



Ha-La Biotec

NÚMERO 15 | 2024

YIELDMAX®

Explorando la rentabilidad en la producción de quesos

Para el sector quesero, el rendimiento es un asunto vital desde el punto de vista económico, y lograr aprovechar al máximo los componentes lácteos del queso – en particular las proteínas y las grasas – es fundamental para que la industria sea cada vez más competitiva. Por ello, utilizar ingredientes que potencien el aprovechamiento de sólidos se ha convertido en una tarea indispensable en la búsqueda de rentabilidad. El rendimiento puede verse afectado por diferentes factores, como el manejo de la materia prima con relación a la calidad de la leche, el control y estandarización del proceso productivo y, sobre todo, la mejor recuperación de las proteínas y grasas en la producción de quesos.

BIOSOLUCIONES

Combinación de Novozymes y Chr. Hansen crea Novonesis

En diciembre de 2022, Novozymes y Chr. Hansen llegaron a un acuerdo para crear un socio global líder en biosoluciones a través de una fusión estatutaria de las dos empresas. Todas las aprobaciones y registros reglamentarios están ya en vigor y la combinación se ha completado con éxito tras el registro final en la Autoridad Empresarial Danesa el 29 de enero de 2024. Novozymes y Chr. Hansen ahora están unidas como una de las principales empresas de biosoluciones del mundo. Novonesis reúne la fuerza de ambas organizaciones y las maravillas de la biología, combinando innovación y desarrollo de biosoluciones transformadoras para mejorar la manera en que producimos, consumimos y vivimos.

La nueva empresa será un líder mundial con una amplia “caja de herramientas biológicas” y una cartera diversificada en mercados atractivos. El grupo tendrá unos ingresos anuales de aproximadamente 4 billones de euros. Operará una red internacional de centros de I+D y plantas de producción, empleando cerca de 10 mil

empleados orientados a objetivos inspirados por el poder de las biosoluciones. Novonesis continuará creando poderosas soluciones para clientes y socios basadas en más de 100 años de innovación y experiencia, generando un impacto significativo y positivo en la sociedad y el planeta.

Novonesis

El nombre Novonesis procede de las raíces clásicas de la ciencia. “Génesis” significa “origen” o “principio” en griego. Al elegir una palabra con raíz griega, la empresa rinde homenaje a los antiguos pensadores griegos (de Pitágoras a Aristóteles) que desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia tal y como la conocemos hoy en día. El nombre “Novo” (nuevo) se asocia con una fuerte capacidad científica, una mentalidad orientada por un propósito, una hegemonía nórdica, así como una gran contribución social. Todos son activos y valores compartidos por la futura empresa combinada.



Ácidos grasos en la grasa de la leche

Composicion

GLICEROL	→	ÁCIDO GRASO
	→	ÁCIDO GRASO
	→	ÁCIDO GRASO
GLICEROL	→	ÁCIDO BUTÍRICO
	→	ÁCIDO BUTÍRICO
	→	ÁCIDO BUTÍRICO
GLICEROL	→	ÁCIDO BUTÍRICO
	→	ÁCIDO ESTEARÍCO
	→	ÁCIDO OLEÍCO

Principales ácidos grasos en la grasa de la leche

Ácido graso	% total de ácidos grasos	Punto de fusión (°C)	Número de átomos			
			H	C	O	
SATURADO						
Ácido butírico	3.0 - 4.5	-7.9	8	4	2	Líquido a temperatura ambiente
Ácido capríico	1.3 - 2.2	-15	12	6	2	
Ácido caprílico	0.8 - 2.5	+18.5	16	8	2	
Ácido cáprico	1.8 - 3.8	+31.4	20	10	2	
Ácido láurico	2.0 - 5.0	+43.6	24	12	2	
Ácido mirístico	7.0 - 11.0	+53.8	28	14	2	Sólido a temperatura ambiente
Ácido palmítico	25.0 - 29.0	+62.6	32	16	2	
Ácido esteárico	7.0 - 3.0	+69.3	36	18	2	
INSATURADO						
Ácido oleico	30.0 - 40.0	+14.0	34	18	2	
Ácido linoleico	2.0 - 3.0	-5.0	32	18	2	
Ácido linoleico	hasta 1.0	-5.0	30	18	2	
Ácido araquidónico	hasta 1.0	-49.5	32	20	2	Líquido a temperatura ambiente

Al observar la valoración de los componentes de la leche para aprovechar las mejores oportunidades de mercado, es posible identificar el potencial de la grasa de la leche para captar valor en el proceso productivo. Sabemos que los precios varían entre las regiones, pero analizando por ejemplo el escenario en Brasil en el siguiente gráfico, concluimos que el precio de la materia grasa, ya sea en forma de mantequilla o crema a granel, se ha destacado en comparación con el precio de la mozzarella, señalando así que la reducción de la grasa de la leche en la fabricación de queso se convierte en un factor muy interesante a tener en cuenta en el ámbito industrial.

¿Cómo la grasa está presente en la leche?

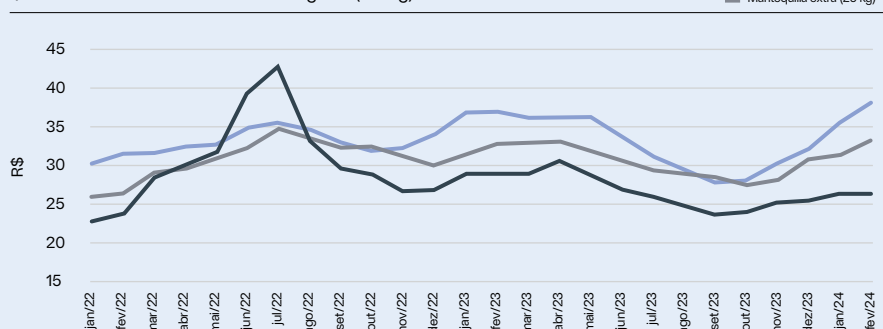
La leche bovina contiene entre un 3 y un 5 % de grasa en forma de emulsión, formada por pequeños glóbulos de tamaño medio de 3 a 4 μm , estabilizados por una membrana muy fina. Hay alrededor de 15000 millones de glóbulos de grasa por mililitro de leche, que pueden variar según la raza, la etapa de lactancia y la dieta del animal. La grasa de la leche está compuesta predominantemente por triglicéridos, que representan, aproximadamente, el 98 % de la fracción lipídica total y el 2 % restante se compo-

ne de monoglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos, fosfolípidos, esteroides y vitaminas liposolubles (A, D, E y K). El triglicérido es la combinación de una molécula de glicerol más 3 de ácidos grasos, es decir, cada glicerol se une a tres moléculas de ácidos grasos; sin embargo, hay diferentes combinaciones de ácidos grasos en un solo triglicérido debido a la gran variedad de este componente en la leche (ver gráfico anterior).

Composición de la membrana del glóbulo de grasa

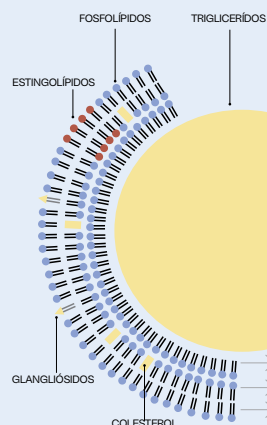
La membrana que envuelve el glóbulo de grasa está compuesta principalmente de fosfolípidos y proteínas (ver figura en la página 3). Presenta funciones importantes y actúa como una barrera entre la fase acuosa de la leche y los triglicéridos, que son hidrófobos y no tienen afinidad con el agua, además de aislar y proteger los glóbulos frente a la acción de enzimas (Lipasas).

Precios recibidos por la industria en Brasil
Queso mozzarella en barra x materia grasa (R\$/kg)



Glóbulo de grasa

Composición de la membrana



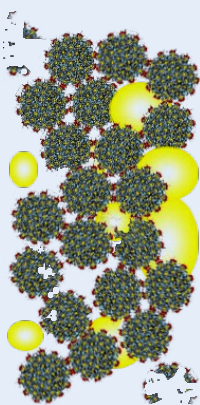
- 1 Capa interna: proteínas y lípidos.
- 2 Capa intermedia: agua ligada a metales (Fe, Cu e Zn).
- 3 Capa externa: capa doble de fosfolípidos, proteínas y diversas enzimas

La estabilidad de la membrana del glóbulo de grasa se ve directamente afectada por el pH de la leche. A medida que el pH de la leche baja, aumenta la sensibilidad a la ruptura de esta capa protectora. Si la membrana se daña físicamente por un alto cizallamiento, se liberará la grasa presente dentro del glóbulo, conocida como grasa libre. Durante la fabricación de quesos, la grasa libre no se incorporará a la cuajada; de esta forma, aproximadamente el 10 % de esta grasa se perderá en el suero, repercutiendo en la tasa de recuperación y en el rendimiento.

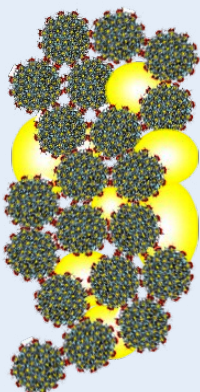
termomecánica aplicada durante el proceso (ver gráfico al lado). Debido a la alta valoración de la materia grasa, optimizar la recuperación de grasa en el queso se convierte en una gran oportunidad en la búsqueda de una mayor eficiencia productiva y un aumento de la rentabilidad. Dependiendo de la composición de la leche y de la tecnología utilizada, del 85 al 95 % de la grasa quedará retenida en la cuajada y el resto se perderá en el suero. En la producción de queso mozzarella, por ejemplo, la tasa de recuperación de grasa rara vez supera el 90 % debido a las pérdidas adicionales encontradas en el proceso del hilado. Utilizando fórmulas específicas es posible medir la tasa de recuperación de grasa, identificando el porcentaje que se transfirió de la leche al queso, así como la cantidad en gramos de grasa que se necesitaron para producir 1 kg de queso. Con el objeto de medir e interpretar los datos obtenidos en el proceso, podemos correlacionar los cálculos para identificar cómo aumentar la eficiencia productiva, ya que cuanto mejor sea la tasa de recuperación, menos grasa se perderá en el suero y menor será la cantidad necesaria para fabricar 1 kg de queso (ver fórmulas a continuación).

Retención de grasa

Degradación de la proteína



Red proteica más débil con menor retención de grasa y mayor degradación de la proteína.



Red proteica más fuerte con mayor retención de grasa y menor degradación de la proteína.

Pérdidas de grasa en la fabricación de quesos

Medir el porcentaje de recuperación de grasa en la fabricación ayuda a comprender la eficiencia del proceso. La grasa tiene un gran impacto en las propiedades reológicas y sensoriales, incluso sin ejercer ningún papel activo en la etapa de coagulación. Es decir, la mejora de la tasa de recuperación está directamente relacionada con la integridad y el tamaño de los glóbulos de grasa, las características físicas de la red proteica, la eficiencia en el momento del corte y la acción

TASA DE RECUPERACIÓN DE GRASA

$$\% \text{ Recuperación de grasa} = \frac{(\text{kg Queso}) \times (\% \text{ Grasa Queso})}{(\text{Volumen Leche}) \times (\% \text{ Grasa Leche})} \times 100$$

NECESIDAD DE MATERIA GRASA - g/kg DE QUESO

$$\text{Necesidad de MG / Kg de Queso} = \frac{1000 \times (\% \text{ Gb Leche}) \times (\text{Volumen Leche})}{\text{kg de Queso}}$$





Recuperación de grasa

Se desarrollaron varias técnicas para aumentar la recuperación de sólidos y el rendimiento en quesos, desde la optimización de los equipos utilizados en el proceso hasta tecnologías que involucran la concentración de la leche a través de micro o ultrafiltración. Generalmente, son tecnologías que implican mayores costos de inversión, un factor de complicación para la mayoría de los fabricantes. La homogeneización es un método muy utilizado en los procesos productivos de diversos productos lácteos con el fin de estabilizar la emulsión, lo que provoca una reducción del tamaño y la ruptura de los glóbulos de grasa. Los nuevos glóbulos formados son envueltos en parte por una mezcla de proteínas, siendo la caseína la principal fracción. La nueva conformación de la membrana facilita la interacción entre la grasa y la red proteica formada durante la coagulación, reteniendo más grasa en la cuajada (ver gráfico al lado). En la fabricación, excepto para grupos específicos, la práctica de la homogeneización no es común porque, además de la necesidad de inversión, la leche homogeneizada forma un coágulo con menor tendencia a la sinéresis, impactando en el aumento del

contenido de humedad que genera una alta actividad acuosa y acelera las reacciones bioquímicas que provocarán el ablandamiento y las alteraciones sensoriales del queso. La ruptura de la membrana del glóbulo de grasa favorece la acción de lipasas y la lipólisis, lo que no es deseable para la mayoría de los tipos de quesos.

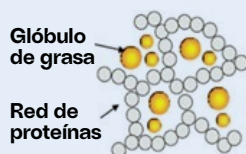
YieldMAX®

YieldMAX® es una fosfolipasa A1, obtenida a partir de cepas de *Aspergillus oryzae* capaces de hidrolizar el enlace éster Sn-1 del fosfolípido presente en la membrana del glóbulo de grasa, generando un compuesto llamado lisofosfolípido. Este compuesto emulsiona el agua y la grasa durante el procesamiento, y también interactúa con las proteínas, que forman complejos lipoproteicos (ver figura en la página 5). El uso de YieldMAX® no requiere grandes inversiones y favorece una mayor retención de grasa en la cuajada, especialmente en quesos de pasta hilada y quesos frescos, sin interferir con

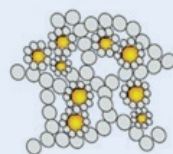
las propiedades de coagulación; es decir, actúa sobre el aumento del rendimiento de estos quesos. Presenta una actividad estable en amplios rangos de pH y temperatura, con dosis que varían entre 2 y 5 LEU/g de grasa en la leche. Uno de los posibles efectos derivados de la aplicación de fosfolipasa es la formación de espuma, relacionada con una característica inherente al proceso emulsionante, ya que la propiedad tensioactiva de la enzima reduce la tensión superficial, lo que resulta en la incorporación de aire. Es posible minimizar el impacto de la generación de espuma a través de adaptaciones, tanto en relación con el momento de la adición de enzimas como en los ajustes en el proceso. Para algunas categorías de quesos, las lipasas se usan para realzar el aroma, modificar el sabor y acelerar la maduración. Debido a la especificidad del enlace Sn-1 del fosfolípido, YieldMAX® no promueve la lipólisis y mantiene inalterados los atributos sensoriales y funcionales, como el corte en lonchas, el derretimiento y la elasticidad del queso mozzarella. YieldMAX® no tiene ningún impacto en la calidad y el procesamiento posterior del suero.

Homogeneización

Grasa y red proteica



Glóbulo de grasa con la membrana nativa no interactúa con la red de proteínas



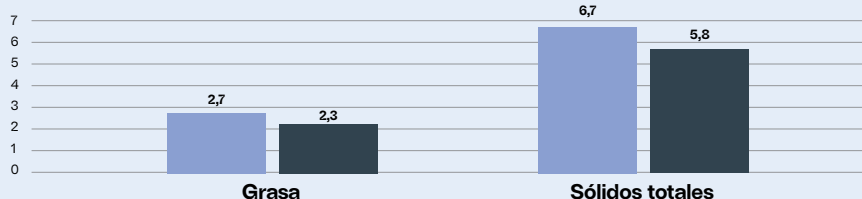
Glóbulo de grasa homogeneizado, cubierto por caseínas, interactúa con la red proteica



Grasa no globular, llamada libre, sin interacciones con la red de proteínas

Composición agua de hilado

Gramas/litro



En la fabricación de quesos de pasta hilada, la tasa de recuperación de grasa rara vez supera el 90 %, pero con el uso de Yield-MAX® es posible observar un mayor efecto sobre la retención de grasa, pudiendo obtener tasas de más del 90 %, lo que permite un menor uso de grasa en la estandarización de la leche. Para lograr resultados aún más sorprendentes, la combinación de Yield-MAX® y CHY-MAX® Supreme ha alcanzado mayores beneficios de rendimiento en los quesos de pasta hilada. Aplicaciones prácticas realizadas en Brasil en queso mozzarella, debido a la mejora significativa en la tasa de recuperación de grasa, fue posible reducir la grasa de la leche en alrededor de un 10 %, generando un volumen excedente de materia grasa de aproximadamente 3 toneladas por 1 millón de litros de leche, sin cambiar el estándar de calidad y aumentando significativamente la rentabilidad del fabricante. YieldMAX® es una enzima de la cartera de NOVONESIS, ya conocida por varios fabricantes de quesos mozzarella y/o Minas Frescal. La aplicación de esta enzima, junto con el coagulante CHY-MAX® Supreme, puede

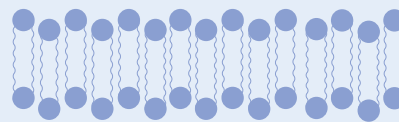
conducir a obtener ganancias de rendimiento del orden del 1 al 3 %.

Legislación

El uso de fosfolipasa A1 fue aprobado en Brasil y en Uruguay en 2024 a través de decretos que establecen funciones tecnológicas, límites máximos y condiciones de uso de los aditivos alimentarios y coadyuvantes de tecnología autorizados para su uso en alimentos. De acuerdo a los mismos, la enzima está aprobada para su aplicación en leches fermentadas y quesos, y está clasificada como un coadyuvante de tecnología sin necesidad de ser etiquetada/declarada en la lista de ingredientes del producto. Para los casos de formación de espuma durante el proceso de fabricación de quesos con la aplicación de YieldMAX®, las Instrucciones Normativas correspondientes también contemplan el uso de antiespumantes mono y diglicéridos (INS 471) para su aplicación en leche para la industria quesera. En otros países como Argentina, Chile, Colombia y México, el uso de fosfolipasa está contemplado según sus respectivas normativas vigentes.

Hacer rentable la producción

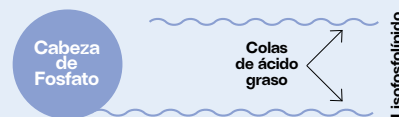
Acción de la fosfolipasa YieldMAX®

Plasma de la leche**Grasa de la leche**

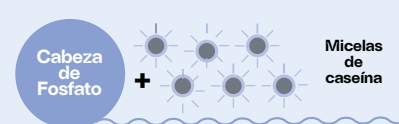
1 La grasa de la leche está contenida principalmente en el glóbulo de grasa de la leche, rodeado por una membrana con dos capas de fosfolípidos.

YieldMAX® PLA1**Grasa de la leche**

2 YieldMAX® modifica la membrana del glóbulo de grasa de la leche por medio de hidrólisis de los fosfolípidos en la posición A1.

+ Ácidos grasos libres**Grasa de la leche**

3 Por medio de una reacción enzimática los lisofosfolípidos y los ácidos grasos se liberan de los glóbulos de grasa.

Complejo lisofosfolípido-caseína**Grasa de la leche**

4 Los lisofosfolípidos se unen a la caseína y a los ácidos grasos en la coagulación, formando un complejo que se une al glóbulo de la leche.

HA-LA BIOTEC**Coordinación:** Ana Luisa Costa**Edición:** Raquel Chiliz**Consultoría y redacción técnica:** Vinicius Cabido, Lúcio Antunes y Michael Saito**Versión en español:** Graciela Taboada**Edición gráfica:** Cia da Conceção

Este boletín es una comunicación entre empresas sobre ingredientes para bienes de consumo. No está destinado a consumidores de bienes de consumo final. Las declaraciones presentes en este documento no son evaluadas por las autoridades locales. Cualquier reclamo realizado en relación con los consumidores es responsabilidad exclusiva del comerciante del producto final. El comerciante debe realizar sus propias investigaciones legales y de adecuación para garantizar que se cumplan todos los requisitos nacionales.