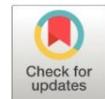


Lipólisis de queso fresco y quesos madurados: factores que afectan y consecuencias

Lipolysis of fresh cheese and ripened cheese (blue cheese), factors that affect and consequences

- ¹ Byron Adrián Herrera Chávez  <https://orcid.org/0000-0003-1116-9939>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
bherrera@unach.edu.ec
- ² Lucy Angelita Quevedo Barreto  <https://orcid.org/0000-0003-0097-393X>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
lucyquevedo28@gmail.com
- ³ Alexis Wladimir García Gaibor  <https://orcid.org/0000-0002-3206-5111>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
alexisgarcia@unach.edu.ec
- ⁴ Sebastián Alberto Guerrero Luzuriaga  <https://orcid.org/0000-0001-9512-2307>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
saguerrero@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/12/2022

Revisado: 12/01/2023

Aceptado: 01/02/2023

Publicado: 06/03/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v5i1.327>

Cítese:

Herrera Chávez, B. A., Quevedo Barreto, L. A., García Gaibor, A. W., & Guerrero Luzuriaga, S. A. (2023). Lipólisis de queso fresco y quesos madurados: factores que afectan y consecuencias. AlfaPublicaciones, 5(1), 46–62.
<https://doi.org/10.33262/ap.v5i1.327>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras

claves:

Lipólisis,
lipasas, queso
fresco, queso
madurado,
ácidos grasos
libres.

Keywords:

Lipolysis,
lipases, fresh
cheese, ripened
cheese, free
fatty acids.

Resumen

Introducción el proceso de lipólisis en quesos es uno de los mayores cambios bioquímicos especialmente en los de tipo maduro, este proceso se genera por la degradación de la grasa, por vía enzimática que influye sobre las características sensoriales de los quesos, ya que los ácidos grasos libres (AGL) producidos durante la lipólisis contribuyen junto con los compuestos volátiles al sabor del queso. El **objetivo** en el presente trabajo es evaluar las características, factores y consecuencias que afectan el proceso de lipólisis tanto a los quesos tipo frescos como madurados. **Metodología** esta revisión bibliográfica se realizó por medio de la declaración PRISMA, que consiste en una revisión sistemática que se lleva a cabo en 4 pasos; Identificación, Cribado, Elección e Inclusión. **Resultados** factores como una mala pasteurización en los quesos, la forma de elaboración y las propias enzimas de la leche (lipasas) afectan al proceso bioquímico de la lipólisis, como resultado de esto se da una oxidación en los quesos frescos generando baja calidad en el producto. En los quesos madurados la lipólisis se presenta por algunos factores entre los que se resalta la calidad de la leche, la homogenización, pH, pasteurización, temperatura, la concentración y el grado de agitación, por otra parte, los AGL en este tipo de quesos son encargados de potenciar el sabor y aroma característico. **Conclusión** conocer los factores que intervienen en el proceso de lipólisis facilita a los productores queseros a tener un control más estricto durante los procesos de elaboración. **Área de estudio:** Ingeniería, industria, producción de alimentos.

Abstract

Introduction: of the lipolysis process in cheeses is one of the major biochemical changes especially in the mature type, this process is generated by the degradation of fat, enzymatically that influences the sensory characteristics of cheeses, since the free fatty acids (GLA) produced during lipolysis contribute together with volatile compounds to the flavor of cheese. The **objective** in the present work is to evaluate the characteristics, factors and consequences that affect the process of lipolysis to both fresh and matured type cheeses. **Methodology** this bibliographic review was carried out through the PRISMA statement, which consists of a systematic review that is carried out in 4 steps: Identification, Screening,

Choice, and Inclusion. **Results** factors such as poor pasteurization in cheeses, the way of elaboration and the milk enzymes themselves (lipases) affect the biochemical process of lipolysis, because of this there is an oxidation in fresh cheeses generating low quality in the product. In matured cheeses, lipolysis is presented by some factors among which the quality of the milk, homogenization, pH, pasteurization, temperature, concentration, and degree of agitation stand out, on the other hand, the AGL in this type of cheeses are responsible for enhancing the flavor and characteristic aroma. **Conclusion** the factors involved in the lipolysis process makes it easier for cheese producers to have stricter control during the production processes. **Area of study:** Engineering, industry, food production.

Introducción

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012), se entiende como queso al producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, obtenido mediante; coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero o leche, de mantequilla o de cualquier combinación de estos ingredientes, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación.

Los alimentos presentan compuestos como los lípidos que pueden sufrir degradación oxidativa o hidrolítica. Las reacciones químicas, bioquímicas como la glucólisis, proteólisis y la lipólisis varían de acuerdo con varios factores como el proceso de producción, los aditivos e ingredientes utilizados, el almacenamiento y los parámetros de maduración del queso. En la tecnología de fabricación del queso se debe considerar la lipólisis como un componente importante (McSweeney & Sousa, 2000; Quevedo, 2021). Existen distintos tipos de quesos entre ellos está el queso madurado, el cual es sometido a un tiempo de maduración, por tanto, este tipo de queso está listo para el consumo poco después de su fabricación, también existe en queso madurado por hongos, este tipo de queso se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por el interior y sobre la superficie del mismo, también existe el queso no madurado, el cual es consumido poco después de fabricación (INEN, 2012).

Según Ramonda (2009), la lipólisis es un proceso bioquímico que consiste en la transformación de triglicéridos en glicéridos parciales y ácidos grasos libres, esta hidrólisis puede ser producida por acción de enzimas lipolíticas de la leche (lipasa nativa), por

microorganismos psicotrofos o bacterias iniciadoras empleadas en la elaboración de queso que durante la maduración varía ampliamente con la variedad del queso, usualmente en los quesos como: Cheddar, Emmental, Gruyere y tipo Gouda, el nivel de lipólisis es bajo, mientras que, en quesos madurados con hongos, como los azules, y en quesos duros, se observa una extensa lipólisis. En la parte industrial, tecnológica y legislativo, es importante la composición del queso ya que una desviación de los parámetros puede causar una depreciación de la calidad del producto, debido al desequilibrio que existiría entre las proporciones de grasa, proteína, sabor y en la textura (Murtaza et al., 2012; Quevedo, 2021).

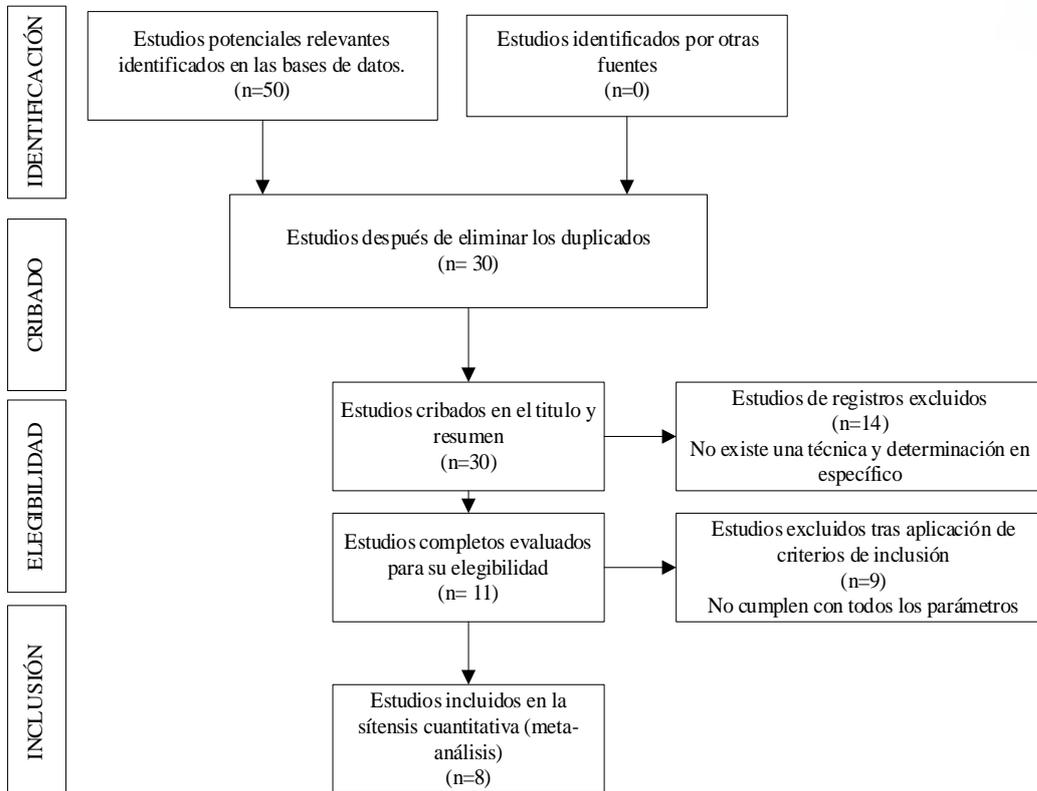
La presente investigación se refiere al análisis de lipólisis en quesos tipo frescos y quesos tipo madurados, logrando así diferenciar entre la extensión de la lipólisis de los mismos, esta extensión está influida por múltiples factores como son la calidad de la leche, grado de agitación (homogenización en la misma), pH, concentración de cloruro sódico, tiempo y temperatura de maduración del queso; por medio del cual los ácidos grasos libres son liberados, se acumulan en la pasta y son transformados en otros componentes esenciales para el desarrollo del aroma del queso.

Metodología

Este trabajo de revisión bibliográfica se enfocó en la búsqueda de literatura acerca de lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (quesos azules), factores que afectan y consecuencias que influyen directa o indirectamente a la calidad de algunos quesos y por otro lado este proceso bioquímico presenta información relevante acerca de los beneficios del mismo en los quesos madurados específicamente, mostrando así en el estudio de forma cualitativa los factores y características que conllevan este proceso en los quesos.

Figura 1

Diagrama de flujo sobre el proceso sistemático de la muestra



Selección de estudios

Esta investigación se realizó mediante la recopilación de datos de información obtenidos de la web, revisando artículos científicos, tesis, y libros. El proceso de selección de información se realizó mediante la declaración PRISMA, se evaluó los resúmenes de artículos científicos con las temáticas relacionadas a; tipo de quesos, nivel de lipólisis y características propias de los quesos, con la finalidad de determinar su elegibilidad, logrando así priorizar la información adecuada para el trabajo de investigación. Para llevar a cabo la revisión sistemática mediante la declaración PRISMA, se consideró 4 fases las cuales son: Identificación, Cribado, Elección e Inclusión.

Identificación

Se enfocó en el número de registros o citas identificadas en las búsquedas, mediante el cual se determinó el tipo de fuente, mediante artículos, libros, tesis entre otros, se identificó también la base de datos, utilizando los buscadores como; PubMed, Google Académico, *Google Books*, *Refseek*, *Science Direct* utilizando palabras clave como “nivel de lipólisis”; “ácidos grasos”; “proceso de obtención”; “tipo de queso”; “pasteurización”; “industrial”, “artesanal”, “*lipolysis fresh cheese*” y “*lipolysis mature*”

cheese”, además se identificó también el idioma, tipo de queso, nivel de lipólisis y tipo de procesamiento.

Cribado

Se enfocó en el número de registros o citas eliminadas o filtradas en el estudio, para el cual se utilizaron los siguientes filtros de cribaje: (1) información de libros acerca de técnicas utilizadas, (2) nivel de lipólisis en los quesos, (3) tipo de quesos, (4) proceso de obtención (artesanal o industrial). Se excluyeron los estudios en los que no se determina de una manera específica los procedimientos y técnicas para determinar el proceso de lipólisis, por lo tanto, no cuentan con la información completa acerca del tema.

Elección

Se enfocó en el número total de estudios a texto completo analizados para decidir su elegibilidad, en el cual en este estudio se eligió aquellos que realizaban el proceso de lipólisis ya sea en un queso tipo fresco o tipo maduro, identificando ácidos grasos libres presentes, nivel de lipólisis, técnicas y características de estos.

Inclusión

Se enfocó en el número total de estudios incluidos en la síntesis de revisión sistemática, en el cual se incluyeron todos los estudios que cumplieron a cabalidad con la información completa acerca del tema de estudio, con toda la literatura obtenida, se realizó cuadros comparativos del nivel de lipólisis entre el queso tipo fresco y quesos tipo madurados (quesos azules) (Quevedo, 2021).

Resultados

Tabla 1

Resultados de la búsqueda y características de los estudios de queso fresco y queso madurado

Tipo de Estudio	Tema	Nombre de la revista o universidad	Base de datos	País	Idioma	Año	Tipos de queso	Tipo de ácidos grasos	Nivel de Lipólisis	Unidades experimentales de estudio	Proceso
TESIS	Células somáticas y extracción con CO ₂ supercrítico perfeccionamiento para la producción de queso de cabra bajo en grasa	UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIAS	GOOGLE ACADÉMICO	ESPAÑA	ESPAÑOL	2011	QUESO FRESCO	NO REFIERE	BAJA	2	ARTESANAL
LIBRO	Avances en microbiología bioquímica y tecnología de quesos	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	GOOGLE BOOKS	ARGENTINA	ESPAÑOL	2006	TÉCNICA	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
LIBRO	Procesos de elaboración de quesos	Eleaning, S.L.	GOOGLE BOOKS	ESPAÑA	ESPAÑOL	2015	TÉCNICA	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE

Tabla 1

Resultados de la búsqueda y características de los estudios de queso fresco y queso madurado (continuación)

Tipo de Estudio	Tema	Nombre de la revista o universidad	Base de datos	País	Idioma	Año	Tipos de queso	Tipo de ácidos grasos	Nivel de Lipólisis	Unidades experimentales del estudio	Proceso
ARTÍCULO CIENTÍFICO	Evaluation of quality parameters and shelf life of fresh cheese packed under modified atmosphere	ASSOCIATION OF FOOD SCIENTISTS & TECHNOLOGISTS	SCIENCE DIRECT	INDIA	INGLÉS	2020	QUESO FRESCO	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
ARTÍCULO CIENTÍFICO	Organic acid contents of buffalo milk cheddar cheese as influenced by accelerated ripening and sodium salt	JOURNAL OF FOOD BIOCHEMISTRY	SCIENCE DIRECT	PAKISTÁN	INGLÉS	2012	QUESO MADURADO	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
ARTÍCULO CIENTÍFICO	Evaluating the effect of cardamom on lipolysis in heat desiccated milk product (khoa)	INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE	SCIENCE DIRECT	INDIA	INGLÉS	2022	QUESO FRESCO	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
ARTÍCULO CIENTÍFICO	Influence of storage time and elevated ripening temperature on the chemical and sensory properties of white Cheddar cheese	JOURNAL OF FOOD SCIENCE	SCIENCE DIRECT	ESTADOS UNIDOS	INGLÉS	2020	QUESO MADURADO	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
LIBRO	Productos Lácteos	Universidad Politécnica de Catalunya.	GOOGLE BOOKS	ESPAÑA	ESPAÑOL	2004	TÉCNICA	Ácidos mirístico, palmítico, palmitoleico, heptadecanoico, heptadecanoico, esteárico, oleico	ALTA	0	INDUSTRIAL
LIBRO	Ciencia de la leche.	Reverte	GOOGLE BOOKS	MÉXICO	ESPAÑOL	1985	TÉCNICA	Ácidos mirístico, palmítico, palmitoleico, heptadecanoico, heptadecanoico, esteárico, oleico	ALTA	0	INDUSTRIAL
TESIS	PERFILES DE LIPÓLISIS Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE QUESOS SEMIDUROS CON BACTERIAS PROBIÓTICAS COMO FERMENTO ADJUNTO	INSTITUTO DE LACTOLOGÍA INDUSTRIAL (INLAIN)	GOOGLE ACADÉMICO	ARGENTINA	ESPAÑOL	2008	QUESO SEMI MADURADO	Ácidos oleico y palmítico	BAJA	21	INDUSTRIAL
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD DE LAS ENZIMAS NATIVAS DE LA LECHE LIPOPROTEÍNA LIPASA Y PLASMINA EN LA LIPÓLISIS Y LA PROTEÓLISIS DE QUESOS DUROS DE PASTA COCIDA"	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	GOOGLE ACADÉMICO	ARGENTINA	ESPAÑOL	2013	QUESO MADURADO	Ácidos mirístico, palmítico, palmitoleico, heptadecanoico, heptadecanoico, esteárico, oleico	MEDIA	12	ARTESANAL

En la tabla 1, se muestra la búsqueda de artículos científicos, tesis y libros de las principales bases de datos de impacto que se encuentran en el mundo.

Tabla 2

Cuadro comparativo de las características del proceso bioquímico lipólisis de los quesos tipo frescos y madurados

Características	QUESOS FRESCOS	QUESOS MADUROS
Forma de obtención	Se obtienen predominantemente por coagulación ácida (adición de cuajo) (Gastalver, 2015)	Sufren un proceso de maduración por hongos y bacterias que actúan sobre las proteínas degradándolas (Gastalver, 2015)

Tabla 2

Cuadro comparativo de las características del proceso bioquímico lipólisis de los quesos tipo frescos y madurados (continuación)

Características	QUESOS FRESCOS	QUESOS MADUROS																							
Nivel de lipólisis	Rangos de nivel de lipólisis AGL (entre 1,000 a 2,500 mg/kg) - lipólisis baja (Ramírez, 2019)	Rangos de nivel de lipólisis AGL (entre 10,000 y 27,000 mg/Kg)- lipólisis alta AGL (generalmente mayor de 3,000 mg/kg)-lipólisis media. (Ramírez, 2019)																							
Maduración	El queso fresco no se madura, sino que directamente se le añade sal (Datsa, 2017)	El queso maduro necesita realizar el proceso de maduración en cámaras o cavas con una temperatura que oscila entre los 8 y 12°C, estableciéndose un periodo de maduración de entre 10 y 30 días como mínimo (Datsa, 2017)																							
Textura	Pasta muy blanda (Castillo & Mestres, 2004)	Pasta dura - Ideales para rallar (Parmesano) Pasta semidura- (Edam, Gruyere) Pasta blanda- (Brie, Camembert) Pasta semiblanda- Quesos Azules (Cabrales o Roquefort) (Castillo & Mestres, 2004)																							
Homogenización	La homogenización de la leche de quesería frecuentemente en la elaboración de los quesos frescos mejora su calidad y su textura es más suave, fina, más lisa y blanca (Charles, 1985)	La homogenización de la leche en quesos maduros con mohos en su interior, al romper la membrana de los glóbulos grasos, favorece la lipólisis, en este tipo de quesos maduros es aconsejable realizar la homogenización de la nata de la leche, a presiones de entre 5000 y 15000 kPa e incorporarla posteriormente, debido a que la homogenización directamente a la leche puede afectar a las micelas de caseína y al equilibrio salino de la leche produciendo efectos complejos en las características reológicas (Charles, 1985)																							
Composición nutricional	Queso fresco (por cada 100 g)	Queso azul (por cada 100 g)																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cal</th> <th>Proteínas(g)</th> <th>Grasas(g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200 kcal</td> <td>14,03</td> <td>14,9</td> </tr> <tr> <th>Colesterol (mg)</th> <th>Calcio (mg)</th> <th>Vitamina (ug)</th> </tr> <tr> <td>14,5</td> <td>190,5</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Cal	Proteínas(g)	Grasas(g)	200 kcal	14,03	14,9	Colesterol (mg)	Calcio (mg)	Vitamina (ug)	14,5	190,5	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cal</th> <th>Proteínas(g)</th> <th>Grasas(g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>352,6 kcal</td> <td>21,13</td> <td>29,8</td> </tr> <tr> <th>Colesterol (mg)</th> <th>Calcio (mg)</th> <th>Vitamina (ug)</th> </tr> <tr> <td>88</td> <td>526</td> <td>0,23</td> </tr> </tbody> </table>	Cal	Proteínas(g)	Grasas(g)	352,6 kcal	21,13	29,8	Colesterol (mg)	Calcio (mg)	Vitamina (ug)	88	526
Cal	Proteínas(g)	Grasas(g)																							
200 kcal	14,03	14,9																							
Colesterol (mg)	Calcio (mg)	Vitamina (ug)																							
14,5	190,5	0																							
Cal	Proteínas(g)	Grasas(g)																							
352,6 kcal	21,13	29,8																							
Colesterol (mg)	Calcio (mg)	Vitamina (ug)																							
88	526	0,23																							
	(Gottau, 2016)	(Gottau, 2016)																							

La comparación de las características del proceso bioquímico de lipólisis de los quesos tipo fresco y quesos madurados se muestra en la tabla 2.

Tabla 3

Cuadro comparativo de las características del proceso bioquímico de la lipólisis entre los quesos azules

Características	Tipo de Queso				
	Roquefort	Gorgonzola	Cabrales	Gamonedo	La Peral
Tipo de obtención	Quesos de pasta azul (maduración con hongos de género <i>Penicillium</i> y con bacterias tipo <i>Bacterium linens</i>), forma ácido butírico, responsable del sabor picante, mohos en su interior (Illana, 2019)	Quesos de pasta azul (maduración con hongos de género <i>Penicillium</i>), mohos en su interior. (Alonso et al., 2001)	Quesos de pasta azul (maduración con hongos de género <i>Penicillium</i>), mohos en su interior (Illana, 2019)	Quesos de pasta azul (maduración con hongos de género <i>Penicillium</i>) (Alonso et al., 2001)	Quesos de pasta azul (maduración con hongos de género <i>Penicillium</i>) (Alonso et al., 2001)
Aroma (Cetonas)	Se encuentra entre un 50 y un 75% del perfil aromático (Moreno, 2003)	Se encuentra entre un 47 y 55% del perfil aromático (Moreno, 2003)	Se encuentra entre un 55 y un 75% del perfil aromático	Se encuentra entre 50 y un 75% del perfil aromático	Se encuentra entre un 55 y un 75% del perfil aromático
Concentración de AGL	25.969 mg/Kg (Hernández, 2015)	27,000 mg/Kg (Alonso et al., 2001)	33.153 mg/Kg (Hernández, 2015)	75.685 mg/Kg (Hernández, 2015)	17453 mg/Kg (Alonso et al., 2001)

Tabla 3

Cuadro comparativo de las características del proceso bioquímico de la lipólisis entre los quesos azules (continuación)

Características	Tipo de Queso				
	Roquefort	Gorgonzola	Cabrales	Gamonedo	La Peral
Maduración	90 a 150 días (Illana, 2019)	50 a 80(picante) días (Alonso et al., 2001)	90 a 180 días. (Alonso et al., 2001)	60 a 180 días (Illana, 2019)	60 a 150 días (Illana, 2019)
	Temperatura de 8-10 °C y humedad entre 90 - 95% (Illana, 2019)	Temperatura de 2-7° C y humedad entre 90 - 99% (Alonso et al., 2001)	Temperatura de 8- 12° C y humedad entre 85 - 90% (Alonso et al., 2001)	Temperatura de 9-11°C y una humedad del 85-99% (Illana, 2019)	Temperatura de 2-7°C y una humedad del 90-99% (Illana, 2019)
Tipo de AGL (ácidos grasos libres)	Ácidos grasos de cadena larga: (C18:1), (C16:0) y (C14:0) (Carrillo et al., 2012; Abellán, 2010)	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0), (C4:0), (C6:0), (C8:0), (C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3) (Carrillo et al., 2012; Abellán, 2010)	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0), (C4:0), (C6:0),(C8:0), (C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3) (Carrillo et al., 2012; Abellán, 2010)	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0), (C4:0), (C6:0),(C8:0), (C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3) (Carrillo et al., 2012; Abellán, 2010)	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0), (C4:0), (C6:0),(C8:0), (C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3) (Carrillo et al., 2012; Abellán, 2010)

Ácido acético (C2:0), ácido butírico (C4:0), ácido caproico (C6:0), ácido caprílico (C8:0), ácido capríco (C10:0), ácido decenoico (C10:1), ácido láurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0), ácido miristoleico (C14:1), ácido pentadecanoico (C15:0), ácido palmítico (C16:0), ácido palmitoleico (C16:1), ácido esteárico (C18:0), ácido oleico (C18:1), ácido linoleico (C18:2), ácido linolénico (C18:3)

En la tabla 3, se encuentran las características del proceso bioquímico de lipólisis entre los quesos azules.

Discusión

Esta revisión bibliográfica resume toda la literatura disponible acerca de la lipólisis esta puede verse afectada por las condiciones ambientales y los compuestos que pueden cambiar la estructura y/o la integridad de la interfase (por ejemplo, moléculas como proteínas, fosfolípidos y sales biliares) (Mercanti, 2008). Un estudio realizado por Ianni & Martino (2020), menciona que el uso de un subproducto alimenticio de uva es más

eficaz para producir leche, y así los productos lácteos, generando una mayor estabilidad oxidativa, es decir, menor lipólisis lo que mejora las características del derivado lácteo y presenta beneficios para los consumidores. El proceso bioquímico de lipólisis en los quesos, sobre las características, factores que afectan y consecuencias de este proceso tanto en los quesos tipo frescos y maduros, en donde muestra la literatura que el proceso de lipólisis en los quesos frescos puede existir por medio de las lipasas características de la leche o puede producirse por un mal proceso de pasteurización (Iglesias, 2001). Por otro lado Ramírez & Vélez (2014), confirma que en los quesos frescos y maduros este proceso bioquímico es normal debido a que para elaborar este tipo de quesos utilizan cuajo en pasta con lipasas activas, fermentos lácticos primarios, los fermentos secundarios de hongos o bacterias y las lipasas exógenas, estos agentes enzimáticos causan la lipólisis en los quesos.

Según Ramírez & Vélez (2014), menciona que los procesos físicos aplicados en la leche antes de la elaboración de quesos (agitación mecánica, bombeo, homogeneización) pueden disminuir la acción protectora de la membrana del glóbulo graso y favorecer la lipólisis, por otro lado los tratamientos térmicos dirigidos a la pasteurización o terminación de la leche y a la cocción de la cuajada pueden inducir cambios en la actividad de las enzimas, modificar la microbiota y provocar cambios bioquímicos afectando el sabor y la calidad global del producto. El procesado a alta presión (HPP) disminuye considerablemente el recuento de algunos microorganismos y aumenta el proceso proteolítico y lipolítico (Yaman et al., 2020). Esto tiene concordancia con Costabel et al., (2019), que mencionan el impacto que tienen los distintos tratamientos físicos (homogeneización, tratamiento térmico) aplicados en la maduración de los quesos.

La lipólisis es un proceso bioquímico donde se libran los ácidos grasos libres como resultado de la degradación de la grasa (Molimard & Spinnler, 1996). Los ácidos grasos generalmente son liberados por las lipasas durante la lipólisis. La leche bovina contiene lipoproteína lipasa, que es responsable de la mayor parte, si no de toda, su actividad lipolítica. La actividad total de lipasa de la leche cruda es suficiente para la hidrólisis rápida de gran parte de la grasa (Deeth, 2006). Existe un rango de cantidad de ácidos grasos libres que determinan el nivel de lipólisis, entre el rango de 10,000 y 27,000 mg/Kg corresponde a una lipólisis alta, generalmente mayor de 3,000 mg/kg corresponde a una lipólisis media y entre 1,000 a 2,500 mg/kg corresponde a una lipólisis baja (Ramírez, 2019). Por otro lado Reinheimer (2007), confirma que existe una clasificación de los quesos según su nivel de lipólisis, por ello menciona tres grandes categorías, las cuales indican que aquellos quesos que no superan los 1000 mg/ kg de AGL, es el caso donde no se utiliza un agente lipolítico en su elaboración, la segunda categoría está formada por quesos con lipólisis más elevada que esta entre 1000 y 10000 mg/ kg de AGL, provocada por el uso de agentes lipolíticos, como coagulantes, microorganismos entre otros, por último la tercera categoría forman los quesos en los cuales se han introducido agentes

fuertemente lipolíticos sobrepasando el valor de 10000 mg/ kg de AGL, en esta categoría se encuentran los quesos maduros por hongos.

La lipólisis en los quesos se produce con mayor intensidad durante la primera semana de maduración de los quesos, debido principalmente a la acción de las lipasas de la leche cruda específicamente, en la segunda semana de maduración comienza la lipólisis desarrollada por microorganismos lipolíticos y su acción es más notoria contribuyendo de forma importante al bouquet del queso (Abellán, 2010). Por otro lado Ceruti (2013), menciona que en el caso de los quesos azules ocurre una lipólisis extensa desde un principio debido a las lipasas activas de origen fúngico producidas por el cultivo *Penicillium roqueforti*.

La lipólisis intensa encontrada particularmente en los quesos italianos duros y en quesos de cabra son esenciales para poder analizar el correcto desarrollo de sus sabores y la mayoría de los ácidos grasos libres que estos quesos generan son precursores de compuestos volátiles, estos ejercen un papel decisivo en el aroma de los quesos (Abellán, 2010; Moreno, 2003). Por otro lado según Burgano (2016) y Abellán (2010), mencionan que desde el punto de vista negativo la lipólisis puede afectar al sabor de los quesos Gouda, Gruyere o Cheddar, que no deberían de sobrepasar el 2% de lipólisis lo que facilita la oxidación y provoca rancidez, generada por la producción de una cantidad excesiva de ácidos grasos volátiles liberados por la acción de la lipoproteína lipasa. En el estudio realizado por Patel et al. (2023), se menciona que el cardamomo controla la lipólisis durante el almacenamiento en el caso del queso khoa sin afectar las características reológicas.

Con respecto a la textura de los quesos que tiene gran importancia como su sabor por lo que la mayoría de las investigaciones reológicas llevadas a cabo en productos lácteos están limitadas al queso, es importante recalcar que los mono y diglicéridos producidos como consecuencia de la lipólisis son surfactantes y por lo tanto introducirán cambios en las propiedades reológicas del queso (Abellán, 2010). Por otro lado Ramírez & Ruiz (2012), mencionan que textura juega un rol importante en la calidad del alimento es por ello por lo que el aspecto del alimento se asocia con el comportamiento reológico y los cambios que pueden afectar las propiedades texturales.

Según Abellán (2010), menciona que, aunque la lipólisis es una vía principal de formación de AGL en los quesos madurados, estos también se pueden generar a partir de la metabolización de hidratos de carbono y proteínas por acción de las bacterias lácticas. En algunos estudios se indica que si los quesos se envasan al vacío impediría la lipólisis lo que eliminaría el sabor rancio y jabonoso, asimismo inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos sensibles a los ácidos (Barukčić et al., 2020). La temperatura es también una causa que acelera o disminuye la lipólisis en los quesos; por ejemplo, Walsh et al. (2020) indica que a una temperatura de 11 °C tanto el ácido propiónico y los

ácidos libres aumentan más que en el queso Cheddar madurado a 6°C. Otro factor importante que determina la lipólisis en los quesos es el recuento de células somáticas estas traen consecuencias importantes en el sabor del queso, los diversos cambios en las características dependen de la cantidad de células en la leche (Ivanov et al., 2021).

Conclusiones

- El proceso de lipólisis es importante para la producción de quesos tipo frescos y tipo maduros, debido a que este proceso varía ampliamente entre los diferentes tipos de quesos y está influenciada por múltiples factores como son la calidad de la leche, el grado de agitación, homogenización de esta, pH, concentración de sal, tiempo y temperatura de pasteurización.
- Los ácidos grasos libres son factores importantes del proceso de lipólisis, por tanto, estos son liberados gracias a la acción de lipasas provenientes de diferentes fuentes como: la leche, el cuajo, las bacterias pertenecientes a los cultivos iniciadores, los mohos incluidos como cultivos secundarios y enzimas lipasas, por otro lado la actividad de las lipasa propias de la leche se van a ver afectadas por el tratamiento térmico o pasteurización que se le aplique a la leche antes de elaboración del queso .
- La lipólisis en los quesos maduros es producida por la acción de hongos o microorganismos lipolíticos agregados en la elaboración de los mismos, siendo así que en este tipo de quesos la lipólisis es benéfica, favoreciendo por medio de los ácido grasos libres, un mejor sabor y aroma característico en los quesos maduros.
- Los quesos azules tienen un nivel alto de lipólisis, debido a que la concentración de los AGL son altos, dentro de los quesos analizados todos tienen una concentración de AGL que sobrepasa los 27.000 mg/Kg a excepción del queso Roquefort que tiene 25.969 mg/Kg, sin embargo este tiene un nivel de lipólisis alto, por ende todos estos quesos analizados tienen un olor, sabor, apariencia y textura característica, además estos tipos de quesos tienen tiempos, temperaturas y humedades de maduración distintas y diferentes concentraciones del perfil aromático, en cuanto al queso Roquefort tiene AGL de la cadena corta, mientras que los demás quesos azules; Gorgonzola, Cabrales, Gamonedo y La Peral presentan AGL de cadena corta y larga.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe ningún tipo de conflicto de interés

Referencias bibliográficas

- Abellán, A. (2010). *Caracterización del queso de Murcia al Vino. Efecto de la utilización de diferentes coagulantes*. UCAM.Murcia
- Alonso, L., Antuña, C., & Pardo, M.I. (2001). *Estudio de la fracción lipídica de los quesos artesanales del Principado de Asturias*. Instituto de Productos Lácteos de Asturias. España
- Barukčić, I., Ščetar, M., Marasović, I., Lisak Jakopović, K., Galić, K., & Božanić, R. (2020). Evaluation of quality parameters and shelf life of fresh cheese packed under modified atmosphere. *Journal of food science and technology*, 57, 2722-2731.
- Burgano, A. (2016). *Estudio de prefactibilidad técnica y económica para el establecimiento de una planta productora de queso con especias tipo cheddar, en la parroquia 'La Carolina', Provincia de Imbabura*. Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Carrillo, S., Ávila, E., Vásquez, C., Calvo, C., Carranco, M., & Pérez F. (2012). *Modificación en la composición de ácidos grasos del huevo al incluir aceite de sardina y ácido linoleico conjugado en dietas para gallinas ponedoras*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Castillo, R., & Mestres, J. (2004). *Productos Lácteos. Tecnología*. (pág. 152-200). Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ceruti, R. (2013). *Desarrollo de flavor y estrategias para acelerar la maduración de quesos duros y/o semiduros argentinos*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé
- Charles, A. (1985). *Ciencia de la leche*. (pág. 77-150). Reverte
- Costabel, L., Bergamini, C., Hynes, E., & Sergio, R. (2019). *Estrategias tecnológicas para acelerar la maduración y diversificar el flavor en quesos duros*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé
- Datsa, C. (2017). *Quesos madurados, composición química, clasificación, Características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias*. Universidad Nacional De Educación. Lima
- Deeth, H. C. (2006). Lipoprotein lipase and lipolysis in milk. *International Dairy Journal*, 16(6), 555-562. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.011>
- Gastalver, M. (2015). *Procesos de elaboración de quesos*. (pág. 200-430). Eleaning, S.L.

- Gottau, G. (2016). *Análisis nutricional de diferentes tipos de quesos*. Consultado el 22-08-2020. <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-quesos>
- Hernández, I. (2015). *Caracterización tecnológica, química, bioquímica y sensorial del queso de Valdeón con I.G.P. durante la maduración*. Universidad de León. España
- Ianni, A., & Martino, G. (2020). Dietary Grape Pomace Supplementation in Dairy Cows: Effect on Nutritional Quality of Milk and Its Derived Dairy Products. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(2), 168. <https://doi.org/10.3390/foods9020168>
- Iglesias, J. (2001). *Normalización y mejora de queso semiduro tradicional y con reducido contenido en grasa de leche de cabra*. (Industrias Lácteas españolas).
- Illana, C. (2019). *Los hongos de los quesos azules*. Universidad de Alcalá. Madrid
- Ivanov, G.I., Bilgücü, E., Balabanova, T., & Ivanova, I.V. (2021). Effect of somatic cell count of cow's milk on the lipolysis and fatty acid profile of farmer cheese. *International Food Research Journal*.
- McSweeney, P. L., & Sousa, M. J. (2000). *Biochemical pathways to produce flavors compounds in cheeses during ripening: A review*. *Le Lait*, 80(3), 293-324. <https://doi.org/10.1051/lait:2000127>
- Mercanti, D. J. (2008). *Perfiles de lipólisis y características sensoriales de quesos semiduros con bacterias probióticas como fermento*. (Doctoral dissertation).
- Molimard, P., & Spinnler, H. E. (1996). *Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties*. *Journal of dairy science*, 79(2), 169-184. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76348-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76348-8)
- Moreno, A. (2003). *Leche y sus derivados*. Trillas.
- Murtaza, M. A., Rehman, S. U., Anjum, F. M., Huma, N., Tarar, O. M., & Mueen-Ud-Din, G. (2012). *Organic acid contents of buffalo milk cheddar cheese as influenced by accelerated ripening and sodium salt*. *Journal of Food Biochemistry*, 36(1), 99-106. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00517.x>
- Nogueira, T. S., Lacorte, G. A., de Oliveira Paciulli, S. D., & Rodrigues, J. F. (2021). Diverse types of packaging influence sensory profile of Canastra artisanal cheese. *Food Packaging and Shelf Life*, 28, 100673.

- Patel, S.M., Patel, R., Mehta, B.M., & Jain, A.K. (2022). *Evaluating the effect of cardamom on lipolysis in heat desiccated milk product (khoa)*. International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 7 (1), 1-10
- Quevedo Barreto, Luci Angelita. (2021). *Lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (quesos azules), factores que afectan y consecuencias*. (Tesis de Grado, Universidad nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7456>
- Ramírez, C., & Vélez, F. (2014). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. (Temas Selectos De Ingeniería De Alimentos)*. vol. 2.18 pág.
- Ramírez, C., & Ruiz, J. F. (2012). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Temas selectos de ingeniería de Alimentos*, 6(2), 131-148.
- Ramírez, M. (2019). Importancia de la lipólisis durante la maduración del queso. (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramonda, M. (2009). *Desarrollo de un modelo basado en métodos estadísticos para la predicción del tiempo de maduración de Quesos Argentinos*. Consultado el 03-07-2020.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/120/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reinheimer, J. (2007). *Avances en microbiología, bioquímica y tecnología de quesos*. (pp. 236-280). Centro de Publicaciones Universidad Nacional del Litoral
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2012). *Norma técnica ecuatoriana. 1528: 2012. Norma general para quesos frescos no madurados*. Quito: INEN (2012) 2–7.
- Walsh, E. A., Diako, C., Smith, D. M., & Ross, C. F. (2020). Influence of storage time and elevated ripening temperature on the chemical and sensory properties of white Cheddar cheese. *Journal of food science*, 85(2), 268–278.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.14998>
- Yaman, H., Sarica, E. & Coskun, H., 2020. A comparative study on the effect of high hydrostatic pressure on the ripening of Turkish white cheese from different milk species. *Italian Journal of Food Science* 32: 583–595.
<https://doi.org/10.14674/IJFS-1712>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

