 3:1), debido á inexistencia de colectores, senón de catro teteoiras independentes e tubos de menor diámetro, aínda que considerablemente máis longos, entre estas e o receptor de leite.

No muxido automatizado, o leite bombéase constantemente desde o robot de muxido ata o tanque de frío, o que implica novas estratexias de refrixeración. É recomendable que o leite se arrefría antes de ser bombeado ao tanque, xa que a produción de AGL se minimiza a 4-5 °C.

LIPÓLISE MICROBIANA

Se a lipasa natural fose a única causa de lipólise os danos serían limitados,

pero no tempo que transcorre entre o muxido e o tratamento do leite desenvólvese unha flora bacteriana de especial significado: a flora psicrótrofa. Este desenvolvemento é tanto maior canto o é o tempo que transcorre entre o arrefriamento na granxa, a recollida e o almacenamento na fábrica. É importante lembrar que o leite, despois de ser recollido na granxa, continúa sendo transportado e almacenado na industria antes da súa transformación. A concentración de AGL no leite aumenta en cada unha das etapas do proceso produtivo e de almacenamento.

O emprego das baixas temperaturas durante este almacenamento favorece o crecemento das bacterias psicrótrofas, que se desenvolven a temperaturas inferiores a 7 °C. Por tanto, a refrixeración rápida e o mantemento en frío favorecen o crecemento de bacterias psicrótrofas, e a microbiota

► UNHA BOA PRÁCTICA CONTRA A LIPÓLISE MICROBIANA É A TERMIZACIÓN, É DICIR, SOMETER O LEITE A UN TRATAMENTO TÉRMICO SUAVE (63-65 °C/15 SEGUNDOS) A SÚA CHEGADA Á FÁBRICA OU ANTES SE FOSE POSIBLE

coccus, etc., sendo principalmente as *Pseudomonas* as que se desenvolven no leite cru (particularmente *P. fluorescens* e *P. putida*).

Estas lipasas microbianas son moi termorresistentes e, aínda que os microorganismos causantes se destrúan facilmente por pasteurización e mesmo por termización, as encimas persisten e a súa acción encimática prossegue despois do tratamento térmico, mesmo a temperaturas altas.

Este feito causa graves problemas á industria láctea, especialmente na elaboración de leite e produtos lácteos esterilizados mediante o tratamento UHT, xa que as encimas que resisten o tratamento térmico teñen moito tempo para actuar, debido ao longo período de conservación destes produtos (varios meses).

Estas lipasas non dan lugar xeralmente á lipólise do leite cru, a non ser que os xermes psicrótros causantes se atopen nun gran número (>106/ml). Pola contra, a deterioración provocada polas encimas comeza a ser detectado cando o recuento de psicrótros é inferior a 106, creando problemas nos produtos lácteos de longa duración (leites UHT, queixos).

Algunhas centrais leiteiras teñen, para a recepción do leite cru, como límite máximo de recuento de psicrótros o de 100.000 UFC/ml.

Jaspe e colaboradores (1993) sinalan que nun leite producido baixo estritas condicións hixiénicas a porcentaxe de bacterias psicrótros non supera o 10 % da flora mesófila inicial; en cambio, en condicións hixiénicas desfavorables, esta proporción pode ser superior ao 75 %, chegando a ser totalmente dominante durante a refrixeración.

A presenza dun número apreciable de psicrótros no leite cru é un indicativo de falta de hixiene na produción de leite na granxa, das condicións nas que se desenvolveu a refrixeración e do tempo de almacenamento do leite previo a súa industrialización, polo que resulta necesario aplicar prácticas de hixiene rigorosas:

- Correcto mantemento dos corredores de circulación dos animais e das súas zonas de repouso.
- Correcta limpeza dos tetos antes do muxido.
- Coidadosa limpeza e desinfección de todos os utensilios leiteiros, tubaxes e tanques.

- Control regular do funcionamento do equipo de refrixeración do leite.
- Arrefriar rapidamente o leite e mantelo a 4 °C.
- Non conservar o leite máis de dous ou tres días na granxa. Recolectión do leite preferiblemente diario.
- Un aspecto fundamental é dispor para a limpeza de auga de boa calidade, xa que a auga pode ser unha fonte de bacterias psicrótros.

Unha boa práctica contra a lipólise microbiana é a termización, é dicir, someter o leite a un tratamento térmico suave (63-65 °C/15 segundos) á súa chegada á fábrica ou antes se fose posible, co fin de destruír os xermes psicrótros, moi sensibles á calor, antes de que estes proliferen máis e dean lugar á produción de lipasas. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Alais, C. Ciencia de la leche. Ed. Reverté. S.A., Barcelona, 1985.
- Calvet, E. La lipólisis en la leche de vaca. Revista Técnica del Centre Veterinari de Tona. 2000. <http://file:///F:/Lipolisis/LA LIPOLISIS EN LA LECHE DE VACA.mht>
- Callejo, A., Díaz, V. Calidad de la leche. Lipólisis. Revista Frisona Española. 2008; 166:98-102.
- Casado, P., Álvarez, J.A. La calidad de la leche y los factores que influyen en ella. Ed. Industrias Lácteas Españolas, 1986.
- Guía práctica para el control de lipólisis en la elaboración de productos lácteos Boletín FIL-IDF 246:1991.
- Jaspe, A., Matías, P., Fernández, L., San José, C. Interacciones entre la flora láctica y la flora psicrótros Gram negativa de la leche. Rev. Esp. Ciencia y Tecnología de los alimentos. 1993; 33(5):461-467.
- Taverna, M. El gusto rancio de la leche. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina, 2000.

NOTA DOS AUTORES

A fonte na que está baseada este artigo é a Guía Solomamitis, destinada aos asesores en calidade do leite <https://www.solomamitis.com/>

nativa do leite cru, predominantemente grampositiva, cambia a unha poboación gramnegativa.

Entre a flora gramnegativa no leite de tanque distinguimos dous grandes grupos: os coliformes (*Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp.) e os non coliformes (*Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Pasteurella*, *Pseudomonas* e *Xanthobacter*).

As fontes máis importantes de contaminación do leite por estas bacterias son o interior do ubre, a superficie externa do animal e os equipos de muxido, transporte e almacenamento do leite. Así pois, a súa presenza no leite asóciase normalmente a unha falta de efectividade no lavado e desinfección do material de muxido e do equipo de frío.

Dentro da flora psicrótros atópanse representados grupos de microorganismos tales como *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micro-*