

PROCESOS QUÍMICOS Y ALIMENTARIOS APLICADOS A LA LECHE DE CABRA: DERIVADOS CONVENCIONALES

Escrito por:

Carlos Mariano Alvez Valles, Juan Luis Pérez Marín, Ingrid Yossy Robles Castañeda, Raúl Tello Suarez, Alex Rengifo Zumaeta, Cesar Mori Montero



Uruguay, 2025

ISBN: 978-9915-9752-3-8



9 789915 975238

Procesos químicos y alimentarios aplicados a la leche de cabra: Derivados convencionales

Carlos Mariano Alvez Valles, Juan Luis Pérez Marín, Ingrid Yossy Robles Castañeda, Raúl Tello Suarez, Alex Rengifo Zumaeta, Cesar Mori Montero

© Carlos Mariano Alvez Valles, Juan Luis Pérez Marín, Ingrid Yossy Robles Castañeda, Raúl Tello Suarez, Alex Rengifo Zumaeta, Cesar Mori Montero, 2025

Primera edición: Enero, 2025

Editado por:

Editorial Mar Caribe

www.editorialmarcaribe.es

Av. General Flores 547, Colonia, Colonia-Uruguay.

Diseño de cubierta: Yelitza Sánchez Cáceres

Libro electrónico disponible en:

<https://editorialmarcaribe.es/ark:/10951/isbn.9789915975238>

Formato: electrónico

ISBN: 978-9915-9752-3-8

ARK: [ark:/10951/isbn.9789915975238](https://editorialmarcaribe.es/ark:/10951/isbn.9789915975238)

Aviso de derechos de atribución no comercial: Los autores pueden autorizar al público en general a reutilizar sus obras únicamente con fines no lucrativos, los lectores pueden usar una obra para generar otra obra, siempre y cuando se dé el crédito de investigación y, otorgan a la editorial el derecho de publicar primero su ensayo bajo los términos de la licencia **CC BY-NC 4.0**.

Editorial Mar Caribe firmante N° 795 del 12.08.2024 de la Declaración de Berlín: “nos sentimos obligados a abordar los desafíos de internet como un medio funcional emergente para la distribución de conocimiento. Obviamente, estos avances podrán modificar significativamente la naturaleza de la publicación científica, así como el sistema existente de aseguramiento de la calidad” (Sociedad Max Planck, ed. 2003., pp. 152-153).

Editorial Mar Caribe

**PROCESOS QUÍMICOS Y ALIMENTARIOS APLICADOS
A LA LECHE DE CABRA: DERIVADOS
CONVENCIONALES**

Colonia del Sacramento, Uruguay

2025

Sobre los autores y la publicación

Carlos Mariano Alvez Valles

calvezv@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-2341-6191>

*Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Perú*

Juan Luis Pérez Marín

jperez@unia.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-3671-1782>

*Universidad Nacional Intercultural de la
Amazonia, Perú*

Ingrid Yossy Robles Castañeda

iroblesc@unia.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-6018-3644>

*Universidad Nacional Intercultural de la
Amazonia, Perú*

Raúl Tello Suarez

rtellos@unia.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0002-7670-0321>

*Universidad Nacional Intercultural de la
Amazonia, Perú*

Alex Rengifo Zumaeta

alex_rengifo@unu.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-6784-5954>

Universidad Nacional de Ucayali, Perú

Cesar Mori Montero

cesar_mori@unu.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-2610-0013>

Universidad Nacional de Ucayali, Venezuela

Libro resultado de investigación:

Publicación original e inédita, cuyo contenido es resultado de un proceso de investigación realizado antes de su publicación, ha sido revisada por pares externos a doble ciego, el libro ha sido seleccionado por su calidad científica y porque contribuye significativamente en el área del saber e ilustra una investigación completamente desarrollada y completada. Además, la publicación ha pasado por un proceso editorial que garantiza su estandarización bibliográfica y usabilidad

Índice

Prólogo.....	7
Capítulo 1: Generalidades de la leche de cabra	9
1.1 Características de la leche de cabra	10
1.2 Proteínas	12
1.3 Ácidos Grasos	14
1.4 Vitaminas	15
1.5 Minerales	16
1.7 Calidad de la leche de cabra	19
1.8 Beneficios para la salud	20
1.9 Importancia en la industria alimentaria	22
Capítulo 2: Tratamientos térmicos y no térmicos, conservación de la leche de cabra y sus derivados.....	24
2.1 Congelación y refrigeración	24
2.2 Pasteurización	26
2.3 Esterilización	29
2.4 Tyndalización	30
2.7 Tratamientos no térmicos para la conservación de la leche	32
2.7.1 Ultrasonidos de potencia (HPU)	32
2.7.2 Pulsos eléctricos de alta intensidad (PEF)	33
2.7.3 CO2 supercrítico asistido con ultrasonidos de potencia (SC-CO2 + HPU)	34
Capítulo 3: Derivados convencionales de la leche de cabra.....	36
3.1 Queso de leche de cabra	36
3.2 Tipos de quesos de cabra	38
3.2.1 Quesos frescos	38
3.2.2 Quesos curados	38

3.2.3 Quesos cremosos	38
3.2.4 Quesos verdes o azules.....	38
3.2.5 Queso Blando.....	39
3.2.6 Queso en Pasta con especias.....	40
3.2.7 Queso Tipo Cádiz.....	41
3.2.8 Queso Cádiz al Vino	43
3.2.9 Queso Suspirito en Oliva.....	43
3.3 Valor nutricional	44
3.4 Aptitud de la leche de cabra para la elaboración de queso	46
3.4.1 Etapas de elaboración	48
3.4.2 Factores que influyen sobre el rendimiento.....	51
3.4.3 Queso Ricotta	53
3.4.4 Yogurt de leche de cabra	54
3.4.5 Cuajo.....	59
3.4.6 Bacterias Ácido Lácticas (BAL)	60
3.4.7 Tipos de yogurt.....	62
3.4.8 Proceso de producción de helado de leche de cabra.....	65
Capítulo IV: Proceso Físico-Químico-Industrial del Dulce de leche de cabra (Cajeta) y Leche en polvo.....	67
4.1 Principales tipos de cajeta	70
4.1.1 Tecnología para la elaboración de cajeta	70
4.1.2 Principales defectos de la cajeta	74
4.2 Leche en polvo	75
4.2.1 Características Químicas.....	76
4.2.2 Secado de leche por aspersión	77

4.2.3 Sistemas de calefacción del aire	77
4.2.4 Sistemas de dispersión.....	78
4.2.5 Sistema de alimentación	79
4.2.7 Sistema de recolección de sólidos	80
Conclusiones	82
Bibliografía	85

Prólogo

Este libro sobre los derivados convencionales y no convencionales de la leche de cabra es una gran aventura para aquellos amantes del mundo gastronómico y de producción. La leche de cabra es un tesoro delicioso y nutritivo, que ha conquistado el paladar de muchos a lo largo de los años y su demanda en los diferentes mercados se hace creciente. Además, encontrarás información sobre las técnicas convencionales y no convencionales que se han utilizado para la elaboración de diversos derivados de la leche de cabra. La producción de quesos, yogures, helados, mantequillas y otros derivados, han ido evolucionando con el tiempo, y hoy en día contamos con una gran variedad de preparaciones.

Este libro busca acercarte al mundo de los derivados de la leche de cabra y aportar información detallada sobre diferentes procesos de elaboración, variedades y características nutricionales de estos productos. Además, encontrarás información acerca de los beneficios nutricionales de los productos derivados de la leche de cabra, los procesos y cuidados para la cría de cabras lecheras, e incluso aprenderás a elaborar tus propios productos en casa.

La leche de cabra es un producto alimenticio muy antiguo, que ha sido utilizado en todo el mundo desde tiempos inmemorables. A su vez, la leche de cabra se considera una fuente importante de alimento en muchas culturas y se utiliza para preparar una amplia variedad de productos alimenticios tan diversos que van desde queso fresco, yogur, cremas, hasta la preparación de platos exóticos. Asimismo, este libro explora los beneficios nutricionales de los derivados de la leche de cabra, convirtiéndolo en una valiosa fuente de referencia para aquellos que buscan una alimentación sana y un estilo de vida saludable. Cada preparación se detalla a la perfección, mostrando sus elementos nutritivos y los beneficios que pueden traer para el organismo.

Este libro tiene como principal objetivo abrirles a los lectores las puertas de un mundo de sabores, texturas, colores e historias, y llevarlos de la mano a un espacio investigativo de calidad desde los procesos químicos, agrícolas, físicos, industriales, alimentarios y biológicos; donde los productos de la leche de cabra se convierten en el centro de atención, permitiendo al lector experimentar nuevas sensaciones gustativas y enriquecer su cultura gastronómica. Con información

clara, precisa y útil, este libro es sin duda, una herramienta valiosa para estudiantes y profesionales, que busquen ampliar su conocimiento sobre los productos derivados de la leche de cabra.

Esperamos que este libro sea de gran ayuda para aquellos que quieren explorar el mundo de los derivados de la leche de cabra de una manera fácil y entretenida. *¡Disfruta del viaje que estás a punto de emprender, y que este libro sobre los derivados convencionales de la leche de cabra, se convierta en tu nueva fuente de inspiración investigativa e industrial!*

Capítulo 1: Generalidades de la leche de cabra

El incremento de la demanda de leche de cabra es resultado del fomento de la producción, así como de la investigación científica en la mejora de la calidad. La demanda de leche de cabra se ha incrementado debido fundamentalmente a la respuesta de consumo por el crecimiento poblacional y por especial interés en los países desarrollados hacia los productos de la leche de cabra, porque pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Por su composición, la leche de cabra se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores (Fernández, 2017).

El consumidor actual busca alimentos de alta calidad considerando dentro de sus expectativas, además de aspectos organolépticos o sensoriales, propiedades nutricionales y funcionales, llegando a ser tal el interés en ciertos mercados en la “salud” o la “especialización del producto” que el precio pasa a segundo plano y destacándose la producción de derivados que satisfagan estas expectativas (McGhee et al., 2015).

La leche de cabra presenta un color blanco, comparado con la de vaca que es amarillento, dada la presencia de carotenos en esta última. Es de naturaleza alcalina, siendo muy útil para individuos con problemas de acidez. Dicha propiedad se debe a su mayor contenido proteico y de diferentes fosfatos. Presenta deficiencia en vitamina B 12 y ácido fólico, comparada con la de vaca, pero la distribución de otras vitaminas y minerales como Ca, Mg, Na, K, y P es similar en ambas. El carbohidrato mayoritario de este producto es la lactosa, cuyo porcentaje (4.08-4.45) es similar a la de vaca (4.66-4.78%). Las proteínas que contiene son similares a las más importantes de la leche de vaca, en cuanto a su clasificación general, pero con diferencias, en cuanto estas le confieren sus propiedades de coagulación y la producción de queso, así como sus características particulares. Otro de sus rasgos distintivos es en su composición en ácidos grasos. Presenta

mayor digestibilidad que la de vaca, debido a ciertos aspectos relativos a la grasa: el tamaño de sus glóbulos y la presencia de ácidos grasos de cadena corta y media.

El menor tamaño proporciona una emulsión fina y más uniforme, que confiere mayor digestibilidad frente a la leche vacuna. Por otro lado, esta característica hace que, desde el punto de vista tecnológico, sea más susceptible a la lipólisis y al desarrollo de aromas típicos, además, por su composición con ácidos grasos de cadena corta y media, su digestión es más rápida puesto que las lipasas actúan más fácilmente. Los ácidos cáprico, caprílico y caproico, son de sumo interés desde el punto de vista terapéutico, debido a su utilidad en determinadas enfermedades metabólicas, síndromes de malabsorción, hiperlipoproteinemia, malnutrición infantil, epilepsia, esteatorrea, fibrosis quística, además tienen efectos hipocolesterolémicos en tejidos, a través de la inhibición de la formación de depósitos de colesterol (Stark, 2006).

La leche de cabra es un producto alimenticio que ha sido utilizado por la humanidad desde hace miles de años por sus propiedades nutritivas y organolépticas (Cadogan et al., 2018). Es una leche muy versátil ya que se utiliza para la producción de una amplia gama de derivados como quesos, yogures, cremas, helados, bebidas, entre otros (Park et al., 2017). En este capítulo se abordarán las características y componentes químicos de la leche de cabra, su producción, calidad e importancia en la industria alimentaria.

1.1 Características de la leche de cabra

La leche de cabra es de composición compleja, sabor ligeramente dulce y un pH casi neutro. Es el producto integral proveniente de la ordeña total e ininterrumpida de una cabra sana, bien alimentada y no agotada, recogida de forma limpia y que no contenga calostros. (Córdova et al., 2009). Es de un color blanco mate, debido a que no contiene β -caroteno; recién ordeñada tiene un olor neutro, con un sabor dulzón muy particular. (Córdova, et al., 2009). Su olor es fuerte, como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, generalmente inadecuado, con la presencia de machos en los lugares de ordeño, mala higiene de los establos al que queda expuesta la leche, tardanza en el filtrado y enfriamiento tras el ordeño, etc.; sabor y olor que, por otro lado, se

pueden eliminar en gran parte por un sencillo tratamiento de desodorización al vacío (Boza y Sampelayo, 2000).

La leche de cabra se diferencia de la leche de vaca por presentar propiedades físicas, sensoriales y nutricionales distintas (Mirzaei et al., 2018). Por ejemplo, tiene un sabor más suave y cremoso, un aroma más agradable y una textura más homogénea debido a que la grasa presente en la leche es más fina y uniforme (Yuan et al., 2019).

En cuanto a su composición química, la leche de cabra contiene una baja cantidad de caseína y un mayor porcentaje de proteína soluble (Park et al., 2017). Asimismo, tiene un contenido superior de grasas saturadas y monoinsaturadas, lo que le da una textura cremosa y un sabor particular (Acheampong et al., 2019). Además, es rica en vitaminas y minerales como el calcio, el fósforo, el hierro y la vitamina A (Leyva et al., 2019).

En cuanto a su composición química, la leche de cabra tiene un contenido proteico menor y un contenido de proteína soluble mayor que la leche de vaca (Park et al., 2017). En términos de grasas, la leche de cabra tiene un alto contenido de ácidos grasos saturados y monoinsaturados, lo que contribuye a su textura cremosa y sabor particular (Acheampong et al., 2019). Además, la leche de cabra es rica en vitaminas, como la vitamina A y B, y minerales como calcio y fósforo (Leyva et al., 2019). Otro aspecto distintivo de la leche de cabra es su contenido en componentes activos bioactivos como compuestos antioxidantes y péptidos bioactivos (Leyva et al., 2019).

Los lácteos son una fuente dietaria de calcio por excelencia, independientemente de su origen, y como tal, debe evaluarse por su biodisponibilidad, así como también por su contenido en el mineral. Referido a la absorción de calcio (Ca), se estima que se absorbe entre un 30 y un 40 %, mientras que en los niños y mujeres embarazadas, un 60 % del total ingerido. En cuanto a la biodisponibilidad, uno de los factores que interfieren en esta es la relación Ca/P. Tanto en la leche de cabra como en la de vaca, dicha relación es adecuada, ideal para la óptima absorción de Ca: en el caso de la leche de cabra, es 1,2, y en la de vaca, es 1,1 (Boza y Sanz, 2013).

1.2 Proteínas

Las proteínas son uno de los macronutrientes más importantes presentes en la leche de cabra. En la leche de cabra, las proteínas están formadas por una combinación de proteínas séricas y caseínas (Jenness, 1980). Las proteínas se dividen en dos grupos principales según su solubilidad en agua: proteínas solubles en agua o proteínas séricas (un 20% de las proteínas totales de la leche) y proteínas insolubles en agua o caseínas (un 80% de las proteínas totales de la leche). Las caseínas se forman en agregados llamados micelas de caseína, mientras que las proteínas séricas se presentan en estado libre (Jenness, 1980).

Las proteínas de la leche de cabra tienen un alto valor biológico, que se refiere a la calidad y cantidad de aminoácidos esenciales presentes en las proteínas. Las proteínas de la leche de cabra son ricas en aminoácidos esenciales, especialmente lisina, metionina y cisteína (Park et al., 2011).

Por otra parte, la leche caprina carece de aglutinina, que es una proteína cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. Esta es la razón por la cual sus glóbulos, al estar dispersos, son atacados con mayor facilidad por las enzimas digestivas, agilizando su digestión (Rodden, 2004).

Además, se ha demostrado que las proteínas de la leche de cabra tienen algunas propiedades asociadas con beneficios para la salud, como la presencia de péptidos bioactivos con potencial antihipertensivo, antiinflamatorio y antimicrobiano, así como propiedades antialérgicas (López et al., 2013).

Las proteínas son los componentes de la leche más importantes desde el punto de vista nutritivo. La leche de cabra tiene dos fracciones proteicas: Las caseínas y las proteínas del suero (López et al., 2011)

Las caseínas se dividen a su vez en alfa caseínas (α_1 y α_2), beta caseína y Kapa caseína, las caseínas son un grupo específico de proteínas que se precipitan de tres formas diferentes, las cuales son: cuando la acidez de la leche se encuentra a valores entre 4.6 y 4.7 de pH; por tratamiento enzimático (quimosina); y ultracentrifugación. Generalmente la leche de cabra contiene menos alfa caseínas que la leche de vaca, lo cual es una característica ligada a la genética de la raza

caprina por lo que en el pasado se le atribuían pocas habilidades a la leche de cabra para la elaboración de quesos (Haenlein, 2004; Vega et al., 2010). En la leche de vaca es la α -S1 la caseína más abundante, mientras que en la leche de cabra es la variante α -S2. Las diferencias en los tipos de variantes genéticas son debidas a los aminoácidos presentes en las cadenas de las proteínas, los cuales son los responsables de las diferencias en la digestibilidad, en las propiedades para la elaboración de quesos y en los sabores generados a los productos de la leche de cabra. La acción las proteasas sobre las caseínas de la leche de cabra genera péptidos de sabor menos amargo que los obtenidos de las caseínas de leche de vaca (Haenlein, 2004).

Las proteínas del suero: son proteínas solubles, β -lactoglobulinas y α -lactoalbuminas se encuentran en pequeñas cantidades junto con las proteasas-peptonas (Haenlein,2004; Vega et al., 2010).

Las proteínas de la leche de cabra son más digeribles que las de la vaca debido a que forman una cuajada compacta, suave y más friable durante la acidificación que sufre en el estómago, lo que facilita la acción digestiva de las proteasas, además, se tiene un uso exitoso en pacientes con alergia a la leche de vaca el cual se atribuye a la pequeña o nula fracción de α s1 caseína (López et al., 2011).

Dentro de su estructura proteica, la composición de las diferentes fracciones de la leche de cabra difiere en gran proporción con la de vaca. El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche caprina (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm). Estas caseínas se caracterizan por contener más glicina, menos arginina y aminoácidos sulfurados como metionina. No sólo el tamaño sino la estructura molecular de la caseína y lactoalbúminas de la leche de cabra difieren de su contraparte vacuna. La mayor fracción de proteína en la leche bovina es la α -s-caseína, pero en la leche de cabra son las β -caseína y α -s-2-caseína las fracciones mayoritarias. La caseína de la leche de cabra contiene menos del tipo α -s-1-caseína al igual que la leche humana, dicha fracción es la responsable de la mayoría de las alergias asociadas a la leche vacuna (Castro, 2005).

1.3 Ácidos Grasos

La naturaleza de los ácidos grasos de la grasa caprina tiende a bajar el colesterol "malo" asociado a la proteína LDL. Esto se debe a la presencia de ácidos grasos mono y poli insaturados en un 29% y a que el 71% de sus ácidos grasos de cadena larga son insaturados. Además es muy baja la proporción de grasas trans, aproximadamente 2 a 3%, en la de vaca es del 3 al 4%. Finalmente, es importante apuntar que la grasa láctea caprina aporta ácidos grasos esenciales, que la hacen saludable desde el punto de vista cardíaco. En cuanto al sabor y olor debido a la presencia de ácidos grasos de cadena media, la leche de cabra no debería presentar problemas de rechazo en el consumidor, debido a que, en condiciones normales y adecuadas para su consumo, estos ácidos deberían encontrarse encapsulados dentro del glóbulo graso, por lo que si la manipulación fue correcta no debería diferenciarse de la de vaca por medio del olfato (Chávez, 2006)..

Independientemente de la distinta naturaleza de su proteína, la principal diferencia existente entre la composición de la leche de cabra y vaca, es la que se refiere a la existente entre sus grasas. Junto al menor tamaño de los glóbulos que la forman, la leche de cabra presenta una grasa, cuyo contenido en los llamados triglicéridos de cadena media (MCT), triglicéridos formados por ácidos grasos cuya cadena carbonada tiene entre 4 y 14 átomos de carbono, alcanzan normalmente, un porcentaje mayor del 30%, a diferencia de la leche de vaca que no presenta de estos compuestos más del 20%.

Su bajo peso molecular e hidrosolubilidad, facilita la acción de las enzimas digestivas, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que la de los triglicéridos de cadena larga y, a diferencia de éstos, la digestión de los MCT comienza a producirse en el estómago, ya que la lipasa gástrica, prácticamente sin acción sobre los triglicéridos de cadena larga, inicia la hidrólisis de los MCT, la que será completada por la lipasa pancreática, a un ritmo cinco veces superior a la hidrólisis de los triglicéridos de cadena larga (Córdova, et al., 2009), lo cual es muy valioso en términos de la aceptación en la población nutricionalmente consciente, y por el hecho de que una grasa de características como las descritas es de más fácil digestión y tiene la tendencia a proporcionar energía y no a contribuir a la

formación de tejido adiposo, así como por su habilidad para limitar y disolver los depósitos de colesterol sérico, lo que se relaciona con una disminución de las enfermedades coronarias, la fibrosis quística y los cálculos biliares, además de ser importante en la nutrición de infantes que presenten eczemas atípicos atribuidos a leches maternas con un perfil anormal de ácidos grasos, especialmente el linolénico (Ramírez, 2013).

En promedio la grasa de la leche de cabra difiere significativamente en el contenido de sus ácidos grasos respecto a la leche de vaca. El contenido de los ácidos: butírico (C4:0), caproico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), laúrico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) y linoleico (C18:0) es mayor, pero menor en los ácidos esteáricos (C18:0) y oleico (C18:1). Tres de los triglicéridos de cadena media (C6-C14) son llamados de “cabra” debido a que predominan en la leche de cabra (Haenlein, 2004).

Estos ácidos han llegado a ser utilizados en tratamientos médicos de diversos desórdenes clínicos (síndrome de la mala absorción, alimentación de bebés prematuros, desnutrición infantil, fibrosis quística, epilepsia, por mencionar algunos) debido a que estos ácidos proveen directamente la energía en lugar de ser depositados en tejido adiposo, así como una baja concentración de colesterol en suero. La leche de cabra excede a la leche de vaca en ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y en triglicéridos de cadena media, los cuales son conocidos por ser benéficos para la salud, especialmente para enfermedades cardiovasculares (Haenlein, 2004).

El contenido de lactosa es bajo en la leche de cabra en comparación con la leche de otras especies animales, lo cual está directamente relacionado con que esta leche presente menos problemas asociados con la intolerancia (Villalobos, 2005).

1.4 Vitaminas

La leche de cabra provee aproximadamente el doble de vitamina A que la leche de vaca. El alto contenido de esta vitamina a la vez explica la ausencia de carotenoides en la leche de cabra, pues todos estos se encuentran ya convertidos a

vitamina A. A esto se suma el hecho de que la leche de cabra es muy rica en riboflavina, importante como un factor del crecimiento (Gilbere y Hom, 2006).

Comparada con la leche materna, la leche de cabra contiene prácticamente la misma cantidad de ácido fólico y un poco menos de vitaminas del complejo B. El contenido de vitamina E suele considerarse como bajo, razón por la cual la suplementación puede hacerse necesaria. La vitamina D no se encuentra en cantidad apreciable, y es también candidata a ser suplementada cuando se destina la leche a niños (Larsen, 2005). Si bien el contenido de vitaminas B6 y B12 es más bajo que la leche de vaca, comparado con la leche humana es similar, por lo que es adecuada para la nutrición de infantes (Páez y Maggio, 1997).

En cuanto a su composición en vitaminas, la leche de cabra contiene una menor proporción del complejo B y es realmente deficiente en vitamina B12 la cual es cinco veces mayor en la leche vacuna. El contenido de ácido fólico es más bajo en la leche caprina (1 mg vs.12 mg en la vacuna). La deficiencia de esta vitamina, que está muy relacionada con la dieta y cuidado del animal, se asoció fuertemente con la anemia megaloblástica infantil a la que se denominó “anemia de la leche de cabra”. Este padecimiento responde muy bien al tratamiento con ácido fólico, cuya carencia es el principal desencadenante en niños con dieta exclusiva en este alimento. Se ha demostrado que la fortificación de esta leche con ácido fólico no solo eleva su nivel nutricional sino que debería ser un estándar cuando esta se destina a dietas infantiles, lo mismo sucede con la vitamina D la cual también se encuentra en cantidades insuficientes (29,28 UI para la leche de cabra comparada con la leche vacuna, 98,65 UI (Castro, 2005).

1.5 Minerales

Están presentes fundamentalmente en la leche de cabra el sodio, potasio, calcio, magnesio, fósforo y cloro. Elementos traza como el hierro, zinc, y manganeso se encuentran en proporciones semejantes a la leche vaca (Córdova et al., 2009) . Sin embargo la leche de cabra contiene 13 por ciento más de calcio, 134 por ciento más potasio y tres veces más ácido nicotínico. Es también cuatro veces más alta en cobre. Además, contiene selenio en un 27 por ciento mayor, el cual actúa como antioxidante. El selenio es muy importante no sólo porque suele ser deficiente en

el cuerpo humano, sino porque ayuda a controlar el sistema inmunológico así como porque actúa directamente sobre ciertos virus impidiendo su multiplicación (Mejía et al., 2011).

Contiene menos sodio y molibdeno, pero más potasio y cloro, siendo los demás constituyentes muy similares entre ambas leches. La cantidad de fósforo, 271 miligramos (en forma de fosfatos) contribuye junto con las proteínas a la elevada capacidad buffer, la cual es mayor a la de vaca y esto la hace valiosa en el tratamiento de úlceras gástricas especialmente cuando la constante irritación causada por la acción de los jugos gástricos es dañina para el revestimiento del tracto digestivo. Además, contiene selenio, el cual actúa como antioxidante y cumple una importante función en el sistema inmunológico debido a que actúa directamente sobre ciertos virus impidiendo su multiplicación. Este mineral se vincula más con la parte acuosa que con la fracción grasa, ya que en la leche descremada queda el 94% del selenio total (Díaz, 2003).

El cloro representa el 14,7% de las cenizas totales de la leche de cabra, a diferencia de la de vaca en la que representa el 14,3%. Este contenido alto de cloro tiende a asociarse con las propiedades laxantes de la leche de cabra. La cantidad de fósforo (en forma de fosfatos) que hay en la leche de cabra no sólo ayuda nutricionalmente a las personas que tienen dietas basadas exclusivamente en raíces de plantas, frutas y vegetales verdes; si no que además contribuye junto con las proteínas a la alta capacidad buffer, la cual es mayor a la que presenta la leche de vaca. Todo lo anterior hace a este fluido muy valioso en el tratamiento de úlceras gástricas, especialmente cuando la constante irritación causada por la acción de los jugos gástricos es dañina para el revestimiento del tracto digestivo (Villalobos, 2005).

Se ha demostrado que, en cuanto al calcio, su consumo "aumenta mucho su absorción y depósito a nivel del hueso, lo que es muy beneficioso tanto para las personas adultas como para las mujeres que sufren procesos de osteoporosis sobre todo a partir de la menopausia", y que, a diferencia de lo que ocurre con otros alimentos ricos en calcio, "la leche de cabra favorece también la absorción de hierro

y su depósito en órganos diana", lo que puede beneficiar a personas propensas a sufrir anemias (Capra, 2003).

Debido a su particular composición la leche de cabra se considera hoy un alimento con el que no sólo es posible sustituir a la de vaca, en los casos en que ésta última no esté disponible, sino que puede convertirse en alimento de elección en determinados casos, para ciertos estratos de la población, en razón de sus requerimientos específicos (Ceballos, 2007).

La leche de cabra es recomendable para aquellas personas que tienen problemas digestivos como úlceras, gastritis, trastornos hepáticos y no pueden consumir leche de vaca (Páez y Maggio, 1997). En niños que presentan malnutrición por mala alimentación o lactancia deficiente, ha demostrado ser un sustituto superior a la leche de vaca, con mejores resultados en cuanto a ganancias de peso, aumento en la estatura, mineralización esquelética, densidad de hueso y contenido de vitaminas en sangre (Haenlein, 2004).

1.6 Producción de leche de cabra

La producción de leche de cabra implica el cuidado y alimentación adecuados de las cabras lecheras, lo que afecta su salud y calidad de la leche (Pedersen et al., 2018). Es importante que las cabras tengan una alimentación balanceada, agua fresca y limpia, y un espacio adecuado para descansar y moverse libremente (Priyanka et al., 2018).

Además, es importante el manejo del ordeño para obtener una leche de calidad. El ordeño debe ser higiénico y se debe evitar la contaminación de la leche con tierra, arena o pelos (Priyanka et al., 2018). También se deben seguir las normas y protocolos de calidad establecidos por las autoridades sanitarias.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en 2019, la producción mundial de leche de cabra fue de 20,8 millones de toneladas, lo que representó el 2,4% de la producción mundial de leche. Los principales países productores fueron India (4,4 millones de toneladas), Bangladesh (2,5 millones de toneladas), Sudán (2,2 millones de toneladas) y China (1,7 millones de toneladas) (FAOSTAT, 2021).

En Europa, los principales productores de leche de cabra son Francia, España, Italia y Grecia. En América Latina y el Caribe, los principales productores son México, Brasil y Argentina. En los Estados Unidos, la producción de leche de cabra ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, alcanzando aproximadamente 450 millones de litros en 2019 (USDA, 2021).

A nivel mundial, se espera que la producción de leche de cabra continúe creciendo en los próximos años debido a la creciente demanda de productos lácteos de origen caprino y al aumento de la población (Molina et al., 2021).

1.7 Calidad de la leche de cabra

La calidad de la leche de cabra depende de varios factores como la alimentación, manejo y salud de las cabras, así como el proceso de ordeño y la higiene durante la producción (Leyva-Baca et al., 2019). La calidad de la leche se puede evaluar mediante diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Mirzaei et al., 2018).

Por ejemplo, el contenido de grasa, proteína y sólidos totales deben estar dentro de rangos establecidos para asegurar una buena calidad de la leche (Yuan et al., 2019). Además, se deben realizar pruebas microbiológicas para determinar la presencia de microorganismos patógenos y la carga bacteriana (Pedersen et al., 2018).

Entre los factores que determinan su calidad se encuentran:

- **Composición química:** la composición química de la leche de cabra debe ser adecuada para la elaboración de productos lácteos seguros y de alta calidad. Esto incluye niveles adecuados de grasa, proteína, lactosa y otros componentes, como vitaminas y minerales (Olivera et al., 2021).
- **Higiene y calidad microbiológica:** la leche de cabra debe tener una calidad microbiológica adecuada para prevenir la contaminación por microorganismos patógenos y garantizar la seguridad del producto elaborado. La calidad microbiológica de la leche de cabra se puede evaluar mediante el recuento total de bacterias, coliformes y otros indicadores microbiológicos (Caggia et al., 2018).

- **Propiedades físicas y sensoriales:** la leche de cabra debe tener propiedades físicas y sensoriales adecuadas para la elaboración de productos lácteos de alta calidad. Estas propiedades incluyen el color, olor, sabor, textura y viscosidad de la leche, que se relacionan con la raza caprina, la alimentación y otros factores (Escobar-Zepeda et al., 2020).
- **Ausencia de residuos de medicamentos y antibióticos:** la leche de cabra debe estar libre de residuos de medicamentos y antibióticos para garantizar la seguridad de los productos lácteos. Los residuos de medicamentos y antibióticos en la leche de cabra pueden tener un impacto negativo en la salud humana y reducir la calidad del producto (EFSA, 2017).

1.8 Beneficios para la salud

La leche de cabra también es valorada por sus beneficios para la salud. Por ejemplo, se ha demostrado que la leche de cabra y sus derivados tienen efectos positivos para la digestión y la inmunidad (Leyva-Baca et al., 2019). Estudios han encontrado que la proteína de la leche de cabra es más fácil de digerir para las personas con intolerancia a la lactosa que la proteína de la leche de vaca (Haenlein y Caccese, 2008). Además, la leche de cabra contiene péptidos bioactivos que pueden contribuir a mejorar la salud cardiovascular y neuronal (Yuan et al., 2019).

Las investigaciones han mostrado que la proteína de la leche cabra, "es de mejor calidad que la de la leche de vaca y de más fácil absorción por el organismo". En cuanto a la grasa, es más fácil de digerir que la de vaca, dado que, "los glóbulos de la grasa de la leche de cabra son más pequeños que los de la de vaca y, además por su alto contenido en ácidos grasos de cadena media (MCT) no necesita, en gran proporción de la bilis (sales biliares) para su digestión y absorción". Los efectos beneficiosos de la leche de cabra, con respecto a la de vaca no se detienen aquí, sino que se ha demostrado que, en cuanto al calcio, su consumo "aumenta mucho su absorción y depósito a nivel del hueso, lo que es muy beneficioso para las personas adultas, como para mujeres que sufren procesos de osteoporosis a partir de la menopausia", y que, a diferencia de lo que ocurre con otros alimentos ricos en calcio, "la leche de cabra favorece la absorción de hierro y su depósito en órganos diana", beneficia a personas propensas a sufrir anemias.

La leche de cabra, tiene efectos beneficiosos, sobre el metabolismo de otros minerales tales como: fósforo, magnesio, cobre, cinc y selenio. El consumo de leche de cabra reduce los niveles de colesterol y mantiene normales los niveles de triglicéridos, HDL, GOT y GPT. La leche de cabra, rica en triglicéridos de cadena media, presenta la ventaja sobre la leche de vaca en el metabolismo de los lípidos por lo que se sugiere su uso en pacientes con síndrome de mala absorción: (Guamán y Proaño, 2012).

Entre los beneficios nutricionales que la leche de cabra brinda al consumidor se encuentran los siguientes: (Guamán y Proaño, 2012).

- En 100 mililitros de leche de cabra aportan 67 Kcal.
- La leche de cabra es una fuente excelente de proteínas y provee un gran número de aminoácidos esenciales. Es, además, rica en calcio y muchas vitaminas (A, D, B1, B2).
- Tiene la misma cantidad de proteínas, grasa, hierro, vitamina C y D que la leche de vaca.
- La leche de cabra contiene mayor cantidad de vitaminas A y B y menor contenido de lactosa.
- La leche de cabra tiene un color muy blanco; debido a que el amarillo del beta-caroteno se ha convertido en pura vitamina A que es incolora.

Leche de cabra: Las afecciones ligadas al consumo de lácteos y en los que la leche de cabra tiene un importante papel son (Guamán y Proaño, 2012) :

a) La alergia a la leche (APLV).

Las personas que presentan alergia a las caseínas alfa1 y/o caseína beta se ven beneficiados por la menor proporción de las mismas en la leche de cabra; estos individuos representan el 40% de los niños alérgicos a la leche de vaca.

b) La intolerancia a la lactosa (IPLV).

La enzima lactasa cuida de la digestión de lactosa, una persona que sufre de intolerancia a lactosa, no tiene esta enzima. Los bebés tienen suficiente lactasa para

transformar toda la lactosa de la leche materna, al crecer la mayoría de las personas pierden esta capacidad.

1.9 Importancia en la industria alimentaria

Por sus características únicas, la leche de cabra se utiliza en la elaboración de diversos productos alimentarios, desde quesos y yogures hasta helados y chocolates. Cada vez más chefs y restauradores están descubriendo las bondades de la leche de cabra en la cocina, debido a su sabor y textura particulares (Sarkar et al., 2019).

En la industria alimentaria, la leche de cabra es un ingrediente versátil que se utiliza en la producción de una amplia variedad de alimentos, desde quesos y yogures hasta postres y chocolates. Asimismo, se ha observado un aumento en la demanda de productos lácteos derivados de la leche de cabra debido a su sabor y textura particulares, así como a la creciente conciencia de los consumidores acerca de los beneficios para la salud de la leche de cabra (Sarkar et al., 2019).

La leche de cabra y sus derivados son muy apreciados en la industria alimentaria debido a sus propiedades nutricionales y al sabor particular que le confiere su composición química (Acheampong et al., 2019). La leche de cabra es una fuente importante de proteína, calcio y otras vitaminas y minerales (Leyva-Baca et al., 2019). Además, su alto contenido de grasas la hace ideal para la elaboración de quesos y otros derivados (Park et al., 2017).

En muchos países, la producción de leche de cabra es una actividad económica importante y sostenible ya que permite la generación de empleos y la obtención de ingresos para los productores (Cadogan et al., 2018). La demanda por productos lácteos de cabra está en aumento debido a su creciente popularidad en la alimentación saludable (Yuan et al., 2019).

En los países desarrollados, últimamente se ha despertado un creciente interés por la cabra, debido a que su leche y los productos derivados de ésta, se consideran adecuados a la nueva tendencia de consumo de alimentos sanos. Lo anterior, y la buena adaptabilidad de las cabras a las zonas marginales y desfavorecidas, han contribuido a que surjan numerosas pequeñas explotaciones,

que han hecho que la producción de leche de cabra en dichos países sea cada vez más significativa (Lastre, 2015).

El principal país productor mundial de leche de cabra es la India, con 2,6 millones de toneladas (22% de la producción mundial), seguido por Bangladesh con 1,4 millones de toneladas y Sudán con un total de 1,3 millones de toneladas. A pesar de ello, el caprino se sigue explotando principalmente para la producción de carne, tan solo en el continente europeo es la leche el producto principal. En los países del arco mediterráneo se encuentran algunos de los mayores productores como: Francia, Italia, Turquía, España y Egipto. A nivel mundial, la demanda por derivados lácteos caprinos ha tendido y tiende actualmente hacia la diversificación, que se manifiesta tanto en la elaboración de quesos no tradicionales, como en la elaboración con leche de cabra de productos que tradicionalmente se han obtenido de la leche de bovino. Entre los principales se tiene: queso (distintas variedades), manjar blanco, crema de leche para elaboración de mantequilla y yogurt (Lácteos. (s.f.)).

Capítulo 2: Tratamientos térmicos y no térmicos, conservación de la leche de cabra y sus derivados

La Leche por ser de características perecibles y de difícil transporte, ha obligado a que se desarrollen diferentes técnicas para su conservación, como la acidificación, el secado, la adición de azúcar, la adición de sal, el tratamiento por calor y frío, la exclusión de aire, la osmosis Inversa, la ultra filtración, el empleo de radiaciones, etc. Solo después de la pos guerra mediante la comprensión y difusión de estos procedimientos de estabilización de la leche, ha sido posible la difusión de su comercio a lugares lejanos, y prolongar la vida útil del producto, antes restringido a unas pocas horas, generalizándose su consumo (Zavala, 2009).

Cada vez más, los consumidores demandan nuevos métodos de procesamiento de alimentos que supongan un menor impacto en su calidad organoléptica y en su contenido nutricional. Es por esto que, el estudio de nuevos métodos de esterilización está ganando peso y cada vez más grupos de investigación han centrado sus esfuerzos en su puesta a punto y optimización para el tratamiento de diferentes alimentos tanto sólidos como líquidos (Huang y Wang, 2009; Qin et al., 1996).

2.1 Congelación y refrigeración

La conservación de la leche se puede realizar, entre otros métodos, por medio de la refrigeración o incluso la congelación. La tecnología de refrigeración se hace, al igual que en la leche bovina, colocándola en tanques de frío y logrando una temperatura igual o inferior a 4°C en un período máximo de 2 hs, lo que permite conservar la leche por 48 hs. La tecnología de congelación ha sido objeto de estudio desde 1930. Existen países que aceptan en su legislación efectuarla en recipientes metálicos con capacidad variable de hasta 50 L, manteniendo la materia prima a una temperatura igual o inferior a -18°C y logrando alcanzar esta temperatura en el menor tiempo posible. Este método de conservación es muy utilizado en establecimientos caprinos con el fin de obtener mayor vida útil y disponibilidad de la leche en distintas épocas del año (Muir, 1984).

Algunos estudios sobre la aplicación de esta tecnología en leche caprina observaron que puede tener efectos adversos en la calidad, así como también en sus propiedades fisicoquímicas, de composición y sensoriales. Durante la congelación, se puede dar una oxidación de las grasas, lo que predispone a la lipólisis de estas, que puede aumentar la acidez de la leche, especialmente si la lipasa no fue inactivada previamente por tratamiento térmico. Con respecto a la oxidación de lípidos, esta es una de las causas principales del deterioro de grasas y aceites que conduce a la rancidez y al desarrollo de sabores desagradables. En cuanto a las proteínas, la congelación puede variar la estructura de ellas en la leche, lo que repercute en la calidad de productos como el queso (Fontecha et al., 1993).

Según algunos autores, la congelación como método de conservación no altera las características microbiológicas de la leche, y el producto, inmediatamente después del descongelado, tiene una calidad similar a la leche de la que se originó. Sin embargo, la congelación puede tener efectos negativos sobre las células bacterianas. que la congelación de la leche puede alterar la pared celular de las bacterias, perjudicando su capacidad de multiplicación, aunque puede haber aumentos aparentes en los recuentos provocados por la separación de los aglomerados de bacterias durante el almacenamiento (Vilhena et al., 2008).

La parte más difícil sobre la congelación de la leche, crema, mantequilla, suero de leche, yogur o kéfir, es elegir el recipiente más adecuado para su uso. Personalmente recomiendo cristal para congelar la leche y otros productos lácteos, pero debido al peligro de rotura, hay que tomar en cuenta algunos aspectos. Asegúrate de que el envase no esté totalmente lleno y que la tapa quede semi abierta para liberar cualquier presión que se acumule y, sobre todo, que el cristal sea lo suficientemente grueso y soporte bajas temperaturas.

Al congelar la leche cruda o no homogeneizada y la pasteurizada a baja temperatura (a menos de 118 C), asegúrate de primero agitarla muy bien antes de guardarla en el congelador, al hacerlo se distribuirá uniformemente la crema. Es una buena idea tomar el frasco y agitarlo por la misma razón una o dos veces más antes de que se congele por completo. una vez que la crema de la leche se ha descongelado, a veces tiende a tener una textura ligeramente arenosa y podría no

sentirse completamente lisa en la lengua como sucede antes de ser congelada. Esto no afecta su seguridad o nutrición, pero algunas personas podrían sentir la diferencia. La leche cruda, de calidad, de vaca alimentadas con pasto es cara y si te sucede lo que ha muchas personas, que se les olvida en el carro u otro lugar durante todo el día después de lograr comprarla es, sin duda, un caso poco agradable (Salud quesera, 2016).

2.2 Pasteurización

El proceso de pasteurización fue inventado por Pasteur hace 150 años, primeramente, para combatir el deterioro de los vinos que originaba grandes pérdidas a la industria vitivinícola francesa, esta técnica posteriormente fue aplicada a la higienización de la leche. Consiste en tratar térmicamente los productos lácteos con la finalidad de destruir o minimizar la acción de los agentes de deterioro y los causantes de los problemas sanitarios presentes en la leche sin procesar: básicamente microorganismos y enzimas. El producto así tratado es mantenido hasta su consumo en un envase que lo protege de recontaminaciones del medio ambiente. La práctica de hervir la leche antes de su consumo, ha constituido un gran avance en los correctos hábitos de consumo actuales.

Mediante esta práctica ha disminuido la incidencia de enfermedades transmitidas por animales enfermos al hombre, se detiene la proliferación de microorganismos que por contaminación originan disturbios gastrointestinales y se logra disminuir la velocidad de deterioro natural de la leche. Sin embargo, el hervir la leche, causa destrucción de muchas las cualidades nutritivas de la leche por sobre exposición al calor. Es pues necesario afinar el proceso a los precisos parámetros en los que se logra máximo efecto benéfico y mínimo deterioro por sobre exposición al calor, y en esto radica la correcta pasteurización de la leche. El óptimo tratamiento es en realidad una combinación de parámetros de tiempo y temperatura que conforman la llamada curva T-T de pasteurización diarios (DGPA, 2005).

Existen dos principales métodos de pasteurización, el de baja temperatura por largo tiempo (el método antiguo de “pasteurización lenta”, 62º C y 30 minutos de retención) y el de alta temperatura por corto tiempo (HTST; 72º C por 15 segundos). La leche pasteurizada no es estéril y poseen un periodo de vida inferior

a la semana, limitada a temperaturas de refrigeración. Los procesos más severos que la pasteurización, producen considerables cambios de los caracteres químicos y físicos de la leche (Zavala, 2009).

Las temperaturas de pasteurización altas, por corto tiempo (leche ultra pasteurizada) junto a técnicas de envasado aséptico consiguen un producto libre de sabor a “cosido” y de mayor periodo de vida útil. El proceso Ultra High Temperature (UHT), o leche larga vida, asegura la inactivación casi total de todos los microbios y enzimas, ya que la leche se calienta a 130 – 150 °C durante 2 a 4 segundos seguido de un enfriamiento rápido hasta llegar a temperatura ambiente. La leche UHT o también denominada leche ultrapasteurizada es el producto de una tecnología de punta que permite eliminar la mayor parte de la flora bacteriana presente en la leche sin alterar el contenido nutricional de la leche.

Los efectos de la ultra pasteurización sobre la calidad nutricional son mínimos, no se presentan cambios en el contenido graso, la lactosa o las sales, solo se presentan cambios marginales en el valor nutricional en proteínas y vitaminas. La proteína más abundante en la leche, la caseína, no es afectada mayormente por el tratamiento térmico; la desnaturalización ocurrida por causa del tratamiento térmico es mucho menor que la causada por el mal manejo de la leche cruda que da paso a la acidificación de la leche por la falta de frío y, por el contrario, el tratamiento de ultra pasteurización facilita la digestibilidad de algunas proteínas. Incluso los tratamientos térmicos suaves inducen el inicio de las reacciones de Maillard, formando lactulosa-lisina y otros compuestos que reducen la cantidad de lisina disponibles (Zavala, 2009).

El procedimiento desarrollado por Pasteur, asume que destruyendo el Bacilo *Micobacterium tuberculosis*, se destruye también los demás agentes patógenos como *Brucella bovis* y *Brucella ovis*, la *Echerichia coli* causante de la disentería y las enzimas que originan el enranciamiento de la grasa de la leche; lo que hace que se emplea al Bacilo *Micobacterium tuberculosis* como un marcador. El objetivo de la Pasteurización es pues la muerte del Bacilo *Micobacterium tuberculosis*, que es un microorganismo no esporulado (formas vegetativas) y por otro lado la destrucción de las enzimas principalmente las que oxidan la grasa de la leche y que destruyen

también otras sustancias beneficiosas como las vitaminas liposolubles. Por la pasteurización se persigue como máximo una vida útil, a temperaturas de refrigeración (4 a 7 ° C), de 10 días, suficiente para que la leche llegue en buenas condiciones al consumidor diarios (DGPA, 2005).

Durante el desarrollo del proceso de pasterización y UHT, tienen lugar algunos pequeños cambios físicos y químicos en las grasas de la leche y se desnaturalizan algunas proteínas, aunque esta desnaturalización no afecta sustancialmente los valores nutricionales de la leche. El sabor de la leche pasteurizada es más similar al de la leche fresca (cruda) que el de la leche UHT. Esto se debe a que durante el proceso UHT se produce la caramelización parcial los azúcares de la leche. Algo que no hay que olvidar es que las propiedades nutricionales de la leche están íntimamente ligadas al contenido en grasa de la leche.

Conteniendo la leche entera cantidades considerables de vitamina A, B, D y calcio, la leche descremada o semi descremada posee las mismas cantidades de proteínas, calcio, magnesio, fósforo, potasio y zinc y vitamina B que la leche entera, pero las vitaminas A y D (liposolubles) se reducen a menos de la mitad o incluso desaparecen. Además, estos micro nutrientes se encuentran en la leche en forma micelar, lo que les confiere una gran biodisponibilidad y digestibilidad (los lacto coloides son muy susceptibles a la inestabilidad ante los agentes físicos y químicos de los procesos) (Zavala, 2009).

Debido a que los sistemas biológicos son más sensibles a la temperatura que los sistemas químicos como los involucrados en la destrucción de nutrientes, la tecnología de los alimentos moderna emplea este principio para eliminar los microorganismos y enzimas perjudiciales minimizando el daño de las características nutritivas y organolépticas, por esto los procesos actuales privilegian las altas temperaturas por cortísimo tiempo. Es así que el método HTST es preferido organoléptica y nutricionalmente, a la “pasteurización lenta” y a la esterilización en lata (apertización), habiéndose dejado de emplear actualmente los procesos que implican grandes tiempos de exposición térmica innecesarios (Zavala, 2009).

La pasteurización ha sido uno de los grandes progresos de la seguridad alimentaria, ya que, hasta su descubrimiento, muchos alimentos no podían conservarse de manera fiable y se producían enfermedades causadas por consumir alimentos en mal estado. Hoy en día se sabe que el consumo de leche cruda es causante de diversas enfermedades (Bryan, 1983; Jay-Russell, 2010; Lucey, 2015), como enteritis listeriosis o tuberculosis (Doran et al., 2009; Giuseppina et al., 2006). Por todo esto, es un proceso crucial que actualmente se ha generalizado para tratar muchos de los alimentos que consumimos, ya que es un método sencillo que, además de garantizar la inocuidad, permite un almacenamiento a largo plazo y transporte a largas distancias, por lo que resulta también muy atractivo económicamente.

Se conocen varios tipos de pasteurización según las temperaturas que se alcancen (Mira, 2014).

- Pasteurización lenta: se realiza un calentamiento hasta 65°C, se mantiene durante 30 minutos y luego se procede a un enfriamiento rápido a 4°C.
- Pasteurización rápida: se realiza un calentamiento a 72°C, se mantiene durante 15 minutos y luego se procede a un enfriamiento rápido a 4°C.
- Pasteurización ultra rápida: se realiza un calentamiento a 83-85°C y luego se procede a un enfriamiento rápido a 4°C.

2.3 Esterilización

También denominada Apertización, proceso de esterilización comercial térmica inventado por Nicolás Apert en 1810, cuya finalidad es destruir los microorganismos causantes del deterioro y de los problemas sanitarios; para conservar alimentos se empleaban envases de vidrio y posteriormente envases de hojalata (fierro estañado, también llamada hoja de Flandes). En el Perú está muy difundida esta tecnología y es de consumo común por la población el uso del “tarro de Leche” diarios (DGPA, 2005).

Para el caso de los alimentos y especialmente la leche, el tratamiento para eliminar el contenido microbiano se denomina esterilidad comercial, donde el producto estéril se define como aquel que está libre de microorganismos que crecerían en condiciones dominantes. Durante los tratamientos térmicos severos

como la apertización de la leche en latas y en la deshidratación de la leche en polvo se originan grandes pérdidas de muchas vitaminas. Esto es particularmente importante en el caso de la vitamina B12 debido a que la leche es una importante fuente de esta vitamina (Zavala, 2009).

2.4 Tyndalización

Proceso de esterilización térmica inventado por Tyndall (1820-1893) con la finalidad de destruir no solamente las formas vegetativas de los microorganismos sino que también las formas esporuladas, sin recurrir a temperaturas elevadas y tiempos prolongados. Consiste en someter al producto con la carga microbiana a temperaturas letales para las formas vegetativas en forma sucesivas y alternadas con descensos en la temperatura con la finalidad de que los esporos pasen a formas vegetativas y que sean destruidas por el siguiente tratamiento térmico diarios (DGPA, 2005).

2.5 Uperización y proceso larga vida

Es un tratamiento térmico por el cual en forma continua se inyecta vapor de agua directamente sobre la leche y posteriormente se retira el agua adicionada mediante vacío diarios (DGPA, 2005). El Proceso de esterilización que le confiere a la leche una vida útil en empaque de por lo menos un año a temperatura ambiente. Esta tecnología hizo su aparición en la década de los 60, hoy el sistema TERAPAK ese ha impuesto y está generalizado en el mundo entero, su difusión en nuestro medio es reciente. Implica la esterilización por tratamiento térmico a Ultra Alta temperaturas y Corto Tiempo o simplemente UHT (Ultra Higt Temperatura), y llenado aséptico.

La leche y el empaque son esterilizados por separado y en un ambiente estéril se procede a el llenado y sellado de los envases. En la esterilización se emplean aire filtrado, peróxido de hidrógeno para esterilizar los empaques y vapor, y agua caliente como elementos calefactores para la esterilización de la leche. Las plantas son tal vez demasiado caras para operaciones de pequeña escala, ya que no existe ninguna planta comercial de UHT de menos de 5,000 litros diarios (DGPA, 2005).

2.6 Efecto de los tratamientos térmicos en la leche

Los tratamientos térmicos a que sometemos la leche después del ordeño, a fin de higienizarla y conservarla (para conseguir inactivación de enzimas y muerte térmica de los microorganismos), originan también un daño tecnológico de diferentes magnitudes sobre el valor biológico (proteínas y vitaminas) y sobre las características organolépticas del producto final (color, olor y sabor). Este daño es función acumulativa del tiempo y de la temperatura a que se le somete históricamente durante el proceso y origina un descenso de la calidad original de la leche: a mayores cuidados en producirla, son menores los requerimientos de rudeza del tratamiento necesarios para protegerla del deterioro, preservando mayor calidad primigenia.

Las micelas de caseína y los glóbulos de grasa, también sufre modificaciones en su frágil integridad, ya que su estabilidad es determinada por las fuerzas físicas de interacción moleculares que son afectadas por el calor. Incluso los tratamientos térmicos suaves inducen el inicio de las reacciones de Maillard, formando lactulosa-lisina y otros compuestos que reducen la cantidad de lisina disponibles. Debido a que las proteínas de la leche contienen abundante lisina, las pequeñas pérdidas no son nutritivamente significativas, excepto en aquellos casos en los que los productos lácteos se utilicen para balancear “dietas” deficientes en lisina (Zavala, 2009).

Los efectos térmicos sobre las proteínas pueden dividirse en dos categorías:

a) los que alteran su estructura secundaria, terciaria y cuaternaria

b) los que alteran su estructura primaria. Los primeros efectos, que despliegan las proteínas, pueden realmente mejorar el valor biológico de una proteína porque los enlaces peptídicos son más accesibles a las enzimas digestivas.

Sin embargo, la alteración de la estructura primaria puede reducir la digestibilidad y producir residuos no biodisponibles. Los tratamientos térmicos de la leche pueden causar la eliminación de los residuos cistinilo y fosfoserilo formando deshidroalanina. Esta sustancia reacciona rápidamente con los residuos lisilo para formar enlaces cruzados de lisoalanina en la cadena proteica. La

lisoalanina no está biológicamente disponible y los enlaces cruzados reducen la biodigestibilidad de la proteína. Además, dichos cambios son particularmente significativos puesto que el valor nutritivo de las proteínas de la leche está limitado por su bajo contenido de aminoácidos sulfurados. Afortunadamente, la pasteurización o procesado UHT no da origen a la formación significativa de residuos lisinoalanilo; no obstante, se producen en la esterilización de las latas y en la ebullición (Zavala, 2009).

2.7 Tratamientos no térmicos para la conservación de la leche

2.7.1 Ultrasonidos de potencia (HPU)

Los ultrasonidos de potencia o de baja frecuencia son los que utilizan frecuencias de entre 20 y 100 kHz y potencias de entre 10 y 10000 W/cm². El objetivo de esta técnica aplicada a la industria alimentaria es provocar la disrupción de las células que se encuentren en el alimento, inactivándolas. Cuando los ultrasonidos atraviesan el alimento desencadenan un fenómeno llamado cavitación, que implica la formación de burbujas de gas en el medio. Estas sufrirán ciclos de compresión y descompresión que dan lugar a su implosión, generando microcorrientes y aumentos de presión y temperatura locales.

La intensidad de este fenómeno dependerá de diversos factores, principalmente de la temperatura, presión y composición del medio y de la amplitud de onda de los ultrasonidos. El efecto observado acerca de la inactivación de células microbianas en leche es muy positivo, ya que se han logrado inactivaciones totales o cargas microbianas tras el tratamiento por debajo de los niveles aceptables por las legislaciones de algunos países, incluso con cargas microbianas iniciales cinco veces superiores a las permitidas (Cameron et al., 2009).

La inactivación aumenta al combinar los ultrasonidos con calor (termosonicación) o presión (manosonicación), por lo que se podrían conseguir aún mejores resultados. Por otro lado, también se ha estudiado la combinación de ultrasonidos y pasteurización convencional mediante HTST, disminuyendo así los tiempos de tratamiento y por tanto las consecuencias negativas derivadas (Bermúdez-Aguirre et al., 2009).

Si se hace una comparación entre la leche tratada mediante sonicación y la leche tratada térmicamente, diferentes grupos de investigación han concluido que la

primera presenta ventajas en cuanto a color, homogeneización, apariencia, estabilidad durante el almacenamiento y menores cambios en las propiedades nutricionales. También se han reportado resultados positivos en cuanto al aumento de la vida útil de la leche tratada y el aumento de la digestibilidad de la grasa láctea (Delgado, 2012).

Así pues, los HPU tienen un futuro prometedor en la industria alimentaria ya que han proporcionado resultados esperanzadores a la hora de inactivar o acelerar la actividad enzimática, aumentar la vida útil y la calidad de los productos tratados, inactivar microorganismos y facilitar la extracción de componentes bioactivos. El uso de HPU, si se lleva a cabo a temperaturas adecuadas, previene los efectos negativos asociados a los tratamientos térmicos tradicionales, evitando la desnaturalización de las proteínas.

2.7.2 Pulsos eléctricos de alta intensidad (PEF).

Antes de que se sugiriera utilizar campos eléctricos de alta intensidad como tratamiento de inactivación microbiana, éstos ya se utilizaban para perforar membranas bacterianas con otro objetivo: la electroporación reversible para introducir o administrar sustancias en el citoplasma celular. En 1960 se demostró que la electroporación irreversible produce la inactivación de microorganismos de manera eficiente, pero no fue hasta finales de la década de 1980 cuando se empezó a estudiar su utilidad en el campo de la conservación de alimentos.

Esta técnica aplicada al sector alimentario consiste en tratar un alimento (líquido o sólido) mediante pulsos cortos (1-10 μ s) de alto voltaje. El alimento es colocado previamente entre dos electrodos separados a una distancia de entre 0.1 y 1 cm en el interior de una celda de tratamiento aislada. Con el paso del tiempo se ha ido investigando y mejorando la tecnología y los materiales de estos equipos para obtener mejores resultados y actualmente este proceso se puede llevar a cabo tanto de manera continua como discontinua (Sampedro y Rodrigo, 2015).

El procesamiento con PEF ofrece la posibilidad de pasteurizar la leche conservando mejor su frescura y contenido en nutrientes, obteniendo una vida útil similar a la leche pasteurizada mediante métodos térmicos. En cuanto a los efectos producidos en las propiedades fisicoquímicas de la leche, no se han visto efectos

significativos sobre sólidos totales, pH, conductividad eléctrica, viscosidad, densidad, color, tamaño de partícula, acidez y contenido de ácidos grasos libres. También se ha visto que muchos compuestos bioactivos (vitaminas y antioxidantes) se conservan mejor con PEF que con tratamiento térmico. Por otra parte, el tratamiento con PEF afecta a propiedades físicas y reológicas de la leche, como las propiedades de coagulación, en menor medida que el tratamiento térmico, provocando por tanto menos efectos negativos durante la fabricación de productos lácteos como el queso (Yu et al., 2009).

Además de los buenos resultados obtenidos en cuanto a inactivación microbiológica, la disminución de la temperatura a la que se expone la leche y los menores tiempos de procesado conllevarían una menor pérdida de nutrientes y mayor ahorro de energía. Por tanto, esta tecnología se presenta como una opción prometedora en un futuro próximo, sin olvidar la necesidad de realizar estudios para poder solucionar algunos de los problemas que todavía presenta, como la dificultad para extrapolar resultados entre los diferentes grupos de investigación (Soliva-Fortuny et al., 2009).

2.7.3 CO₂ supercrítico asistido con ultrasonidos de potencia (SC-CO₂ + HPU).

El dióxido de carbono es un gas que se encuentra fácilmente disponible en la naturaleza a una alta pureza. Es económico, seguro a la hora de manejarlo y está aprobado para el procesamiento de alimentos. Por encima de los 31.06°C de temperatura y los 73.83 bar de presión (punto crítico), pasa a estar en estado supercrítico. El CO₂ supercrítico (SC-CO₂) posee una densidad cercana a la de un líquido y una viscosidad y difusividad propia de un gas. Estas propiedades permiten que se pueda mezclar fácilmente con los alimentos y que tenga un gran poder de penetración y extracción como disolvente.

Cuando el CO₂ se encuentra en estado supercrítico, puede penetrar en las células bacterianas de una manera muy efectiva y alterar las membranas celulares disolviendo los lípidos, afectando negativamente a la actividad enzimática relacionada con la membrana y a los potenciales de membrana, provocando así la muerte de las células (Werner y Hotchkiss, 2006).

Sobre la utilización de CO₂ supercrítico para la pasteurización de leche no se han realizado muchos estudios, pero sí se ha observado que el tratamiento es significativamente más eficiente que el método de pasteurización térmica convencional (HTST), implicando un proceso más suave y efectivo, con el que se puede obtener un producto con una vida útil alta (superior a 35 días) y que mantiene sus propiedades organolépticas. También se ha visto que la efectividad de este tratamiento aumenta al aumentar la temperatura y la presión, pero es importante controlar estos parámetros ya que, en el caso de la leche, una elevada presión y temperatura podrían suponer la extracción de compuestos aromáticos y la desnaturalización de proteínas, afectando por tanto negativamente a sus propiedades organolépticas (Di Giacomo et al., 2009).

Capítulo 3: Derivados convencionales de la leche de cabra

Según Bidot (2017), actualmente, se están elaborando productos basados en la leche de cabra para la subsistencia de la comunidad y el hogar; por otro lado, dado la importancia de nutrientes que se obtienen de este alimento es muy importante su consumo porque aporta un alto nivel de proteínas, por los ácidos de cadena corta beneficiosos para el organismo, por lo que los productos elaborados con este insumo tienen menor grasa los que lo hacen mucho más viables para el consumo de las familias. Se dice que la leche de cabra también tiene derivados beneficiosos para la salud, es decir, que se puede consumir de diferentes maneras, que saludable y nutritivamente se pueden aprovechar son los derivados como el queso crema y el yogurt, subproductos que ayudan a un desarrollo sostenible de la comunidad.

3.1 Queso de leche de cabra

El queso de leche de cabra es el más antiguo de todos los quesos. La cabra ha sido siempre un elemento indispensable para la alimentación de las poblaciones que viven en climas secos, ha proporcionado leche y carne como fuentes importantes de proteínas, ácidos grasos, minerales y vitaminas (Sanz Sampelayo, 2007).

El queso de cabra fue uno de los primeros alimentos que se elaboró desde que el hombre se convirtió en sedentario y es considerado el ancestro de todos los quesos, siendo de gran importancia en la sociedad de la edad media. La elaboración del queso surgió como una manera de conservar la leche, aplicándole sal y presión, antes de usar un fermento por primera vez, quizás al comprobar que los quesos hechos en estómagos de animales tenían una mejor y más sólida textura. Desde aquel descubrimiento se empezó a producir quesos con el cuajo de algún cabrito, cordero o ternero; desarrollando así la práctica de cuajar la leche con cuajo animal.

Las pruebas arqueológicas más antiguas de la elaboración del queso se han encontrado en murales de tumbas del Antiguo Egipto, datadas sobre el 2300 A. C. Estos primeros quesos probablemente tendrían un fuerte sabor y estarían

intensamente salados, con una textura similar a los quesos feta o requesón. Desde Oriente Medio, las habilidades en la manufactura del queso se introdujeron en Europa, donde climas más fríos hacían necesario menos cantidades de sal para la conserva. Con la reducción de sales y ácidos, el queso se convirtió en un ambiente propicio para bacterias y mohos, encargados de darle su sabor característico (Ramírez, 2015).

Los quesos caprinos presentan en términos generales sabores muy característicos, generados principalmente por ácidos grasos como el caprílico, caproico y cáprico, los cuales pueden llegar a resultar demasiado intensos para consumidores no habituados a este tipo de productos (Chacón, 2009).

El queso de cabra (más apropiadamente queso de leche de cabra), también llamado chèvre ('cabra' en francés) es cualquier queso hecho con leche de cabra. Su sabor característico es ácido. Estudios recientes muestran que el queso hecho de leche de cabra tiene más proteína que el de vaca. Es bueno para el riñón y adecuado para quienes padecen insuficiencia renal crónica gracias a su bajo contenido en potasio. Los beneficios del queso de cabra más importantes y reconocidos son: por su bajo nivel de lactosa y caseína, es una alternativa muy válida para los intolerantes, en especial a los niños, contiene menos grasa, es bueno para el colesterol (Suárez, 2010).

El queso de cabra se ha elaborado durante miles de años, y probablemente fue uno de los primeros productos lácteos preparados. En su forma más simple, el queso de cabra se prepara dejando que la leche cruda se corte de forma natural, drenando y prensando entonces la cuajada. Otras técnicas emplean ácido (como vinagre o zumo de limón) o cuajo para coagular la leche. Los quesos de cabra tiernos se hacen artesanalmente en todo el mundo, colgando los cocineros fajos de estopilla rellenos de cuajada en las cocinas templadas durante varios días para drenarla y curarla. Si el queso va a envejecerse, suele sumergirse en salmuera para que forme una corteza, y luego se almacena en un lugar fresco durante varios meses (Suárez, 2012).

3.2 Tipos de quesos de cabra

3.2.1 Quesos frescos

Los quesos frescos son aquellos en los que la elaboración consiste únicamente en cuajar y deshidratar la leche. A estos quesos no se les aplican técnicas de conservación adicionales, por lo que aguantan mucho menos tiempo sin caducar. Su mantenimiento se podría comparar al de los yogures, pues es necesario conservarlos en lugares refrigerados. El hecho de procesar la leche en menor medida hace que tengan sabores suaves y texturas poco consistentes. Ejemplo la mozzarella muy utilizado en la comida italiana fundamentalmente en las pizzas (Ruiz, 2008).

3.2.2 Quesos curados

El curado de los quesos consiste en el añejamiento de los mismos, en un proceso en el que se secan y adicionalmente se aplican técnicas de conservación, como el salado o el ahumado. El tiempo necesario para considerar a un queso como curado puede variar de uno a otro, pero en general se requiere un mínimo de año y medio o dos años. El proceso de curado hace que obtenga una textura bastante más dura y seca, así como que se incremente la intensidad de su sabor, propiedad muy deseada. Ejemplo los quesos manchegos, el gouda y el parmesano seco (Ruiz, 2008).

3.2.3 Quesos cremosos

El queso tiene un estado natural sólido, sin embargo, es posible obtener una textura más cremosa aumentando significativamente la cantidad de nata, y por lo tanto de grasa. Estos tipos de queso se consumen normalmente acompañados de pan, siendo común el uso de los mismos en tostadas. Ejemplo el queso camembert (Ruiz, 2008).

3.2.4 Quesos verdes o azules

Estos quesos se distinguen por la presencia de mohos, los cuales les dan sus colores verdes o azulados. Quizá sea la variedad que más rechazo pueda causar a simple vista, debido al color y al fuerte olor, que puede recordar al de la

descomposición. Sin embargo, su intenso sabor es uno de los más apreciados por los gourmets del queso. Ejemplo el queso roquefort (Sánchez, 2005).

3.2.5 Queso Blando

Es un tipo de queso semi-madurado, de pasta blanda, de color blanco sin ojos, con textura suave y fácil de cortar, con características organolépticas más intensas, logradas por otros cultivos seleccionados y un tiempo de maduración de aproximadamente 07 días en proceso el cual permite al producto intensificar sus propiedades de sabor y aroma deseadas.

Se encuentra en los Supermercados bajo la marca de “Cabral de Quives” en una presentación de 300 gramos, protegido en un empaque al vacío blanco. Que permite su mejor manipuleo y conservación. Se recomienda consumir a temperatura ambiente, como parte de una ensalada, o espolvoreado con orégano y rociado con aceite de oliva virgen o simplemente frito como canapé caliente. Este tipo de queso es trabajado con mucho más esfuerzo, ya que los batidos son un poco más prolongados y se bate una vez más que el anterior. Para elaborar este tipo de queso, necesitamos una cantidad de sales un poco mayor que el anterior ya que este queso es de una cuajada más firme y fuerte, por lo que usamos una dosis levemente superior de Cloruro de Calcio, y otros tipos de cultivos lácticos a los cuales se les permite actuar aproximadamente 15 – 20 minutos, para lograr su actividad.

Una vez coagulada la leche, se realiza el corte de la cuajada, y un batido de unos 10 minutos muy suavemente, después un reposo de 5 minutos aproximadamente, después de desuera 1/3 del volumen total, se vuelve a batir por unos 15 minutos más, se deja reposar 5 minutos y luego se realiza el siguiente desuero que es casi la totalidad pero sin descubrir la cuajada, luego lavamos la cuajada con agua caliente a 60° C, suficiente volumen como para enjuagar toda la masa que estamos trabajando, la temperatura de la cuajada llegara a 40 – 42° C, y realizan un tercer batido de 20 minutos a esa temperatura, luego se desuera e ingresamos la salmuera a la cuajada, salmuera en una concentración de 1.8% a una temperatura también de 45 – 50° C, la cual debe quedarse en la cuajada hasta que

tome el sabor deseado, demorara aproximadamente 15 – 20 minutos para una tina de 270 – 300 kilos de leche (Fung et al., 2004).

Una vez que hemos obtenido el sabor deseado, realizamos el premoldeado, que consiste en llenar tubos de PVC con un diámetro de 10 cm y una altura de 40 cm, los cuales contienen unos 3 kilos de cuajada aproximadamente, y se les pone unas cubiertas de acero inoxidable sobre la cuajada y una pequeña prensa de 1.8 kilos sobre el molde con la cuajada, por un tiempo de 24 horas, y después se da la vuelta y se coloca el mismo peso por el otro lado de la cuajada, por 24 horas más, al tercer día se realiza el corte a los moldes, son moldes de 300 gramos cada uno, y se colocan en unos moldes en forma de taper redondo para que consiga la forma que deseamos, se dejan en estos moldes por 12 horas aproximadamente.

Luego son envasados en empaques especiales para ser sometidos al empaque al vacío, cubiertos por un empaque especial que permite al queso seguir eliminando el dióxido de carbono, pero protege de bacterias y crecimiento de hongos en la superficie del mismo, es importante que el queso tenga seguridad sanitaria antes de ser envasado para que la protección del empaque sea totalmente optima, luego se le da un baño de agua caliente para ser retractado y lograr la forma del queso en el empaque y asegurar el buen vacío originado dentro del empaque, este método nos permite que el queso siga madurando dentro del empaque y que sus características organolépticas sean las deseadas sin perder humedad ni formar cáscara, que no es la presentación de este tipo de queso.

Después son llevados a las cámaras de almacenamiento a una temperatura de 4 – 6° C esperando el transcurso de los 07 días en cámaras para su posterior comercialización. Este queso tiene una vida útil de 45 días, después de ser empacado(Fung et al., 2004).

3.2.6 Queso en Pasta con especias

Es un queso fresco obtenido por coagulación mixta, es decir una coagulación ácido láctica con una mínima aplicación de coagulación enzimático, trabajada con cultivos lácticos cuidadosamente escogidos, con presencia de *Lactococcus lactis* Lactis, *Lactococcus lactis cremoris*, *Lactococcus lactis*

biovardiacetylactis y *Streptococcus thermophilus*. Los cuales nos brindan un aroma y un sabor especial, los trabajamos con una coagulación de 16 –18 horas, logrando bajar el pH de la masa a 4.2, logrando una acidez deseable y una textura suave y fácil de untar, luego se desuera lentamente por aproximadamente 6 - 8 horas, después se le añade sal en un porcentaje de 1.2 %, pero la sal se añade según el gusto del consumidor, es también saborizado con especias naturales, como son la paprika, ajo, pimienta negra y hojitas de tomillo.

Son envasados en tapers de 100 gramos de capacidad, de plástico transparente que nos permite visión directa del producto, y protegidos con un precinto de seguridad. Tiene un tiempo de vida útil de 30 días. Se recomienda mantener refrigerado, pero consumirlo a temperatura ambiente, para sentir su suavidad y sabor agradable al paladar, se puede consumir con galletas, pan o tostadas (Fung et al., 2004).

3.2.7 Queso Tipo Cádiz

Es un queso madurado con una delicada corteza semi dura de color blanco cremoso, de cara lisa. Sin ojos con textura firme al corte, con características organolépticas bien marcadas, sabor y aroma muy deseable, se somete a 45 días mínimos de maduración en cámaras especialmente elaboradas para cuidar y mantener sus características. Tiene un sabor intenso y muy agradable con un aroma deseable, resultado de la actividad de los cultivos lácticos utilizados, su sabor y buen gusto toma carácter durante su envejecimiento. Este es un queso con un porcentaje de humedad de aproximadamente 45 %y de materia grasa un 50% aproximadamente.

Se recomienda consumirlo a temperatura ambiente ya que nos permite apreciar su acentuado sabor. Se presenta en un molde de 600 gramos aproximadamente, envasado al vacío. Para elaborar este tipo de queso, necesitamos más trabajo aun, ya que debemos batirlo mucho más para lograr un grano seco y firme, usamos cultivos que contengan *Lactococcus lactiscremoris* y *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis biovardiacetilactis* que nos permitiran obtener el aroma y sabor deseables en este tipo de queso (Fung et al., 2004).

Para este tipo de queso, una vez que la cuajada esta lista para cortar se corta tratando de obtener granos muy pequeños, y realizamos el primer batido por 10 minutos muy lenta y delicadamente, dejamos que repose 5 minutos y después se vuelve a batir por unos 15 minutos realizando el batido un poco más intenso que el anterior, tomando en cuenta que aún no se ha hecho ningún desuero, después de este se reposa 5 minutos más, ya que en cada reposo la cuajada toma más cuerpo y fuerza, después de este, se desuera aproximadamente 1/3 del volumen total, y se vuelve a batir por 20 minutos aproximadamente, se reposa otros 5 minutos y desueros hasta casi el ras de la cuajada, sin dejarla totalmente seca, luego lavamos cuajada con agua caliente a 65° C y lograremos una temperatura en tina de 45° C con la que batimos por 25 minutos más, logrando así la textura seca de la cuajada, después de esto reposamos 5 minutos más, y eliminamos toda el agua con el suero restante, añadimos salmuera al 1% a una temperatura de 50° C, dejamos reposar para que penetre al grano por unos 20 – 25 minutos (Fung et al., 2004).

Luego cuando ya logramos el sabor que deseamos, muy suave, desueros totalmente, colocamos una especie de pre prensa sobre la cuajada y al costado para secar totalmente, luego iniciamos el moldeo , en moldes especiales con un paño de gasa, que facilitara la forma del a cara lisa, y también el desuero a través de los pequeños agujeros del molde, luego pasan por un prensado de 4 horas con una fuerza de 3 ½ kilos sobre el molde de 600 gramos, luego se voltea el queso dentro del molde , usando de la misma manera el paño de gasa, y colocamos a la prensa por un tiempo y una fuerza igual, después de eso se retira el paño del queso y se vuelve al molde, se coloca a la prensa por unos 45 minutos, para eliminar las pequeñas arrugas formadas por el paño, luego pasa a salmuera por unas 3 ½ horas, en una concentración de 19° B, y una temperatura de 10° C, para facilitar la formación de la cáscara delgada deseable en este tipo de queso, luego pasa a la cámara de frío, para normalizar, y secar, luego a la cámara de maduración que está en 12° C y una humedad relativa de 80 - 85 %, por un periodo de cinco a seis semanas (Fung et al., 2004).

Posteriormente son empacados al vacío con un empaque especial para que continúe su maduración dentro del empaque, y lo proteja de la penetración del

hongo, que casi siempre aparece por las temperaturas de maduración, después de estar 45 días en maduración ya pasa a la cámara de almacenamiento (4º C) hasta su comercialización, este queso tiene una vida útil de 6 meses, en los cuales podemos saborear sus características iniciales, después de estos ya se sentirá un queso más picante y maduro, que es deseable para algunos consumidores, pero que no es característico de este queso (Fung et al., 2004).

3.2.8 Queso Cádiz al Vino

Es un queso elaborado en base al queso definido anteriormente, con el mismo tiempo de maduración y los mismos parámetros de elaboración, solo que después de algunas semanas de maduración es sometido a un baño con vino especial, trabajado especialmente para esta labor, que nos permite teñir de un color deseable y característico del vino, y penetra su aroma y suavemente su sabor. Este es un queso de la zona Sur de España, Murcia, muy reconocido y cotizado en su medio incluso exportado por sus características tan agradables. También lo presentamos en un molde de 600 gramos aproximadamente, y envasado al vacío también en empaques especiales para su correcta y deseable maduración. Es un apetitoso detalle para una recepción, mesa de buffet, se recomienda consumir a temperatura ambiente (Fung et al., 2004).

3.2.9 Queso Suspirito en Oliva

Queso obtenido también por coagulación ácido láctica, trabajada con cultivos lácticos, usamos los mismos que para el queso en pasta, una vez obtenida la masa deseada, esta se trabaja un poco más en el desuerado (es una masa con menos humedad), luego se hace madurar hasta que coja el sabor deseado, y una vez obtenido se realiza el moldeado de las bolitas, y después son envasados, inmersos en aceite de oliva extra virgen, con unas hojitas de romero y bolitas de pimienta entera, acentuándole así su sabor y aroma. Es un queso tipo árabe, envasado en un envase de vidrio transparente de una capacidad de 200 gramos, protegido en la tapa con un precinto de seguridad para asegurar su manipulación. Se recomienda el uso en buffet, ensaladas y entremés, solo o acompañado en las comidas (Fung et al., 2004).

3.3 Valor nutricional

El queso de cabra, al igual que el de vaca, es un producto rico en nutrientes esenciales. Los aportes de cada uno dependen de la composición de la leche así como del proceso industrial al que ha sido sometida para transformarla en queso. La concentración de vitaminas liposolubles depende del contenido de grasa del queso. El 80-85% del contenido de vitamina A de la leche pasa al queso. Los contenidos en vitaminas hidrosolubles son bajos. Sin embargo, los quesos tienen importantes aportes en vitaminas B2 y B12 (Belewu y Aiyegbusi, 2002).

Tabla 1. Valor nutricional del queso de cabra.

Composición del queso por cada 100 g de peso				
	Queso de cabra curado	Queso de cabra semicurado	Queso de cabra fresco	Queso de vaca (Gouda)
Agua	44 g	45.5 g	60.7 g	41.46 g
Calorías	452 kcal	364 kcal	268 kcal	kcal
Grasa	35.9 g	35.9 g	25 g	21 g
Proteína	30.52 g	29.8 g	18.52 g	27.44 g
Carbohidratos	2.17 g	2.54 g	0.89 g	2.2 g
K	48 mg	158 mg	26 mg	121 mg
P	729 mg	375 mg	256 mg	546 mg
Fe	1.88 mg	1.62 mg	1.90 mg	0.24 mg
Na	346 mg	515 mg	368 mg	810 mg
Mg	54 mg	29 mg	16 mg	29 mg
Ca	895 mg	298 mg	140 mg	700 mg

Zn	1.59 mg	0.66 mg	0.92 mg	3.92 mg
Vit. A	1591 UI	1334 UI	942 UI	644 UI
Vit. B1 Tiamina	0.140 mg	0.07 mg	0.07 mg	0.03 mg
Vit. B2 Riboflavina	1.190 mg	0.676 mg	0.38 mg	0.334 mg
Vit. B3 Niacina	2.4 mg	1.148 mg	0.73 mg	0.063 mg
Vit. B6 Piridoxina	0.08 mg	0.06 mg	0.25 mg	0.08 mg
Vit. B9 Ácido fólico	4 mcg	2 mcg	12 mcg	21 mcg
Vit. B12 Cobalamina	0.12 mcg	0.22 mcg	1.19 mcg	1.54 mcg
Vit. E	0.772 mg	0.648 mg	0.457 mg	0.350 mg
Vit. D	-----	-----	-----	-----

El queso de cabra es un excelente alimento al ser un concentrado de nutrientes de la leche. Se destaca el aporte de proteínas de alto valor biológico y la presencia del complejo fósforo y calcio. Se ha demostrado que 100 g de este tipo de queso aporta aproximadamente 25 g de grasa, 20 g de proteínas, 3.5 g de sales minerales, 2.5 g de carbohidratos, 49 g de agua y 315 calorías (Núñez, 2003).

Es conocido que casi el 70 % de las proteínas en los quesos, sobre todo en los quesos blandos, se absorben por el organismo en una proporción mucho mayor que cualquier proteína aportada por otros alimentos. Cuando se ingieren en buenas condiciones dietéticas, casi se absorben íntegramente por el intestino (Sebastián, 2006).

La grasa de la leche está emulsionada y en el queso está despoblada por la lipasa y por su punto de fusión a 35 ° C, inferior a la temperatura orgánica, es la más digerible y absorbible de todos los alimentos. Por otra parte, la mezcla de la

grasa con las proteínas y otras sustancias del representa un poderoso factor para la digestión fácil de la materia grasa del queso (Sebastián, 2006).

3.4 Aptitud de la leche de cabra para la elaboración de queso

En relación con la leche de cabra existe un polimorfismo genético ligado a la composición de su proteína en razón de la presencia en mayor o menor cantidad, o incluso ausencia de la α S1-caseína, aspecto de singular interés, ya que es capaz de determinar la calidad tecnológica de esta leche así como la nutritiva o incluso saludable de la misma (Boza y Sampelayo, 2000).

Los aspectos de composición y comportamiento tecnológico más importantes ligados a la presencia de α S1-caseína en la leche de cabra, son:

- ✓ Mayor contenido en sólidos totales
- ✓ Mayor contenido en proteínas
- ✓ Mayor contenido en caseínas
- ✓ Mayor rendimiento en queso
- ✓ Mayor tiempo de coagulación
- ✓ Mayor resistencia al calor
- ✓ Mayor firmeza del coágulo a los 30 minutos
- ✓ Mayor valor de pH

La leche debe presentar ciertas características para obtener un queso de calidad y con buen rendimiento. Deberán considerarse por lo tanto una serie de factores para que una leche se utilice en la elaboración de quesos. Entre ellos están: (Díaz, 2008).

a) Naturaleza físico-químico.

La leche debe ser normal, específicamente en lo que se refiere a sales minerales, específicamente la del calcio, pues este es importante en la constitución de la micelos.

b) Contenido de proteína coagulable.

El contenido de caseína en la leche debe ser alto. Al principio de la lactación, las leches contienen poca caseína; por eso se usan las leches obtenidas de 10 u 11 días después del parto.

c) Capacidad para coagular por acción del coagulante (ya sea ácido o enzimático).

Las leches que se utilizan para elaborar quesos deben cuajar rápidamente con los coagulantes. Sin embargo, el tiempo de coagulación depende, entre otros factores, de la acidez (a menor pH hay mayor actividad de las enzimas y, por consiguiente, la gelatinización es más rápida); también depende de la composición de la leche.

d) Presencia de sustancias inhibidoras.

No deben contener sustancias que inhiben el crecimiento microbiano (antibióticos, antisépticos, restos de detergentes, etc.).

e) Presencia de pocos microorganismos.

La leche utilizada se debe pasteurizar. Con una leche pasteurizada se controla mejor la maduración de la misma; también se eliminan los microorganismos indeseables. Esa eliminación de la flora inicial permite controlar mejor el proceso, e inocular los microorganismos deseados (fermentos lácticos) para producir quesos de composición y calidad más uniformes. Por otra parte, la pasteurización aumenta la cantidad de grasa que queda retenida en el queso.

f) Requisitos higiénicos sanitarios: (Montero, 1978)

- ✓ La leche debe proceder de animales sanos y no contener antibióticos
- ✓ Perfecta salud e higiene del ordeñador.
- ✓ Los utensilios serán lavados con detergente o tratados con agua caliente a más de 85 °C (cubos, jarros, tetas y agitadores).
- ✓ La leche será filtrada, pasteurizada a 63-65 °C durante 20-30 minutos, y se enfriará rápidamente a la misma temperatura.

- ✓ El local de trabajo debe reunir las condiciones higiénicas idóneas.

El calostro, la leche ordeñada durante los primeros días después del parto, no es apta para la fabricación de queso, debido a su composición diferente de la leche normal. Las industrias queseras sólo utilizan leches obtenidas después de los 10-11 días posteriores al parto. Hacia el final de la lactación se modifica otra vez la composición de la leche, se vuelve salina por lo que deja de ser apropiada para el queso (Solís, 2010).

3.4.1 Etapas de elaboración

Existen dos pasos fundamentales en la elaboración de los quesos frescos: (Solís, 2010)

i) Cuajado de la leche

La coagulación de la leche, que se traduce por la formación de un gel, es el resultado de las modificaciones fisicoquímicas que intervienen a nivel de las micelas de caseína.

a) Coagulación por acidificación: La acidificación brusca por adición de un ácido mineral u orgánico determina la floculación de las caseínas de pH 4.6 en forma de un precipitado más o menos granuloso que se separa del lacto suero. Una acidificación progresiva, determina la formación de un coágulo liso, homogéneo que ocupa totalmente el volumen inicial de la leche.

b) Coagulación por acción de enzimas: Un gran número de enzimas proteolíticas, de origen animal, vegetal o microbiano, poseen la propiedad de coagular el complejo caseínico. El cuajo, mezcla de quimosina y pepsina excretada en el estómago de los rumiantes lactantes, es la enzima coagulante mejor conocida.

La leche que coagula mal bajo la acción del cuajo, produce una cuajada blanda que desuera mal, lo que alarga el tiempo total de elaboración del queso. La capacidad de la leche para la coagulación se ve afectada negativamente por el calentamiento a temperaturas de pasteurización.

Este efecto se debe a la precipitación de las sales de calcio y al descenso de la acidez provocado por el desprendimiento de CO₂. Por esta razón se hace necesario incorporar sales cálcicas a las leches pasteurizadas que se destinan a la fabricación de queso. La pasteurización reduce además el diámetro de las micelas de caseína, lo que también afecta negativamente la coagulación.

ii) Desuerado

Consiste en el drenaje de la fracción líquida producida durante la coagulación. La cantidad y la composición del suero varían en función del tipo de queso que se realice y por lo tanto del tipo de cuajado al que se haya sometido la leche.

El desuerado se presenta en dos fases; la primera es el desuerado principal, durante el cual la mayor parte del lacto suero es eliminado; esta fase se sitúa entre el fin de la coagulación y el final del moldeado. La segunda es el desuerado complementario que va desde el desmoldado hasta el inicio del afinado, esencialmente es debido a la operación del salado y oreado. El desuerado es un fenómeno dinámico que se caracteriza por la cantidad de lacto suero expulsado en función del tiempo (Boza y Sampelayo, 2000).

Principales equipos y utensilios para la elaboración de quesos de cabra: (Guzmán, 2000)

- Tina quesera o una olla de tamaño regular que se pueda introducir dentro de otra de modo de formar un baño de María.
- Pala revolvedora
- Mesa de trabajo
- Mesa desueradora
- Moldes
- Prensa
- Paños
- Coladores
- Jarros



Figura 1. Etapas de elaboración del queso de leche de cabra

En la figura 1 se muestran las diferentes etapas para la elaboración del queso de cabra (Guzmán, 2000).

iii) Rendimiento.

Para conseguir un buen rendimiento en queso resulta indispensable que la leche tenga una adecuada riqueza en todos sus componentes, sobre todo en caseína y grasa (Solís, 2010).

Con diez litros de leche de vaca se hace un kilogramo de queso mientras que con seis litros de leche de cabra se hace un kilogramo de queso. La propiedad de tener más grasa la hace un producto con más aceptación y más demanda en el mercado. Además contiene algunos ácidos, como el caproico, que le da un sabor diferente con respecto al queso de vaca, lo hace más solicitado y por lo que eleva su precio. Con la desnutrición presente en el mundo lo hace más solicitado debido a su valor energético (Díaz, 2008).

3.4.2 Factores que influyen sobre el rendimiento

a) La composición de la leche

El rendimiento aumenta con la riqueza de la leche en extracto seco, especialmente en caseína y en materia grasa. Sin embargo, hay que señalar que el incremento no es proporcional al contenido en materia grasa, sino principalmente al de caseína. Este hecho se debe, por una parte, a que la caseína constituye la estructura básica del queso y por otra, a que no aumenta paralelamente ni al mismo ritmo que el contenido graso de la leche. Así pues, rendimiento expresado con relación a la materia grasa, es comparativamente más bajo con la leche más rica y más alto con la leche que contiene menos grasa. El rendimiento también puede modificarse por algunos de los tratamientos previos que sufre la leche antes de la coagulación (Montero, 1978).

b) La composición del queso

El rendimiento varía con el contenido en humedad: cuanto mayor es la cantidad de agua en el queso, más alto es el rendimiento. Por este motivo el rendimiento es muy diferente en los quesos duros, semiduros y blandos (Solís, 2010).

c) Las técnicas de fabricación

Cada tipo de queso tiene una legislación que regula su humedad y consecuentemente, su rendimiento medio. Esta composición y este rendimiento se pueden conseguir empleando las técnicas adecuadas y controlando el proceso de fabricación. Algunos de los factores que influyen sobre la consistencia de la cuajada e indirectamente sobre el rendimiento son por ejemplo: el tamaño de corte de los granos de la cuajada, la acidez, la temperatura de cocción, la agitación de la cuajada y el prensado del queso (Solís, 2010).

d) Las pérdidas

En una fabricación normal, las pérdidas de materia grasa en el lactosuero pueden alcanzar el 0.30% y las de caseína alrededor del 0.10%. Algunas de las diversas causas que pueden producir mayores pérdidas de estos dos elementos son: el batido de la leche original en el que se forman granos de mantequilla que se eliminan con el lactosuero, el cortado excesivo y la agitación demasiado violenta de una cuajada blanda; un calentamiento muy rápido; una presión demasiado fuerte al principio del prensado, constante (Solís, 2010).

El rendimiento quesero está influenciado por varios factores entre los que se tienen: la raza, la etapa de lactancia, la nutrición, número de lactancia y la salud animal. Por otro lado, el rendimiento también puede ser alterado por las intervenciones tecnológicas, como es el manejo de la leche post-ordeño, los aditivos utilizados, el cuajo, la temperatura de coagulación, la velocidad, tiempo y temperatura de agitado, la presión o peso de prensado y por último la humedad y temperatura de maduración (Valencia, 2007).

El rendimiento puede ser expresado de varias maneras, la más aceptada es la cantidad de kilos de queso por cada 100 kg de leche, aunque para términos prácticos también se admite la cantidad de litros de leche para obtener un kg de queso. No existe consenso acerca de una manera única y correcta para predecir el rendimiento, a partir de la composición de la leche y de la composición deseada en el queso, bajo condiciones determinadas de procesamiento.

3.4.3 Queso Ricotta

a) Procesos de elaboración

El suero proveniente de una elaboración de queso de cabra, se calienta hasta una temperatura de 70°C. La acidez del suero debe ser de 23°Thorner. En el caso que la acidez sea menor, el suero debe acidificarse por cualquiera de los métodos mencionados anteriormente. Se continúa calentando, mientras se agita hasta alcanzar la temperatura de 83°C momento en que las proteínas, debido a la acción conjunta de acidez y calor, precipitan violentamente. En este momento debe detenerse la agitación, prosiguiendo el incremento de la temperatura hasta 93°C como mínimo hasta un máximo de 96°C. Terminado el calentamiento, se recomienda mantener el suero en reposo durante 15 a 20 minutos. La ricotta que al precipitar flota en la superficie del suero es posible extraerla mediante el uso de coladores o filtros adecuados para ello (Guzmán, 2000).

Por tener la característica de un producto untable o esparcible, la ricotta puede ser usada en tortas, queques o postres. En ese caso se le incorpora un edulcorante, normalmente azúcar. Es frecuente que se use, en pan o galletas saladas y en ese caso sazonar con sal, ciboulette y/o ajo, pimentón, orégano u otras yerbas. El envasado se realiza en recipientes adecuados, previamente esterilizados, que permitan su fácil transporte. Considerando que el producto presenta alta humedad, los envases deben ser impermeables. En cuanto al almacenamiento, la ricotta debe mantenerse a temperaturas de 5° C., recordando que de todas formas el producto no tiene una vida útil más allá de los cinco días (Guzmán, 2000).

El rendimiento obtenido en el producto final es dependiente de la técnica de elaboración aplicada. En el caso de procesar ricotta solo del suero, sin incorporar cierto porcentaje de leche de cabra, el rendimiento fluctúa entre 5 y 6%. Es decir que de cada 100 litros de suero se logran 5 a 6 kilos de producto final. Sin embargo, se cree que los rendimientos pueden aumentar optimizando el sistema de filtros utilizados. En el caso de incorporar hasta 3% de leche de cabra al suero durante el procesamiento el rendimiento asciende hasta 7% (Guzmán, 2000).

b) Etapas del proceso (Guzmán, 2000):

- La recepción del suero se inicia cuando este es separado de la cuajada en la elaboración del queso. Este debe almacenarse a temperatura de hasta 22°C. Con ello se consigue que la acidez del producto se incremente.
- Otra alternativa es agregar ácidos orgánicos o suero acidificado.
- Incorporar al suero alrededor de 3% de leche entera de cabra.
- Calentar la mezcla hasta 85°C.
- Esperar a que se produzca la precipitación de la proteína, que se manifiesta con la aparición de pequeños copos de color blanco en la superficie del suero.
- Utilizando filtros de paño o simplemente coladores será posible separar lo sólido de lo líquido. En el filtro quedará retenido lo sólido, que corresponde a la ricotta.
- En esta etapa se incorpora la sal. La cantidad debe corresponder al 3% del peso de la ricotta.
- El almacenamiento debe ser a temperaturas no superiores a 5°C y no inferiores a 1°C. El consumo debe ser lo antes posible, pues se trata de un producto muy perecible.

3.4.4 Yogurt de leche de cabra

Es un producto lácteo obtenido mediante la fermentación bacteriana de la leche (conocido también como yogurt, yogourt o yoghurt). Para la elaboración de este producto se puede emplear cualquier tipo de leche, incluyendo la de leche de cabra, no existiendo diferencia en el flujo tecnológico utilizado. La fermentación de la lactosa (el azúcar de la leche) en ácido láctico provocado por la introducción de bacterias 'benignas' específicas en la leche bajo una temperatura y condiciones ambientales controladas (muy cuidadosamente en el entorno industrial) genera un incremento de la acidez que hace a su vez que las proteínas de la leche precipiten, formando un gel, que da al yogurt su textura y sabor tan distintivo. A menudo se le añade fruta, vainilla, chocolate y otros saborizantes, pero también puede elaborarse sin añadidos; en algunos países se conoce al de sabor natural como Kumis («natural») (Gonzalo, 2003).

Generalmente en un cultivo se incluyen dos o más bacterias diferentes para conseguir una fermentación más completa. En Cuba se utilizan principalmente *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Por la presencia de estos microorganismos el yogurt se comercializa bajo la denominación de «cultivo activo vivo» (González, 2002).

Los productos lácteos fermentados juegan un papel importante en la nutrición humana, particularmente el yogurt elaborado a base de leche de cabra, el cual, es ampliamente reconocido debido a su alto valor nutricional, fácil asimilación de los componentes, antioxidantes, propiedades terapéuticas y antialérgicas de la leche de cabra (Ohiokpehai, 2003; Pavlović, 2006; Domagala, 2009; Vera, 2010). El principio general de los métodos de procesamiento en la leche cabra son los mismos que los utilizados en la leche de vaca, los cuales consisten en la reducción del pH y la actividad del agua para prolongar su vida de anaquel. Así, la leche de cabra puede ser pasteurizada o esterilizada, siendo la pasteurización el método más efectivo y barato para destruir microorganismos sin afectar los nutrientes en la leche, especialmente las proteínas (Ohiokpehai, 2003).

El yogurt se elabora de leche pasteurizada por razones de seguridad y es obtenido por acidificación de la leche mediante cultivos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, aunque también se han empleado otros microorganismos del tipo probiótico, es decir, que proporcionan beneficios a quien los ingiere. El yogurt y los productos de leches fermentadas tienen su lactosa parcialmente degradada, lo que los hace fáciles de digerir y se convierten en una buena alternativa de alimento para los niños y personas de la tercera edad (Ohiokpehai, 2003).

La textura es un término colectivo y comprende las propiedades físicas del producto, tales como dureza, adherencia, viscosidad y elasticidad. Ellos son todos derivados de los elementos estructurales y puede ser perceptible por los sentidos humanos. Consecuentemente, la textura es una de las cualidades básicas determinantes de la textura del yogurt. El contenido de sólidos totales y el total de proteína en la leche, el tratamiento de calentamiento y homogeneización de la leche, el tipo de cultivo madre y las condiciones de incubación, también como la adición

de estabilizantes afectan la textura del yogurt. El gel ácido de la leche de cabra es caracterizado por una dureza y viscosidad más baja comparada con las leches de vaca y oveja. La viscosidad del gel se asocia con el contenido de caseína en la leche, especialmente con la fracción de caseína α -s, la cual está en la leche de cabra desde un 25 a 0%. La capacidad para inmovilizar el agua del coágulo representa la importancia de las propiedades estructurales del yogurt. El grado de inmovilización depende del número de variables, tales como el contenido de sólidos totales, concentración de calcio y grasa, el pH de la leche, el tratamiento de precalentamiento de la leche, la temperatura y estabilizadores.

La separación de la fase líquida del gel es llamada “sinéresis”. Esta separación puede ocurrir de manera espontánea o cuando el gel es mecánicamente afectado mientras se corta, agita o congela. Por lo tanto, la sinéresis no es deseable en el yogurt y puede influenciar negativamente al consumidor sobre la aceptación del alimento. Para suprimir este fenómeno, el contenido total de sólidos y la concentración de proteína es incrementada resultando en un aumento de la dureza del gel y la capacidad de contener el suero en el yogurt. Además, el apropiado tratamiento del calor, la adición de estabilizadores y el tipo de cultivo madre aplicado, son los otros factores que reducen la intensidad de sinéresis (Domagala, 2009).

El yogurt de leche de cabra fue caracterizado por dureza, adhesividad y fuerza de extrusión más baja y una mayor susceptibilidad a la sinéresis que los yogurts de leche de vaca y de oveja, tales propiedades son atribuibles al contenido menor de sólidos totales y al total de proteína en la leche de cabra comparada con el contenido de las leches de vaca y oveja. El perfil de textura y la sinéresis fueron relacionados con la microestructura de los yogurts. La microestructura del yogurt de la leche de cabra fue más delicado, menos resistente a la deformación y más susceptible a la sinéresis, por lo que las condiciones de procesamiento para la producción del yogurt necesitan ser modificadas (Domagala, 2009).

i) Beneficios nutricionales del yogurt.

El yogurt es un alimento que nos provee de proteínas de alta calidad, además aporta con vitaminas, minerales y grasa de fácil asimilación para el organismo.

Entre los beneficios que el yogurt brinda a nuestro organismo tenemos (Guamán y Proaño, 2012):

- Proporciona energía al cuerpo humano porque contiene carbohidratos, vitaminas A y B, ácido fólico y minerales (calcio, fósforo, potasio, magnesio, zinc y yodo)-
- Fortalece el sistema inmunológico; sus bacterias vivas protegen contra infecciones de la piel.
- Restablece la flora bacteriana intestinal, previene y controla infecciones como: diarrea, estreñimiento y colitis.
- El yogurt es apto para el consumo de personas intolerantes a la lactosa, ya que las bacterias ácido lácticas contienen lactasa que digiere la lactosa.
- Reduce los valores de colesterol sanguíneo en las personas y previene los riesgos cardiovasculares.

La acción sobre el sistema digestivo convierte al yogurt en una auténtica defensa natural contra todo tipo de infecciones y enfermedades. Además, reduce el colesterol y permite absorber las grasas mucho más fácilmente, equilibra el intestino, controlando los posibles casos de diarrea y estreñimiento. También minimiza los efectos negativos de los antibióticos y protege el estómago de la erosión que producen ciertos medicamentos. Los productos lácteos fermentados juegan un papel importante en la nutrición humana, particularmente el yogurt elaborado a base de leche de cabra, el cual, es ampliamente reconocido debido a su alto valor nutricional, fácil asimilación de los componentes, antioxidantes, propiedades terapéuticas y antialérgicas de la leche de cabra (Vera, 2010).

ii) Beneficios de los fermentos

Los fermentos lácteos se ubican en la categoría de los probióticos, ya que además de proporcionar vitaminas, proteínas y minerales, sus microorganismos se mantienen vivos en el interior del intestino, donde contribuyen con la flora local a eliminar toxinas y digerir alimentos, además de que mejoran la absorción de nutrientes y reducen el riesgo de sufrir enfermedades en el colon, incluso cáncer. A esto hay que añadir que los *Lactobacillus* son fuertes competidores de espacio vital, por lo que inhiben a agentes infecciosos dañinos culpables de la diarrea; incluso, se

estima que pueden eliminar a microorganismos tan agresivos como las bacterias del grupo salmonella cuando la superan en proporción de 10 a 1. Su método de acción es sencillo: se multiplican aceleradamente y obligan a los invasores a desaparecer ante la falta de alimento y espacio. Debido a todo esto, las bacterias lácticas son empleadas no sólo en productos nutricionales, sino también para elaborar ciertos medicamentos que previenen infecciones intestinales, disminuyen el tiempo de recuperación en caso de diarrea (incluso ocasionada por virus) o revierten problemas secundarios ocasionados por antibióticos, que al consumirse en dosis elevadas o de manera continua afectan el equilibrio de la flora intestinal.

La acción combinada de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* genera el yogurt que todos conocemos; incluso algunos nutriólogos consideran superior a la leche, debido a que posee proporcionalmente más calcio y no ocasiona problema de indigestión a quienes no toleran la lactosa. Varias investigaciones han demostrado que estas bacterias lácticas obligan al cuerpo a producir interferón gamma, sustancia eficaz contra infecciones y reduce la severidad en casos de alergia. Por ello, el yogurt se recomienda ampliamente para la alimentación del ser humano y en la recuperación de quienes padecen anorexia, asma, alcoholismo o cáncer (Proaño y Guamán, 2012).

iii) Proceso de elaboración de yogurt

Según el autor Rodríguez (2006), para la elaboración del yogurt necesariamente se tiene que utilizar leche que puede ser de vaca, cabra, oveja y búfalo que son también manejables en la industria láctea; pero, como se sabe que el yogurt de leche de vaca es más accesible en un país, se consume más. Ante este antecedente se ha realizado el presente trabajo que resultó muy satisfactorio como propuesta para la masificación del consumo de yogurt de leche de cabra. El proceso de elaboración cuenta con varias etapas previas a la fermentación como la estandarización, homogeneización y tratamiento térmico de la leche y una posterior, el enfriamiento; que son indispensables para lograr un producto con adecuada viscosidad y características organolépticas.

iv) Etapas del proceso

- **Inoculación del cultivo láctico:** Se agrega un 2% de cultivo. También se puede agregar entre 2 a 3 % de un yogurt natural si no se cuenta con cultivo madre. Cuando se agrega el cultivo debe agitarse lentamente (Blanco y Hernández, 2011). El cultivo láctico puede adquirirse comercialmente y una vez iniciado el proceso pueden mantenerse cultivos propios, o comprarlos cada vez que sea necesario.
- **Incubación:** Esta etapa requiere un tiempo de 3 a 4 horas a una temperatura de 42°C, en este tiempo la leche se coagula como un flan evitando el desprendimiento de suero, pero el método de producción varía dependiendo del tipo de yogurt que se vaya a fabricar. En el yogurt aflanado la incubación ocurre en los envases en los cuales se va a comercializar el producto, sin embargo, en el yogurt batido ocurre en el tanque enchaquetado y cuando está listo se procede a envasar.
- **Microorganismos empleados para cultivos lácteos:** En la industria láctea, los microorganismos son incorporados, principalmente, para la obtención de alimentos fermentados como el queso y el yogurt. También se usan como cultivos protectores en diversos alimentos, ya que ejercen actividad inhibitoria frente a microorganismos no deseados; además son incorporados aquellos que tienen propiedades probióticas, porque favorecen la salud humana y animal al regular procesos inmunológicos y asimilativos de sus componentes (Suárez, 2010).

3.4.5 Cuajo

El cuajo animal es una sustancia presente en el abomaso, se obtiene a partir de enzimas gástricas ubicadas en el 4to estomago del animal, mayoritariamente bovino; y se obtiene una vez el animal ha sido matado. Contiene principalmente la enzima llamada rennina, también conocida como quimosina, utilizada en la fabricación de quesos, cuya función es separar la caseína (el 80% aproximadamente del total de proteínas) de su fase líquida (agua, proteínas del lactosuero y carbohidratos), llamado suero (Suárez, 2010).

Hoy en día se sigue produciendo y comercializando cuajo procedente de animales ejemplo de esto es el cuajo Nievi, un fermento absolutamente natural,

procedente de cuajares de ternera y cordero, de alto contenido en quimosina y ampliamente utilizado en la moderna industria del queso. Pero la industria quesera ha encontrado maneras de producir quimosina a partir de cultivos bacterianos o a través de fermentaciones.

Existen cuatro tipos de cuajo; animal, vegetal, microbiano y genético (sintético o químico):

- **El cuajo vegetal:** Se puede obtener de la leche de la higuera, el lampazo o el Galio, pero sin duda el que otorga mejores resultados es el del cardo. Produce una cuajada más suave y cremosa que el de procedencia animal, también se considera adecuado para dietas vegetarianas en las que no se quiera consumir ningún producto derivado del sacrificio de animales (Suárez, 2010).
- **Cuajo microbiano:** Las tres fuentes microbianas de enzimas coagulantes más adecuadas son, hasta el presente el *Mucorpusillus*, el *Mucormiehei* y la *Endothia* parasítica. Algunas de las propiedades de estas enzimas se parecen bastante a la renina, pero en otras difieren radicalmente (Suárez, 2010).
- **Cuajo genético:** En años recientes se ha comenzado a extender el uso de los llamados “cuajos clonados” obtenidos mediante técnicas de ingeniería genética, a partir de hongos y levaduras (Suárez, 2010).

3.4.6 Bacterias Ácido Lácticas (BAL)

La elaboración de yogur requiere la introducción de bacterias ‘benignas’ específicas en la leche bajo una temperatura y condiciones ambientales controladas (muy cuidadosamente en el entorno industrial). La función primaria de los cultivos iniciadores lácticos es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa, que consecuentemente produce un cambio en el estado de la leche, líquido a gel, debido a que la caseína alcanza un pH de 4.4 a 4.6, llamado punto isoelectrico (carga neta cero). Este cambio en la acidez produce inhibición de microorganismos indeseables. Generalmente en un cultivo se incluyen dos o más bacterias diferentes para conseguir una fermentación más completa, principalmente *Streptococcus thermophilus subsp. salivarius*, y miembros del género *Lactobacillus*, tales como *L. casei*, *L. bifidus* y *L. bulgaricus* (Gonzalo, 2003).

Lactobacilo, Lactobacillus o bacteria del ácido láctico es un género de bacterias Gram positivas anaerobias facultativas, denominadas así debido a que la mayoría de sus miembros convierte lactosa y otros monosacáridos en Ácido láctico. Normalmente son benignas e incluso necesarias, habitan en el cuerpo humano y en el de otros animales, por ejemplo, están presentes en Ácido láctico el tracto gastrointestinal y en la vagina. Muchas especies son importantes en la descomposición de material vegetal.

Por otra parte, los lactobacilos llevan un papel fundamental en el cuerpo humano de tal forma que ellos actúan en la regeneración de la flora intestinal, hay varios medicamentos uno de ellos es el Liolactil (lactobacillus liofilizados) (Gonzalo, 2003).

Streptococcus salivarius subsp. thermophilus (antiguamente *Streptococcus thermophilus*) es una especie de bacteria Gram-positiva anaerobia facultativa, alfa-hemolítica del grupo viridans. Se halla en productos fermentados lácticos. Es un probiótico (sobrevive en el estómago) (Garibay, 2010).

Luego se procede a **envasar** y **etiquetar** el producto, para ello se dosifica el yogurt en los envases de vidrio previamente esterilizados. Se agrupan los lotes de producción, y se señala la fecha de elaboración, ingredientes y fecha de vencimiento. Por último, se procede a **almacenar** en cámaras de refrigeración a temperaturas de 5°C hasta alcanzar las propiedades que identifican el producto.

En la figura 2 se observa el proceso tecnológico para la elaboración del yogurt de leche de cabra.

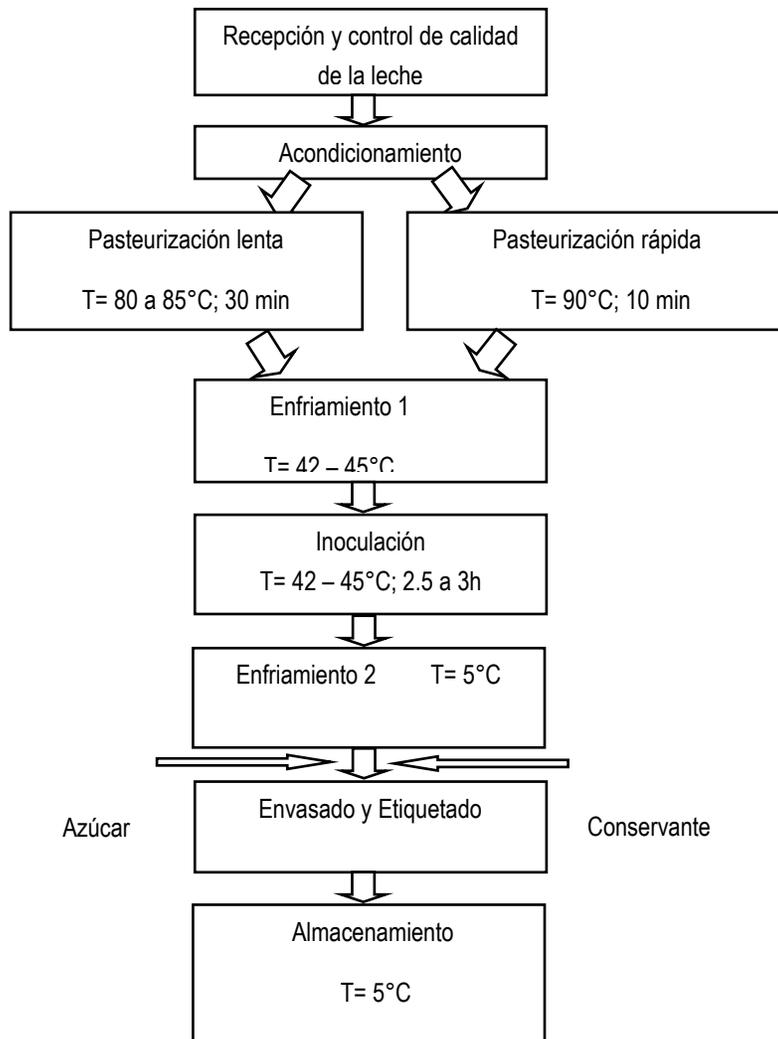


Figura 2. Flujo tecnológico para la elaboración de yogurt de leche de cabra

3.4.7 Tipos de yogurt

En la actualidad existen dos tipos de yogurt: el afluado y el batido. Se diferencian entre ellos por el método de producción, textura, sabor y naturaleza de procesamiento después de la inoculación, los que tienen influencia en su consistencia.

- i) **Yogurt batido:** El proceso de incubación para este tipo de yogurt se realiza en estanques acondicionados para tal efecto capaces de mantener la temperatura de incubación en forma constante, mientras se realiza el proceso. La masa del yogurt, ah sostenida en el estanque, es enfriada a temperatura de 2 a 7° C. Cuando el producto obtenga dicha temperatura se realiza el batido que consiste en poner en movimiento la masa del yogurt con el propósito de alterar su consistencia. Importante es la rapidez con que se aplica el batido, puesto que a mayor rapidez de agitación el yogurt tiende a perder viscosidad. Este hecho afecta la calidad del producto. Si se quisiera agregar fruta, pulpas o mermeladas, es durante el proceso de batido del yogurt el momento más adecuado. Así, se logra un producto de consistencia pareja, homogénea y cremosa. Finalmente se envasa y almacena a 3- 5°C (Guzmán, 2000).
- ii) **Yogurt aflanado:** A diferencia del yogurt batido, la etapa de incubación se lleva efecto en el envase. Es así como la leche ya inoculada en un estanque, es llevada inmediatamente a 10s envases definitivos y luego tapados. En estas condiciones, el producto es enviado a incubación en cámaras acondicionadas a temperaturas de entre 42 - 43°C. Es decir, que el producto que llega al envase contenedor, en su momento, es leche inoculada. El yogurt se forma, posteriormente, en el recipiente mismo. El tiempo en que se mantiene en estas condiciones es similar al utilizado en el yogurt batido. Posteriormente los envases son trasladados a cámaras de almacenamiento refrigeradas a temperaturas de 3" - 5°C. El producto tiene una consistencia firme y una masa continua semisólida, diferente a la del yogurt batido. De acuerdo con algunos expertos, la materia prima destinada a la fabricación de yogurt debe contener una mayor cantidad de sólidos que lo que normalmente contiene la leche. Es así como en el caso de la leche de vaca, la cual contiene una cantidad de sólidos totales cercanos al 13%, es necesario aumentarlos mediante la adición de leche en polvo de vaca. En el caso de elaborar yogurt con leche de cabra, se recomienda la aplicación de gelatina, con el fin de obtener un producto más genuino y porque la leche de cabra contiene una mayor cantidad de sólidos totales que la leche de vaca (Guzmán, 2000).

iii) Helado de leche de cabra: El helado es un producto batido constituido por burbujas de aire limitadas por gruesas películas de una mezcla uniforme de proteínas, azúcares, sales y otros componentes, así como de grasa emulsionada en pequeños cristales de hielo. La fabricación de helado, tanto tradicional como a base de yogurt, permite que los ingresos de los productores de leche caprina se mantengan estables durante los meses calurosos. El helado elaborado a partir de leche de cabra conserva las mismas propiedades nutricionales y antialérgicas que su materia prima principal, por lo que podría ser una alternativa atractiva para niños y jóvenes. La metodología estándar para la preparación de helado contempla un contenido de grasa del 10%. La composición de las mezclas de helados elaboradas de leche de cabra fresca y congelada fue: 64.2% de leche líquida, y 11.0% de leche en polvo, 6.3% de mantequilla, 12.0% de azúcar, 0.6% estabilizador y 6% de jarabe de almidón. Después la pasteurización a 75°C por un período de 25 s, toda la leche es transferida a contenedores de plástico y congelada a menos 18°C por un período de dos meses. La cantidad de grasa en leche fresca de cabra fue de 3.8% y en la leche congelada de 3.7% (Pandya y Ghodke, 2007).

De acuerdo a un estudio que comparaba la composición química y las características de derretimiento de dos tipos de helado, uno a base de leche de cabra y otro a base de leche de vaca, mostraron que el helado de cabra presentaba niveles más altos de acidez que el helado de vaca. Sin embargo, los niveles de grasa, cenizas, azúcares reductores y totales fueron similares en los dos tipos de helados. Respecto a las características de derretimiento, las diferencias observadas en ambos tipos de helados permite inferir que el arreglo estructural del helado depende del tipo de leche (Targino et al., 2008).

El helado es un alimento saludable y nutritivo. Pero no todos los helados son iguales y es que en función del tipo y la cantidad de ingredientes utilizados, tendremos diferentes tipos de helados. Los helados que tienen como ingrediente base la leche presentan un valor nutritivo significativo y esto los convierte en un alimento adecuado para niños, adolescentes y en general para las personas que requieran un aporte de proteínas de alto valor biológico y calcio (Marques, 2016).

La leche de cabra posee cualidades químicas y nutricionales adecuadas para la formulación no solo de yogures y postres, sino también de helados. Posee menor cantidad de colesterol que la leche de vaca y tanto las proteínas como las grasas que contiene, son de mayor digestibilidad y absorción que las de ésta última. Su demanda se debe a la potencialidad que tiene para sustituir los lácteos de origen bovino (Figuerola et al., 2013).

El helado elaborado a partir de leche de cabra conserva las mismas propiedades nutricionales y antialérgicas que su materia prima principal, por lo que podría ser una alternativa atractiva para niños y jóvenes (Hernández et al., 2010).

3.4.8 Proceso de producción de helado de leche de cabra

Durante la **formulación** y **mezclado** los ingredientes se adicionan a la leche cuando alcanza una temperatura de 30°C en el interior de la máquina de pasteurizado de modo que se garantizará una adecuada disolución. La **pasteurización** se realiza a temperatura de 85°C durante 15 minutos, después de lo cual se efectúa un choque térmico por enfriamiento rápido hasta llevar la mezcla a 4°C. Finalizado este proceso térmico comienza la etapa de **maduración**, trasladándose la mezcla a una maduradora y manteniéndose con agitación mecánica constante durante 2 horas a temperatura de 2 - 3°C. Una vez concluida la maduración se añaden a la mezcla aún en agitación los colorantes y saborizantes, según el tipo de helado que se desee obtener (Chacón et al., 2016).

La mezcla madurada se somete al proceso de **incorporación de aire**, también conocido como aireamiento; este proceso se puede realizar en una mantecadora discontinua que funciona en modo semiautomático para generar una consistencia adecuada. Alcanzada la consistencia se detiene la función semiautomática, pasando a una agitación mecánica durante un minuto para incorporar aire y romper los cristales más grandes. El proceso total de aireamiento tiene una duración promedio de 20 minutos (Chacón et al., 2016).

La mezcla con el aire ya incorporado se **envasa** de manera manual en recipientes de polietileno, trasladándose a una sala de congelación mantenida a -20°C. Los envases se tapan y se acomodan en la cámara de congelación. Al

mantener la mezcla en estas condiciones de almacenamiento se logra concretar la etapa de **endurecimiento del helado** en un proceso que demora 24 horas. Por último, se procede a realizar las evaluaciones pertinentes al producto terminado para corroborar que cumpla las normas de calidad (Chacón et al., 2016).

Capítulo IV: Proceso Físico-Químico-Industrial del Dulce de leche de cabra (Cajeta) y Leche en polvo

En la actualidad, una amplia variedad de productos lácteos son ofrecidos en los centros de venta masivos. Los avances tecnológicos de los últimos años han permitido desarrollar nuevos productos lácteos muchos de los cuales tienen demostrados efectos sobre la salud humana (Castillo y Taberna 2000). Por ello, entre otros, el carácter globalizado del comercio ha permitido efectuar explotaciones capaces de suplir la demanda de estos mercados exigentes y distantes tal y como ya se da en nuestro país con diversas marcas de derivados lácteos y cárnicos. Para el dulce de leche de cabra, conocido a nivel latinoamericano como *equipe* (Colombia), *manjar* (Perú), *cajeta* (México), el cual en algunos casos si no es elaborado a partir de leche de cabra, no pueden ostentar el título correspondiente de su país (Mendez, 2010).

La diversificación en la industrialización de productos caprinos permite cierta constancia en el flujo de capital para el productor lechero de tal manera que en épocas de alta disponibilidad lechera (bajos precios) exista la opción de aumentar a través de procesamiento, la durabilidad de los bienes obtenidos, lo cual permitiría para efectos de comercialización, contar con mayor flexibilidad de tiempo. Lo anterior sugiere que el proceso de agregar valor a un producto primario puede ir como opción clara para los productores de tal manera que esto aumente su independencia comercial. Esto permite visualizar proyectos con riesgos externos menores siempre y cuando se incluya la evaluación financiera de la adición de valor agregado a la materia prima a través de distintos productos lácteos donde se muestren los potenciales beneficios económicos para el productor caprino (Mora 2010).

El dulce de leche es una forma de leche condensada que se prepara a partir de leche líquida, a la cual se le adiciona aproximadamente 20% de azúcar y, en ocasiones, otros sólidos lácteos (Ares y Giménez 2008). La leche sufre un proceso de concentración gracias a la acción del calor a presión normal o reducida, hasta que se alcance un determinado nivel en los sólidos solubles que es cercano a 66-68°Brix (Casals y De Hombre 1995, Paiva Soares et al. 2010). El proceso descrito

genera un producto con una actividad del agua que oscila entre 0,801 y 0,851, con un pH entre 5,6 y 6,3 (Murillo 2008), y que muestra el desarrollo de un color, una textura y un sabor característico debido a reacciones de pardeamiento no enzimático y al tipo de leche utilizado (Hentges et al., 2010). La composición del producto y las características de acidez, textura, color y sabor del mismo son criterios importantes de consideración inmediata al establecer su calidad y agrado (Pinho et al., 2004). Un exceso de acidez puede ser causal de sabores intensos no deseables acompañados de coagulación de las proteínas y de sinéresis, generando una textura harinosa y aspecto desagradable del producto; asimismo, la acidez excesiva también podría provocar que las reacciones de Maillard se den más despacio y no se logre obtener el color característico.

El sabor del dulce de leche es por lo general de moderada a intensamente dulce y sin presencia de otras sensaciones extrañas al mismo (Roca 2011). El color, por su parte, es muy característico en el dulce de leche, variando entre el crema claro y el marrón oscuro; es un atributo de calidad particularmente apreciado por los consumidores en conjunto con el sabor y la textura (Pauletti et al., 1995). Según Pauletti et al. (1996), el color del dulce de leche se torna más oscuro a medida que se incrementa la concentración de solutos, disminuye la acidez de la mezcla inicial y aumenta la proporción de sacarosa utilizada. Se estima que el color es principalmente el resultado de tres tipos de reacciones generales que, dadas las condiciones de pH y temperatura propias del proceso de elaboración, se producen en el sistema constituido por leche y azúcares: pardeamiento tipo Maillard, reacciones de caramelización y reacciones de oxidación (Pauletti et al., 1995).

En cuanto a su textura, el dulce de leche se caracteriza por ser un fluido no newtoniano de carácter pseudoplástico, cuya consistencia está en función de los grados Brix que posee (Pauletti et al., 1990). Se ha observado que su viscosidad se ve afectada principalmente por el contenido de sólidos solubles, la acidez de la mezcla inicial y el porcentaje de sacarosa, explicando estas tres variables el 73-85% de las variaciones en la viscosidad final (Casals y de Hombre 1995). Entre mayor sea la concentración de sólidos solubles en el producto, más espeso será (Zunino, 1998). El consumidor busca en el dulce de leche una consistencia cremosa o pastosa (Pauletti et al., 1992), y una textura homogénea (sin grumos) que sea agradable a su

paladar y que esté libre de una sensación arenosa provocada por la cristalización de la lactosa durante el almacenamiento y la manipulación posterior a la elaboración (Dorantes et al., 1998; Ares y Giménez 2008). Desde el punto de vista industrial, hay tres aspectos de la textura del dulce de leche que es necesario controlar: la consistencia, considerada en este caso como la capacidad del producto de mantenerse sin derramarse al ser extendido; el tipo de corte, que va a determinar la formación o no de hilos al separar dos porciones del producto; y, por último, la extensibilidad, que va a condicionar la uniformidad de la capa que se forme al depositarlo sobre una superficie (Pauletti et al., 1992). La evaluación sensorial e instrumental constituyen en este caso las herramientas idóneas para establecer la naturaleza de las características de textura, color y sabor del producto (Pauletti et al., 1992, Pinho et al., 2004).

La cajeta es un producto lácteo con características muy particulares que se consume en México y que tiene presentaciones análogas en América Latina, tales como el dulce de leche en Argentina y el arequipe en Colombia, por mencionar algunos. Entre sus principales características está que se elabora con leche de cabra a la que se le agrega glucosa, se le da un tratamiento térmico que contribuye a darle el color y posteriormente se concentra por evaporación. En México, se consume como dulce solo, como endulzante y relleno de pasteles, o bien como saborizante de otros alimentos (bebidas, postres). La cajeta puede elaborarse tanto con leche de cabra como con mezcla de leches de cabra y de vaca, adicionando azúcar, ingredientes y aditivos autorizados. Algunos de los ingredientes utilizados son glucosa y sacarosa, canela, bicarbonato de sodio, benzoato de sodio y sorbato de potasio.

La elaboración se hace en caliente, y la evaporación de agua (a presión atmosférica) se detiene hasta obtener la viscosidad y el color deseados, que caracterizan al producto. Adicionalmente, se le puede agregar vainilla o alcohol potable. Se denomina cajeta al producto que contiene 28% de agua, 7.5% de grasa de la leche, 2% de cenizas y 63% o más de azúcar. La tecnología para la elaboración de cajeta está fundamentada en el manejo del azúcar, su principal ingrediente, lo que permite la obtención de una gama de consistencias o texturas, las cuales se logran regulando el estado de cristalización del azúcar y de la humedad. Por el

contenido de humedad que conserva (12-30%), se le considera un alimento de humedad intermedia (Vélez, 2017).

4.1 Principales tipos de cajeta

Existen diferentes tipos de cajeta; la quemada es la presentación tradicional de la cajeta, a la envinada se le añade alcohol en su preparación, a la de sabor vainilla se agrega vainilla en la preparación. En la actualidad, si bien se siguen empleando “cajetes”, se está envasando en recipientes de vidrio y plástico, que son los más utilizados. Además de leche y azúcar, se suele agregar glucosa, que favorece la formación de las redes cristalinas de la sacarosa, lo que permite controlar la cristalización de la misma en bajas cantidades, ayuda a mejorar el brillo y a aumentar la vida de anaquel del producto terminado. El bicarbonato de sodio, es un ingrediente que se utiliza en bajas cantidades con el objetivo de evitar la coagulación de las proteínas.

Durante el proceso de elaboración el agua se va evaporando; y como el ácido láctico también se va concentrando, se debe tener un buen control para evitar la precipitación de las proteínas. Cuando se elabora cajeta, se deben controlar tanto el peso de los ingredientes, como los tiempos de las diferentes etapas de proceso, ya que son determinantes para lograr una cajeta de calidad. Una relación básica y del dominio público, está integrada por la siguiente relación de ingredientes: 100 L de leche de cabra, 20 kg de azúcar comercial, 15 kg de glucosa y 75 g de bicarbonato de sodio (Vélez, 2017).

4.1.1 Tecnología para la elaboración de cajeta

Recepción de la leche de cabra, con el objetivo de cuantificar el volumen o la masa que permitirá formar el lote correspondiente; adicionalmente se puede realizar un muestreo para la determinación de las propiedades importantes de la leche, tales como la acidez, el conteo microbiano, la humedad, el pH y el porcentaje de grasa, entre otras, las cuales se pueden realizar ya sea por medio de métodos cortos o estándares. En particular la acidez se puede considerar como la determinante más importante, por el rol que juega en la estabilidad de la cajeta y en la cantidad de neutralizante a adicionar. Filtración de la leche para eliminar cuerpos extraños e impurezas (pelos, basura). Esta operación puede realizarse

durante el vertido de la leche, o cuando la leche se bombea/transporta hacia la siguiente operación, o bien en ambas oportunidades. Calentamiento y evaporación. La leche se va calentando lentamente y se le agrega el bicarbonato de sodio (previamente disuelto en un volumen determinado de leche), hasta $\sim 93^{\circ}\text{C}$, se alcanza el punto de ebullición (la cual depende de la presión atmosférica existente en el sitio de elaboración), después de cierto tiempo (alrededor de 10 min), se agrega el azúcar lentamente, evitando la formación de “costra”, como consecuencia de un sobrecalentamiento o de una agitación y mezclado inadecuados.

La costra es el material que resulta por el sobrecalentado, quemado o adherido de la leche, a la superficie del equipo calentador, y que actuará como resistencia adicional o aislante, reduciendo la penetración del calor al interior del tanque, recipiente o marmita. Después de que el azúcar se disuelve perfectamente, se agrega la glucosa lentamente. Es muy importante que en este proceso de “cocimiento” a 100°C (a nivel del mar), la agitación sea constante en el tanque con chaqueta de vapor. Durante esta etapa todos los aspectos de una buena transferencia de calor, se deben cuidar y cumplir, ya que es de fundamental importancia para controlar las características de la cajeta que se esté elaborando; de excederse el proceso de concentración, la calidad del producto no será la mejor, aparte de que los rendimientos se reducen (Vélez, 2017).

En caso contrario, la falta de calentamiento o concentración contribuye a generar un producto diluido o fluido, sin la consistencia deseada. Además, al agitar la mezcla se favorece el proceso de convección térmica y por ende la evaporación y concentración de la leche o mezcla de leches. El control del proceso se puede realizar teniendo en cuenta el tiempo de calentamiento o de evaporación con base a la cantidad de agua evaporada, o bien por determinación del nivel de sólidos solubles con un brixómetro (medidor de sólidos solubles o grados Brix) o refractómetro (medidor del índice de refracción), determinación de humedad con alguna balanza especializada, o por determinación de propiedades como la viscosidad con un viscosímetro o reómetro, o bien por la determinación de la densidad con densímetros específicos. Existen algunas pruebas empíricas, por ejemplo, una de ellas consiste en dejar caer una gota de la cajeta/mezcla en un vaso con agua para ver si llega al fondo sin disolverse, si la gota llega íntegra al fondo

indica que se debe retirar el calentamiento, y si la gota no lo hace, entonces el calentamiento debe continuar unos minutos más. Se recomienda, como una práctica de la experiencia, dejar hervir la mezcla hasta que se reduzca a la tercera parte del volumen original; a partir de ese momento se debe realizar la adición de la leche restante, calentada previamente (Vélez, 2017).

Teóricamente la cajeta estará lista cuando se alcancen 76-78°Bx, aunque eso depende del tipo de cajeta que se está elaborando y las particularidades de la empresa que la elabora. Las dos características más importantes y que se desarrollan en esta etapa son el desarrollo de la consistencia o textura y el color. El color en particular, es el resultado de tres tipos de reacción, la de Maillard, la de caramelización y las de oxidación (Greppi et al., 2008; Park y Haenlein, 2010; Sagarpa, 2011; Vélez, 2017). Terminada la concentración se interrumpe el calentamiento y se continúa agitando el dulce o mezcla líquida, cuyo comportamiento al flujo como material de carácter newtoniano o no newtoniano va a depender de la temperatura y de la concentración de sólidos; posteriormente se lleva a cabo un enfriamiento hasta que llegue a 60°C. De esta manera se deja salir el vapor de la mezcla, lo que permite la uniformidad característica y evita la apariencia de cortado.

El tiempo total de esta etapa, citada comúnmente como cocción o cocimiento, oscila entre 2 y 3 horas. Se recomienda realizar un tamizado del dulce o mezcla caliente, haciéndolo pasar a través de una tela metálica, para separar los grumos que puedan haberse formado durante la cocción. Por último, se adicionan el sabor, color, alcohol o vainilla. Después del tratamiento térmico, se transporta el producto al área de envasado. Las operaciones de llenado o envasado también tienen características particulares, dependiendo del tipo de cajeta y la compañía o empresa que la produce, ya sea un envasado tradicional con o sin tratamiento térmico final o un envasado aséptico que asegura la esterilidad de los envases; en el proceso tradicional, se envasa la cajeta en frascos de vidrio, con tapa de hojalata en condiciones de vacío. Se transporta la cajeta hacia el área de reposo, para que el producto se enfríe. Posteriormente el producto se transporta al área de etiquetado y empaquetado, donde se etiqueta el producto lácteo con ayuda de una máquina etiquetadora e inmediatamente los envases se van depositando en cajas, para

realizar el transporte de las cajas al almacén. Durante su almacenamiento en planta y antes de que se liberen los lotes de cajeta, se llevan a cabo tanto pruebas fisicoquímicas como microbiológicas de calidad, en la cajeta y en el envase (Vélez, 2017).

Este proceso se grafica a continuación:

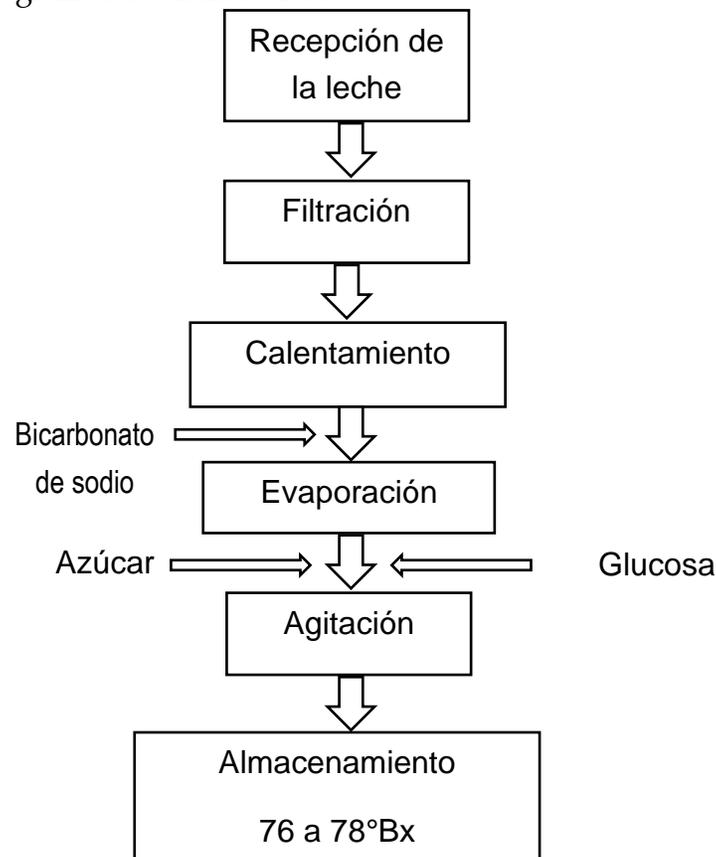


Figura 3. Flujo tecnológico para la elaboración de cajeta de leche de cabra.

El uso de la cajeta es muy amplio, si bien tradicionalmente se consume en forma directa, este producto lácteo puede ser empleado de una manera muy variada, ya sea como complemento de cualquier postre o fruta, como ingrediente en la elaboración de helados, panes, rellenos de panes y pasteles, o simplemente adicionada a hot cakes y waffles, entre otros. Reconociendo las propiedades viscoelásticas de este producto, su buen valor nutricional, su elevado aporte energético y sobre todo, sus características organolépticas tan atractivas, así como

la limitante calórica en sus consumo para cierto grupo de personas (Ramírez, 2009; Ramírez et al., 2014).

4.1.2 Principales defectos de la cajeta

La cajeta como producto lácteo y como cualquier producto alimenticio terminado, puede desarrollar algunos defectos que deben ser evitados a toda costa, para asegurar un alimento de calidad. Entre los defectos más frecuentes en este tipo de productos están:

- **Granulación de la cajeta:** Se refiere a la existencia de grumos o gránulos en la cajeta y se presenta como consecuencia de alguno de los siguientes tres fenómenos fisicoquímicos (Vélez, 2017):

Precipitación de las proteínas relacionada a la acidez de la leche, por lo que solo se debería usar leche fresca con baja acidez (pH 6.6-6.8) en la elaboración de la cajeta. El ácido láctico natural de la leche aumenta su concentración debido al proceso de evaporación con lo cual el pH disminuye y con ello se presenta la posibilidad de alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína; esto puede generar la formación de grumos no cristalinos, que se expresa como una textura inadecuada, afectando la calidad de la leche. Una manera relativamente sencilla de evitar este defecto consiste en incorporar compuestos neutralizantes.

- **Precipitación de la lactosa:** En este caso, la solución de lactosa existente en la cajeta alcanza la sobresaturación, lo que ocasiona el fenómeno de cristalización, resultando en una textura arenosa de la cajeta, más o menos fina en función del tamaño de cristales. El defecto ocasionado por la cristalización de la lactosa se diferencia del causado por la coagulación de proteínas, porque los grumos en este último son más o menos elásticos, blandos y gomosos; en el caso de los cristales de lactosa se forman cristales duros que son insípidos o con un sabor ligeramente dulce. Este problema se puede eliminar si se estabilizan los cristales de lactosa; por un lado, al realizar el enfriamiento rápido de la cajeta a 40-45°C, posterior al cocimiento, o bien, asegurando que la temperatura se mantenga entre 40-45°C, para que el tamaño de los cristales sea muy pequeño o fino; también la adición de

pequeños cristales (2-4%) que sirven de “núcleos o guías” lo favorece, así los cristales de lactosa no crecen.

- **Precipitación del azúcar:** De manera semejante al problema anterior, cuando hay un exceso de azúcar por un mal balance en la formulación de cajeta, se pueden formar cristales de sacarosa, los cuales tienen la característica de ser más quebradizos y menos duros que los de lactosa. Para evitarlo, la cantidad o dosis de jarabe de glucosa debe ser controlada con precisión. Por otro lado, una dosificación correcta ayudará no solo a inhibir los cristales de sacarosa, sino los de lactosa también. Existen empresas que ofrecen aditivos desarrollados y comercializados para evitar estas variantes del problema de formación de grumos/cristales en la cajeta .
- **Crecimiento de hongos:** Otro de los problemas que se suele presentar en este producto lácteo es el crecimiento de hongos en la superficie, lo cual básicamente se debe a descuidos de higiene y limpieza, en las materias primas o en los utensilios, empleados o durante la etapa de envasado. La solución obviamente es asegurar que la limpieza de todos los elementos involucrados, incluida la atmósfera de procesamiento, sea impecable asegurando la ausencia de estos microorganismos, para evitar el empleo de sustancias anti fúngicas. Debido a su elevada cantidad de azúcar, la cajeta es un producto altamente energético; y aunque la leche que contiene proporciona proteínas, se ha buscado elaborar una cajeta baja en calorías; este es uno de los desarrollos y estudios más comunes. En la actualidad, solo una parte de la producción de cajeta se elabora a partir de leche de cabra, y debido al aumento en el consumo, la mayor parte se elabora con leche de vaca o con mezclas de leche de cabra y vaca (Vélez, 2017).

4.2 Leche en polvo

La producción industrial de leches presenta cambios en su composición. Esto se debe fundamentalmente al difícil manejo debido a su forma fluida, se requiere de una red de frío para su conservación. Además, presenta el problema de deteriorarse rápidamente por acción de factores ambientales entre los que se destaca la acción de microorganismos. La leche representa un cultivo microbiano casi ideal por presentar fuentes de nitrógeno y carbono en abundancia y una alta

actividad de agua que favorece el crecimiento de microorganismos. Estos factores unidos a las necesidades específicas de los estratos de acuerdo a la edad de la población o al cuidado de la salud han impulsado la producción de subproductos lácteos como la leche en polvo. La leche en polvo presenta las propiedades de la leche natural y a diferencia de esta, no precisa ser conservada en frío. Presenta un contenido de humedad bajo, menor que 5%, que le permite prolongar su vida útil. Presenta ventajas como: tener menor costo de almacenamiento y transportación, permitiendo su acceso a una mayor cantidad de consumidores. Se puede encontrar en tres clases básicas: entera, semidescremada y descremada (NC-ISO:8156, 2006).

4.2.1 Características Químicas

Hoy día la leche en polvo forma parte de ser uno de los primeros candidatos a ser alimentos funcionales y por esta razón se le suelen añadir vitaminas A y D. Se emplea para fortificar productos de repostería, panadería además, como materia prima de quesos, yogures y helados. La leche en polvo entera se denomina generalmente leche en polvo normal. El proceso de secado a aplicar puede ser de una etapa o bien de dos etapas. La leche fresca recepcionada es sometida a los controles físico-químicos y microbiológicos para saber si es apta para elaborar leche en polvo para el consumo humano.

Luego, la leche es clarificada en un separador para quitar la suciedad y posteriormente pasteurizada. Según plantean varios autores el tratamiento más adecuado para la leche entera en polvo es la pasteurización indirecta con intercambiadores de calor normales, del tipo a placas a 74-76°C durante 15 segundos (Contreras, 2012; Días,2009; Westergaard,2004; Yanza, 2003). Inmediatamente la leche es enfriada hasta alcanzar temperaturas entre 2 y 6°C. En el evaporador la leche es condensada a temperaturas entre 50° y 70 °C al vacío hasta obtener 48-50 % de sólidos y una viscosidad menor de 60 cp. El concentrado antes de la atomización se calienta a temperaturas comprendidas entre 60-70°C para reducir la viscosidad (Westergaard, 2004).

Para la producción de leche entera en polvo se recomienda incorporar un homogenizador para reducir el contenido de grasa libre en el producto final. Se prefiere un homogenizador de dos etapas. La primera etapa es operada a 70-100

bar g y la segunda a 25-50bar g. Los glóbulos de grasa se desintegran en pequeños glóbulos, los cuales debido a la electricidad estática podrían aglomerarse nuevamente, es decir formar muchos pequeños glóbulos de grasa. En la segunda etapa se aplica una caída de presión de 25-50 kg/cm² para romper dichos aglomerados (Westergaard, 2004).

La atomización del concentrado de leche entera es preferible realizarla por rueda rotativa. La planta de secado trabaja con temperaturas de 180-200°C de temperatura de entrada del aire para leche entera en polvo. En el secado de una etapa, el proceso se realiza de manera que el contenido final de humedad en el polvo se alcance al salir de la cámara, la cual no debe exceder de 5 %. La temperatura del aire al salir de la cámara de secado que es la misma con que sale el polvo es de aproximadamente de 80-95 °C. En el proceso de dos etapas, se realiza el primer secado hasta obtener un 2-10 % más del contenido final de humedad. La humedad restante es eliminada en un lecho fluido estático y/o un Vibro-Fluidizador, y el enfriamiento se realiza en un sistema neumático de enfriamiento o en un Vibro-Fluidizador (Contreras, 2012).

4.2.2 Secado de leche por aspersión

Los secadores por aspersión no tienen un diseño estandarizado común a todos ellos, cada producto se trata individualmente y el secadero se diseña siguiendo las especificaciones del producto en cuestión. El diseño de los secadores contiene cinco elementos esenciales: sistema de calentamiento, sistema dispersor, sistema de alimentación, cámara de secado y sistema recolector de sólidos (Yanza, 2003).

La calidad del producto puede ser alterada seriamente si los parámetros de operación de secado no son conocidos o se han descuidado. Por esto es importante conocer todas las etapas por las que atraviesa el producto en el secador.

4.2.3 Sistemas de calefacción del aire

El aire que será usado como agente secante puede calentarse por combustión directa de un gas o fuel-oil en el seno de la corriente de aire, por vapor de agua a presión en cambiadores de calor o por resistencias eléctricas. La primera proporciona el máximo rendimiento pero no se utiliza en producción de alimentos

pues los productos pueden contaminarse o adquirir sabores y olores extraños. La segunda constituye el procedimiento más utilizado en la industria láctea y requiere de temperaturas muy elevadas, donde el aire se calienta indirectamente de forma muy eficiente. El calentamiento del aire mediante resistencias eléctricas se reserva para su uso en instalaciones de pequeña capacidad o piloto.

El aire calentado transfiere mucho calor a las gotas asperjadas del concentrado y como consecuencia de la evaporación mucho vapor de agua realizará el camino contrario. Como resultado del gradiente de temperatura y concentración que se forma en la partícula, la temperatura del aire disminuye hasta la temperatura del aire circundante al final del proceso, la cual, en un secador por atomización significa la temperatura del aire de salida. En el sistema de calentamiento del aire es necesario controlar la temperatura del aire de salida pues la humedad del polvo está en relación directa con esta.

A la vez, el aumento del aire de salida puede provocar un sobrecalentamiento de la partícula y formar una cáscara dura sobre la superficie a través de la cual el vapor/agua restante o el aire adjunto se difunden. Esto provoca la disminución de la velocidad de la evaporación y en consecuencia, la desnaturalización en de las proteínas debido al aumento del tiempo de exposición a altas temperaturas en la cámara de secado dando como resultado un polvo de baja solubilidad (Westergaard, 2004; Yanza, 2003).

4.2.4 Sistemas de dispersión

El objetivo de los sistemas de dispersión es transformar el alimento líquido en un gran número de finas gotitas de una distribución de tamaños bien definida. Con esta finalidad, se pueden utilizar toberas de presión o rueda rotativa. A la vez, las toberas a presión se dividen en toberas de alta presión y baja capacidad y en toberas de baja presión y alta capacidad. Las toberas a presión se basan en la impulsión del líquido a secar a presiones de 10 a 60 bar a través de boquillas. Las boquillas constan, en esencia, de un pequeño tubo provisto de un orificio especial. El tubo imparte al líquido un movimiento en espiral y éste sale del orificio en una fina niebla en forma de cono (Perry, 1992).

El tamaño de la partícula deseado varía directamente según el tamaño de la gotita asperjada. El tamaño específico de una gota se puede ajustar variando la velocidad periférica de atomizador como variante principal para este propósito. Aunque influyen otros factores como el diámetro del aspersor y la viscosidad del concentrado. El tamaño de la partícula aumenta a medida que aumenta la viscosidad o disminuye la velocidad periférica en relación directa con el diámetro del aspersor (Westergaard, 2004).

El aire que se incorpora en las gotitas atomizadas que afectan la densidad del polvo es producto del funcionamiento tanto de la tobera de presión como la rueda rotativa. En dependencia de la composición, la temperatura y el contenido en sólidos del concentrado, será la cantidad de aire que quedará ocluido en las gotas durante el secado. La cantidad de aire en las gotas es, por lo tanto, uno de los factores decisivos que retarda la evaporación y propicia el endurecimiento de las partículas y la consecuente disminución de la solubilidad del polvo. Además, da lugar a partículas con aire ocluido que presentan baja densidad.(Westergaard, 2004)

4.2.5 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es el eslabón entre el evaporador y el secador, y está conformado por los equipos necesarios para acondicionar el concentrado para que cumpla con los requerimientos óptimos para el atomizado. Estos equipos están comprendidos por:

- Tanques de alimentación
- Tanque de agua
- Bomba de concentrado
- Sistema de precalentamiento
- Filtro
- Homogeneizador/bomba de alta presión
- Línea de alimentación, incluido el tubo de retorno para CIP.

El concentrado es almacenado en los tanques de alimentación hasta el momento de secado. Durante este tiempo es importante controlar el desarrollo de bacterias en la alimentación, debido a que se encuentra en condiciones normales a una temperatura de 45-50°C. El concentrado es bombeado a los precalentadores previendo no incorporar aire, en los que el concentrado es calentado de 60-70°C para disminuir su viscosidad y facilitar su atomización. Un filtro en línea está siempre incorporado en el sistema de alimentación para evitar que pasen al dispositivo atomizador grumos, etc. El homogenizador tiene como objetivo de reducir el contenido de grasa libre en el producto final. La tubería de alimentación debe ser naturalmente de acero inoxidable y es por donde se traslada el concentrado hasta el atomizador (Westergaard, 2004).

4.2.6 Cámara de secado

Su principal función es encerrar el *spray* que se produce y asegurar que las gotas sean secadas con el flujo de gas caliente. Esto posibilita suministrar un tiempo de residencia suficiente con el objetivo de evaporar la humedad sin sobrecalentar las partículas de polvo. Son diseñadas para descargar la mayoría de los productos en la base (descarga de producto primario), o para transportar todo el producto con el aire de salida y recuperarlo posteriormente en otra unidad. El tamaño óptimo de la cámara y su forma dependen del tamaño de la gota y la forma del *spray* producido por el atomizador (Masters, 1991).

Las cámaras de secado se clasifican según las direcciones de los flujos de aire y de producto (Anexo3). La cámara de secado de flujo en paralelo es la más utilizada por su concepción sencilla y polivalencia. En ellos, la mayor parte del agua se evapora cerca del sistema de dispersión del alimento líquido, por lo que el aire se enfría rápidamente, las paredes permanecen frías y el producto se deshidrata casi completamente (Westergaard, 2004).

4.2.7 Sistema de recolección de sólidos

Los sistemas de separación de polvo más aplicados en la industria láctea son:

- Ciclones

- Filtros de mangas
- Lavadores tipo húmedo ("Wet Scrubbers")
- Filtro de mangas lavado por CIP

De los equipos de proceso, los ciclones tienen la ventaja de ser altamente eficientes cuando su construcción es adecuada, su mantenimiento es sencillo debido a que no presentan partes móviles y además son de fácil limpieza. Se usan mucho en la industria de procesos químicos para la separación gas-líquido.

La teoría de operación del ciclón se basa en los remolinos (vórtices), donde la fuerza centrífuga actúa sobre cada partícula forzándola a dejar el eje del ciclón y dirigirse hacia la pared interna del mismo. Sin embargo, el movimiento en dirección radial es el resultado de dos fuerzas opuestas: la fuerza centrífuga que actúa moviendo la partícula hacia la pared mientras que la fuerza de arrastre del aire actúa llevando las partículas en el eje. La fuerza centrífuga predomina y se produce la separación (Zenz, 2001). El proceso de manera general se grafica a continuación:

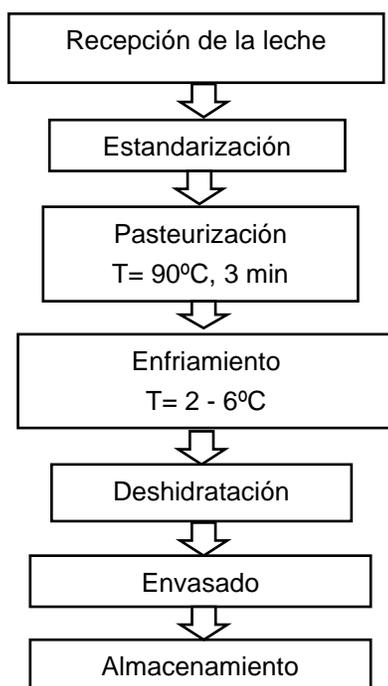


Figura 4. Flujo tecnológico para la elaboración de leche en polvo de cabra.

Conclusiones

En la actualidad, los productos a base de leche de cabra se producen para el sustento comunitario y familiar, por otro lado, en cuanto a la importancia de los nutrientes que se obtienen de este alimento, es muy importante su consumo porque aporta una gran cantidad de proteínas, debido a los ácidos de cadena corta que son beneficiosos para el organismo, y los productos elaborados con este insumo son bajos en grasa, por ende, es más viable para el consumo familiar. La leche de cabra tiene propiedades beneficiosas, es decir, se puede consumir de diferentes formas, utilizando derivados saludables y nutritivos como el queso crema y el yogur, lo que contribuirá a una sociedad sana y sostenible. En conclusión:

- La leche de cabra es un producto alimenticio muy valorado en la industria alimentaria por sus propiedades nutricionales y organolépticas. La producción de leche de cabra implica ciertos cuidados y normas de calidad para obtener productos de alta calidad. La leche de cabra sigue siendo un tesoro en la gastronomía, cuyos beneficios son evidentes en la salud humana, el desarrollo económico sostenible y la preservación del patrimonio culinario.
- La leche de cabra es rica en proteínas, vitaminas y minerales esenciales para el cuerpo humano.
- La producción de leche de cabra es importante tanto para la industria alimentaria como para la economía en diferentes regiones del mundo.
- Sus características y propiedades la convierten en una excelente materia prima para la elaboración de diversos derivados lácteos.
- La leche de cabra es una opción saludable y sostenible para aquellos que buscan una alternativa a la leche de vaca, pero es importante tener en cuenta ciertos factores para garantizar su seguridad y calidad.
- El uso de tratamientos térmicos y la conservación adecuada pueden ayudar a garantizar la calidad y la seguridad alimentaria de los productos lácteos, especialmente los derivados de la leche de cabra.

- Sin un control adecuado de la temperatura y la conservación, la bacteria puede causar la degradación de los vínculos nutricionales más importantes en el producto lácteo, lo que puede tener repercusiones negativas para la salud. Se recomienda evaluar los factores de riesgo y adoptar un proceso de gestión de la seguridad alimentaria para garantizar que los productos lácteos se producen y consuman en la mejor forma.
- La leche de cabra es una materia prima versátil y nutritiva que se puede utilizar para producir una amplia variedad de productos lácteos, incluyendo queso, yogurt, leche en polvo, cajeta, queso ricotta y helado.
- Los derivados convencionales de la leche de cabra son muy valorados por su sabor y textura únicos, lo que los hace populares entre los consumidores que buscan productos lácteos con un perfil de sabor diferente al de los productos lácteos convencionales.
- Los productos lácteos derivados de la leche de cabra son una excelente fuente de nutrientes, como proteínas, calcio y vitaminas, lo que los convierte en una alternativa saludable a los productos lácteos convencionales.
- La producción de productos lácteos derivados de la leche de cabra requiere un alto nivel de habilidad y conocimiento para garantizar la calidad y seguridad del producto final.
- La demanda de productos lácteos derivados de la leche de cabra está en aumento debido a su sabor distintivo y sus beneficios nutricionales, lo que ha llevado a un aumento en la producción y comercialización de estos productos en todo el mundo. En resumen, los derivados convencionales de la leche de cabra son valorados por su sabor único y sus beneficios nutricionales, y están ganando popularidad entre los consumidores conscientes de la salud. La producción de estos productos requiere habilidad y conocimiento para garantizar la calidad y seguridad del producto final.

El principal objetivo de este libro fue abrir la puerta al mundo de los sabores, texturas, colores e historias a los lectores y llevarlos de la mano al lugar de la excelencia culinaria desde el proceso físico, químico, industrial y alimentario, donde los productos de leche de cabra se convierten en el centro de atención, permitiendo a los lectores experimenten nuevas sensaciones gustativas y

enriquezca su cultura gastronómica. Con información clara, precisa y útil, este libro es sin duda una valiosa herramienta para profesionales, aficionados y estudiantes de química, agronomía, ingeniería, física y biología; que deseen ampliar sus conocimientos sobre los productos derivados de la leche de cabra.

Bibliografía

- Acheampong, J., Tang, Y., Jiang, L., Wu, J., Wu, B., & Huang, Y. (2019). Goat milk and its uses, beliefs and perceptions among Chinese consumers in China. *Food Research International*, 116, 100-107. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.013>
- Ares, G., Giménez, A. (2008). Influence of temperature on accelerated lactose crystallization in dulce de leche. *International Journal of Dairy Technology* 61(3):277- 283.
- Belewu, M. A., y Aiyegbusi, O. F. (2002). Comparison of the Mineral Content and Apparent Biological Value of Milk from Human, Cow and Goat. *The Journal of Food Technology in Africa*.
- Bermúdez-Aguirre, D., Mawson, R., Versteeg, K., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2009). Composition properties, physicochemical characteristics and shelf life of whole milk after thermal and thermo-sonication treatments. *Journal of Food Quality*, 32(3), 283-302.
- Bidot Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica, *revista de producción animal*, 29, p. 7.
- Blanco, Y. y Hernández, R. (2011). Diseño de una línea para la fabricación de yogurt natural (batido) a escala de planta piloto. Tesis de grado. Ingeniería química. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
- Boza, J., Sampelayo, M. R. S. (2000). Aspectos nutricionales de la leche de cabra.
- Boza, J., y Sanz, M.R. (1997). Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, 10. Disponible en: <http://www.insacan.org/racvao/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf>.
- Bryan, F. L. (1983). Epidemiology of milk-borne diseases. *Journal of food protection*, 46(7), 637-649.

- Cadogan, A. D., Lee, H., Lee, H., Ahn, J., & Choi, M. J. (2018). Use of goat milk for the production of feta cheese. *Dairy science*, 101(3), 2028-2035. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14046>
- Caggia, C., Licitra, G., Gulino, V., & Randazzo, C. L. (2018). Microbiota of raw milk from organic and conventional dairy farms In *Organic Farming* (pp. 125-150).
- Cameron, M., McMaster, L. D., & Britz, T. J. (2009). Impact of ultrasound on dairy spoilage microbes and milk components. *Dairy Science & Technology*, 89(1), 83-98.
- Capra. (2003). La leche de cabra es más beneficiosa para la salud que la de vaca. Campus. Retrieved from <http://prensa.ugr.es/prensa/investigacion>
- Casals, C., De Hombre, R. 1995. Características reológicas del dulce de leche (Bufito). *Ciencia de Tecnología de Alimentos*, 5, 62-67.
- Castillo, A; Taverna, M. (2000). Productos lácteos. Estrategias nutricionales para potenciar sus notables propiedades. Estación Experimental INTA Rafaela. *Revista Chacra* , 837. p. 105.
- Castro. A. (2005). Cualidades nutricionales y medicinales de la leche de cabra. Costa Rica. En línea. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/animal/cabras/propiedades.html.
- Ceballos, L. S. (2007). Caracterización de la leche de cabra frente a la de vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Unpublished (Tesis Doctoral), Universidad de Granada, Granada.
- Chacón, A., Pineda, M. L. (2009). Características químicas, físicas y sensoriales de helados de leche caprinaun queso de cabra adaptado del tipo “Crottin de Chavignol”.

- Chacón, A., Pineda, M. L., Jiménez, C. (2016). Características fisicoquímicas y sensoriales de leche caprina y bobina con grasa vegetal. *Agron. Mesoam.* 27(1):19-36. Disponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i1.21875ç>
- Chávez M. (2006). Calidad de leche de cabra y vaca". Recuperado de www.mercolactea.com.ar/admin/documentos.html.
- Contreras, S. (2012). Tecnología de Secado de Leche. Retrieved mayo de 2023, from www.ingcontreras.com.ar
- Córdova, M. A. F., Leal, R. P., Sotelo, M. B., & Guerra, M. d. R. J. (2009). La leche de cabra y su importancia en la nutrición. *Tecnociencia Chihuahua*, 3.
- Di Giacomo, G., Taglieri, L., & Carozza, P. (2009, May). Pasteurization and sterilization of milk by supercritical carbon dioxide treatment. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Supercritical Fluids* (pp. 18-20).
- Días, R. (2009). *Conservación de los alimentos*. La Habana. (Ed.).
- Díaz Castro, J. (2003). Efecto beneficioso de la leche de cabra sobre la utilización nutritiva de proteínas, hierro y cobre en síndromes de mal absorción" Grupo Alimentación, nutrición y absorción. Departamento de Fisiología de la Universidad de Granada.. Disponible en <http://www.consumaseguridad.com/web/es/Investigación.php>.
- Díaz, H. J. P. (2008). Manual de elaboración de los productos lácteos en la empresa Chelmar S.A. de C.V. en Saltillo, Coahuila. Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- Dirección General de Promoción Agraria DGPA. (2005). Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche.

- Domagala Jacek. (2009). Instrumental Texture, Syneresis and Microstructure of Yoghurts Prepared from Goat, Cow and Sheep Milk. *International Journal of Food Properties*:12 (3). 605-615.
- Doran, P., Carson, J., Costello, E., & More, S. J. (2009). An outbreak of tuberculosis affecting cattle and people on an Irish dairy farm, following the consumption of raw milk. *Irish veterinary journal*, 62(6), 390.
- Dorantes, L., García, M., Arana, R. (1998). La cajeta o dulce de leche. *Boletín de Divulgación de los Grupos Mexicanos*, 3, 9-12.
- EFSA. (2017). The 2016 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*, 15(3).
- Escobar-Zepeda, J. R., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., Bravo-Fuentes, E., & Hernández-Mendoza, A. (2020). Physicochemical, microbial and organoleptic characteristics of goat milk collected in two different seasons. *International Dairy Journal*, 107, 104702.
- FAO. (1980). Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. Valdivia, Chile.
- FAOSTAT. (2021). Livestock Primary. Recuperado el 11 de junio de 2021, de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
- Fernández, A. B. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de producción animal*, 29.
- Figuroa, I. D., Poclava, E. L., Cravero, B. A. P., Millán, M. (2013). Utilización de fitoesteroles en la formulación e un helado de leche de cabra. *Composición de alimentos*. 31(144):13-18. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v31n144/v31n144a02.pdf>

- Fontecha, J.; Bellanato, J., y Juárez, M. (1993). Infrared and Raman Spectroscopic Study of Casein in Cheese: Effects of Freezing and Frozen Storage. *Journal of Dairy Science*, 76, 3303-3309.
- Fung, L., Arroyo, O., Matossiasn, C. (2004). Elaboración Tecnificada de queso con Leche de cabra. IIIº Congreso Peruano de Producción Lechera, Perulactea 2004.
- Garibay, G. (2010). Bacterias ácido lácticas. [en línea]. Recuperado el 6 de mayo de 2023, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Yogurt>
- Gilbere, G., y Hom, D. A. (2006). The magic of goat milk. Retrieved 13 de marzo, 2014, from http://freedompressonline/FPO_featuredArticles_carpa.htm
- Giuseppina, C., Tony, F. V., Bijo, B., Fatmira, S., & Giuseppina, T. (2006). Detection of Mycobacterium tuberculosis complex in milk using polymerase chain reaction (PCR). *Food control*, 17(10), 776-780.
- González, M. (2002). Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt. República de Panamá.
- Gonzalo, R. (2003). Yogurt de leche de cabra. [en línea]. Recuperado, de <http://www.zonadiet.com/buscador/http://www.zonadiet.com/contacto.htm>.
- GreppI, G.F., Roncada, P. y Fortin, R. (2008). Protein components of goat's milk. En: CANNAS, PULINA Y FRANCESCONI. *Dairy Goats Feeding and Nutrition*. CABI, p. 71-94.
- Guamán, C., Proaño, M. (2012). "Incidencia de dos tipos de fermentos comerciales en la elaboración de yogurt tipo II, empleando leche de cabra Capra saanen". (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Guamán, C., Proaño, M. (2012). "Incidencia de dos tipos de fermentos comerciales en la elaboración de yogurt tipo II, empleando leche de cabra Capra saanen". (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Guzmán, V. (2000). Elaboración de productos con leche de cabra. Fundación para la Innovación Agraria Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile.
- Haenlein, G. (2004). Goat milk in human nutrition.
- Hentges, D., Teixeira, D., Alves, P., Cássia, R., Nunes, M., DiasTimm, C. (2010). Pathogenic microorganism survival in dulce de leche. *Food Control*, 21(1):1291-1293.
- Huang, K., & Wang, J. (2009). Designs of pulsed electric fields treatment chambers for liquid foods pasteurization process: A review. *Journal of Food Engineering*, 95(2), 227-239.
- Jay-Russell, M. T. (2010). Raw (unpasteurized) milk: are health-conscious consumers making an unhealthy choice? *Clinical infectious diseases*, 51(12), 1418-1419.
- Jenness, R. (1980). Composition and characteristics of goat milk. *Dairy Science*, 63(9), 1605-1630.
- Lácteos. (s.f.). Recuperado el 6 de febrero de 2017, Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos6/lacte/lacte.shtml>
- Larsen, H. (2005). Milk and the cancer connection. Retrieved 20 de marzo, 2014, from <http://www.notmilk.com/drlarsen.html>
- Lastre, R. (2015). Propuesta de indicadores de sostenibilidad de una mini-industria de queso fresco de cabra en Baraguá. Trabajo de grado. Licenciado en Ciencias Alimentarias. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba
- Leyva, I., Hernández, S. H., Rodríguez, R. D., Gutiérrez, R., Narváez, M., & Sánchez, A. (2019). Medical implications of goat milk and its value-added products. *Journal of food science*, 84(7), 1692-1702. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14666>

- López I., y Recio, I. (2013). Health-promoting compounds in goat milk. In *Goat Science* (pp. 93-117).
- Lucey, J. A. (2015). Raw milk consumption: risks and benefits. *Nutrition today*, 50(4), 189.
- Marques, A. (2016). El consumo de helado sigue creciendo. *Mercasa*: 2(142).
- Masters, K. (1991). *Spray drying Handbook* (Quinta edición ed.). London: Longman Scientific.
- McGhee, C.E.; Jones, J.O.; Park, Y.W. (2015). Evaluation of textural and sensory characteristics of three types of low-fat goat milk ice cream. *Small Ruminant Research* 123: 293-300.
- Mejía, O. B., Noguera, R. R., & Posada, S. L. (2011). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Colombia: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural ASOCABRA, Universidad de Antioquia.
- Mendez, S. (2011). Efecto de distintas proporciones de leche de cabra y leche de
- Mira, A. (2014). La pasteurización. Seguridad alimentaria. Disponible en: <http://www.monerris.com/contactenos>
- Mirzaei, H., Nadalian, M. G., Asadpour, L., & Darabi, M. (2018). Characteristics of goat milk and its importance in human nutrition. *Journal of Paramedical Sciences*, 9(3), 110-117. <https://doi.org/10.29252/jps.9.3.110>
- Molina, A., Sánchez-Martínez, A., García-Martínez, A., & Fernández-Salguero, J. (2021). Global goat production: current situation status and future outlook. *Animal Production Science*, 61(3), 223-233.
- Montero, J. R. (1978). Análisis de alimentos de leche y derivados.
- Mora, D. (2010). Estudio bioeconómico para el establecimiento de una explotación caprina en Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1):113-120.

- Muir, D., (1984). Reviews of the Progress of Dairy Science: Frozen Concentrated Milk. *Journad Dairy Research*, 51, 649-664.
- Murillo, L. (2008). Desarrollo y caracterización sensorial y físico-química de un dulce de leche sin grasa y sin azúcar elaborado a nivel de laboratorio. (Tesis de grado), Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- NC ISO 8156. (2006). *Leche en polvo y productos de leche en polvo—Determinación del índice de insolubilidad*. Ciudad de La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización.
- Núñez, R. L. (2003). Elaboración de queso maduro de leche de cabra. Retrieved 20 de febrero, 2014, from www.promer.cl
- Ohiokpehai O. 2003. Processed Food Products and Nutrient Composition of Goat Mil. *Pakistan Journal of Nutrition*: 2 (2). 68-7.
- Olivera-Castillo, L., Garzón-Jiménez, F., Guerrero-Legarreta, I., & Wagner-Rodríguez, L. (2021). Quality parameters of goat milk: a review. *Dairy Research*, 88(1), 1-9.
- Páez, R., & Maggio, A. (1997). Leche de cabra, historia y características.
- Paiva, K. M., Marinho, J.L., Alves, V., Mendes, E.M., Morais, N; Alves, JB. (2010). Efeito do enchimento a quente, ausência de “espaço de cabeça” e utilização de sorbato de potássio na estabilidade do doce de leite. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 4(4).
- Pandya A.J.and Ghodke K.M. (2007). Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research*: 68, 193–206.

- Park, Y. W., Haenlein, G. F. W., & Wendorff, W. L. (2017). Handbook of milk of non-bovine mammals. John Wiley & Sons.
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. (2011). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 24-31.
- Park, Y.W. Y Haenlein, G.F.W. (2010). Milk production. *Goat science and production*. 275-292.
- Pauletti, M., Calvo, C., Izquierdo, L., Costell, E. (1992). Color y textura del dulce de leche. Selección de métodos instrumentales para el control de calidad industrial. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(3):291-305.
- Pauletti, M., Castelao, E., Bernardi, M. (1996). Influencia de los sólidos solubles, de la acidez y del azúcar sobre el color del dulce de leche. *Food Science and Technology International*, 2:45-49.
- Pauletti, M., Castelao, E., Sabbag, N., Costa, S. (1995). Velocidad de las reacciones responsables del color de dulce de leche. *Food Science and Technology International* 1,137-140.
- Pauletti, M.S., Venier, A., Sabbag, N., Stechina, D. (1990). Rheological characterization of dulce de leche, a confectionary dairy product. *Journal of Dairy Science* ,73, 601-603.
- Pavlović H., Hardi J., Slaćanac V., Halt M. and Kocevski D. (2006). Inhibitory Effect of Goat and Cow Milk Fermented by *Bifidobacterium longum* on *Serratia marcescens* and *Campylobacter jejuni*. *Czech J. Food Sci*, 24, (4). 164–171.
- Pedersen, L. J., Andersen, H. J., & Poulsen, L. L. (2018). Animal welfare–concepts and research issues in dairy goat production. *Small Ruminant Research*, 160, 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.005>
- Perry, C. (Ed.). (1992). *Manual del ingeniero químico* (Tercera edición ed.): Mc Graw Hill.

- Perry, C. (Ed.). (1992). *Manual del ingeniero químico* (Tercera edición ed.): Mc Graw Hill.
- Pinho, O., Mendes, E., Alves, M.M., Ferreira, I. (2004). Chemical, physical, and sensorial characteristics of “Terrincho” Ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*, 87(2), 249-257.
- Pinho, O; Mendes, E; Alves, MM; Ferreira, IMPLVO. (2004). Chemical, physical, and sensorial characteristics of “Terrincho” Ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*, 87(2), 249-257.
- Priyanka, P., Nath, D., Mahajan, L., & Deka, B. C. (2018). A review on production of quality milk from goats. *Journal of Livestock Science*, 9(2), 69-80.
- Qin, B. L., Pothakamury, U. R., Barbosa-Cánovas, G. V., Swanson, B. G., y Peleg, M. (1996). Nonthermal pasteurization of liquid foods using high-intensity pulsed electric fields. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36(6), 603-627.
- Ramirez, J. J. (2015). Propuesta de desarrollo de diferentes sabores de queso de cabra.(Trabajo de grado), Universidad de Cuencas, Cuencas.
- Ramírez, M. O., Tárrega, A., Costell, E. y Vélez, J.F. (2014). Dessert models: Effect of calcium chloride on the rheological and sensory properties of pea protein/k-carrageenan systems. *European International Journal of Science and Technology*, 3(4), 69-86.
- Ramírez, M.O. (2009). Efecto de la Concentración de Distintos ingredientes en las Propiedades Fisicoquímicas, Reológicas y Sensoriales de Productos Lácteos y Lácteos Simulados. Tesis Doctoral. Cholula, Puebla. México: Universidad de las Américas Puebla.
- Ramírez., Á. C. (2013). Cualidades medicinales y nutricionales de la leche de cabra. Costa Rica.

- Roca, E. (2011). Determinación del mejor proceso de elaboración de dulce de leche a partir de la sustitución parcial o total de leche fresca por leche en polvo. (Tesis de grado), Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Rodden, D. (2004). Dairy goat composition" Cos. En: Aspectos nutricionales de la leche de cabra y sus variaciones en el proceso agroindustrial. Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Disponible en <http://redalyc.uamex.mx>.
- Rodríguez, V. (2006). Desarrollo de un proceso tecnológico para la obtención de un yogurt deslactosado de leche de cabra. (Tesis para la obtención del título de posgrado de magister en tecnología de los alimentos). Universidad Católica de Córdoba, Argentina.
- Ruiz, R. (2008). Elaboración y caracterización de tipos de queso de cabra. Tesis de maestría no publicada. Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas", Zacatecas, México .
- Salud Quesera. (2016). Como congelar leche fresca y otros lácteos para conservar sus beneficios. Disponible en <http://www.thehealthyhomeeconomist.com/freezing-milk-and-dairy-tips/>
- Sampedro, F., & Rodrigo, D. (2015). Pulsed electric fields (PEF) processing of milk and dairy products. *Emerging Dairy Processing Technologies, 1*, 115-148.
- Sánchez, C. (2005). Generalidades de los productos lácteos con énfasis en quesos.
- Sanz Sampelayo, M. R. (2007). Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk.
- Sarkar, D., Weldon, B., Shetty, N., & Rodríguez-Saona, L. (2019). Sensory evaluation of goat milk and cow milk: A preliminary study. *Dairy Science, 102*(5), 3804-3812.
- Sebastián. (2006). Fundamentos de la industria quesera.

Silva, E. R., Hernández, S., Herrera, R. G., Hernández, E., Cruz, E., Galán, F., Aquino, E., y Verdalet I. (2010). Productos no tradicionales de la leche de cabra: helados y yogurt. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. Recuperado de https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/PROD_UCTOSNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf

Solís, V. S. (2010). Caracterización de la producción artesanal de queso ranchero de la zona del centro del estado de México. Universidad Autónoma del estado de México.

Soliva-Fortuny, R., Balasa, A., Knorr, D., & Martín-Belloso, O. (2009). Effects of pulsed electric fields on bioactive compounds in foods: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 20(11-12), 544-556.

Stark B.A. (2006). Improving the quality of goat milk". Dairy Industries International. 1988.53. Disponible en <http://hera.ugr.es/tesisugr/1649779x.pdf>.

Suárez, V. (2010). Instituto de investigaciones para la industria alimenticia. Manual de tecnologías de quesos, Cuba.

Suárez, V. (2012). Curso de tecnologías de quesos. [Diapositiva]. La Habana, Cuba.

Swaisgood H.E. (1993). Symposium: genetic perspectives on milk proteins: comparative studies and nomenclature. Review and Update of casein chemistry. *Dairy Science*. 76:3054-3061.

Targino, R., Dos Anjos, M. M, Da Silva, M. R., Ferreira da Cruz A. V. y Clementino I. (2008). Ice cream made from cow and goat milk: chemical composition and melting characteristics. *Rev. Ciên. Agron., Fortaleza*: 39 (2). 251-256.

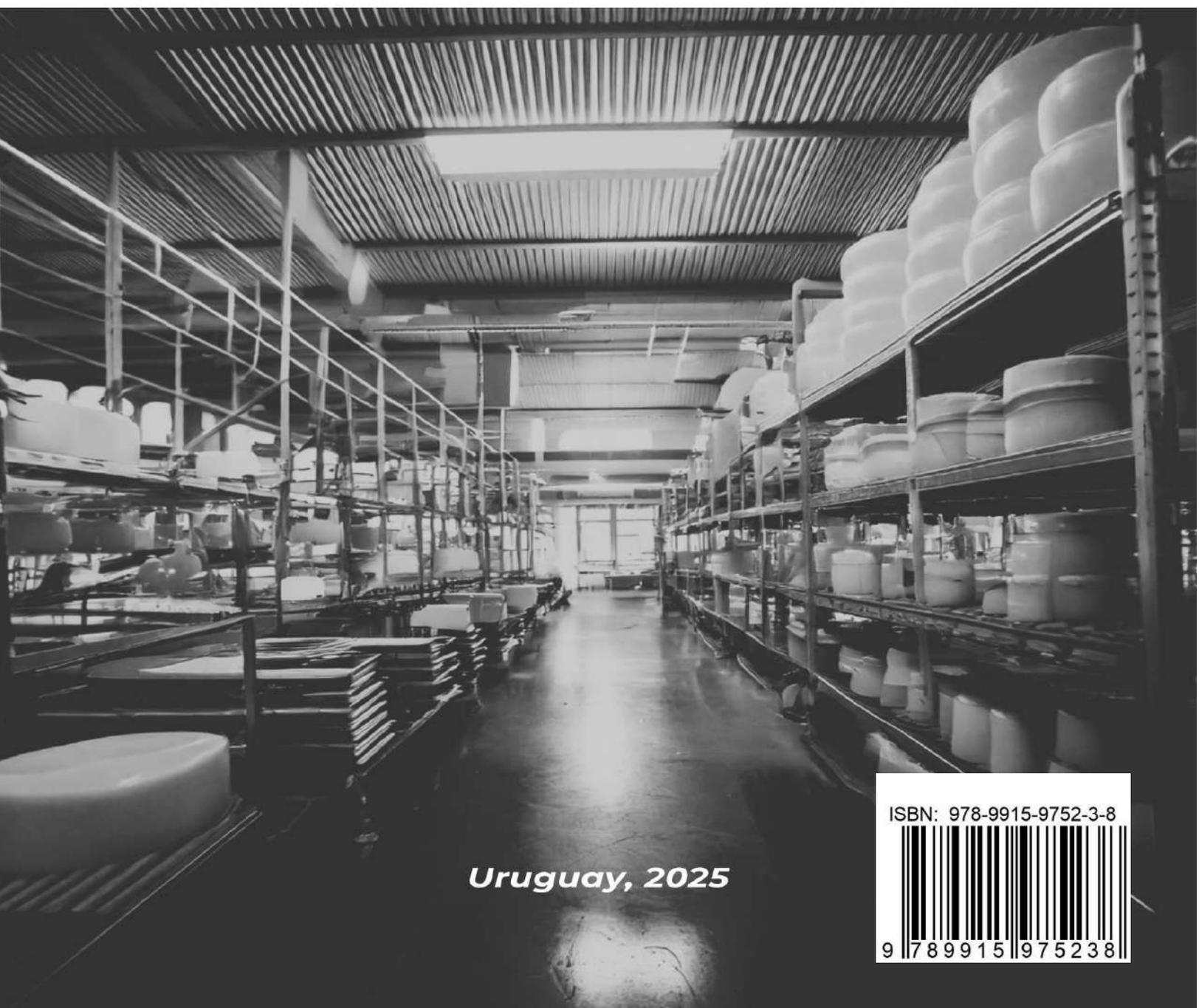
USDA. (2021). Dairy Data. Recuperado el 11 de junio de 2021, de <https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/dairy/dairy-data/>

- vaca sobre las características físicas y sensoriales de un dulce de leche. (Proyecto de graduación escuela de Tecnología de Alimentos). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Valencia, M. (2007). Desarrollo de un queso optimizado. Rendimiento. [en línea]. Recuperado de <http://info@mundolacteoycarnico.com>
- Vega y León S., Gutiérrez Tolentino R., Díaz González G., González López M.M., Ramírez Ayala A., Salas Morales J. H., Coronado Herrera M. y González, C. (2010). Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. <http://www.alfaeditores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Leche%20de%20cabra.htm>
- Vélez, J.F. (2017). Apuntes de Tecnología de Alimentos de Origen Animal (Lácteos). Cholula, Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla, Inéditos.
- Vera F. M. (2010). Innovation in Fermented milk Products. <http://www.alfaeditores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Innovacion.htm?phpMyAdmin=alJ69rg0MYWn18mTYfYRyPHZ2T4>
- Vilhena, P., Resende de Souza, M., Freire, C., y Ferreira, J. (2008). Características microbiológicas y físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-envase e ao congelamento. *Ciência Rural*, 38(5), 1424-1430.
- Villalobos, A. C. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 239-252.
- Werner, B. G., & Hotchkiss, J. H. (2006). Continuous flow nonthermal CO₂ processing: the lethal effects of subcritical and supercritical CO₂ on total microbial populations and bacterial spores in raw milk. *Journal of dairy science*, 89(3), 872-881.

- Westergaard, V. (2004). Tecnología de la Leche en Polvo. Evaporación y Secado por Atomización In N. A/S (Eds.) Available from www.niro.com
- Yanza, E. (2003). *Diseño de un secador por atomización a nivel piloto para jugo concentrado de tomate de arbol*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Yu, L. J., Ngadi, M., & Raghavan, G. S. V. (2009). Effect of temperature and pulsed electric field treatment on rennet coagulation properties of milk. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 115-118.
- Yuan, X., Huang, W., Liu, J., Chen, H., Zhong, T., & Jia, S. (2019). Physicochemical properties and antioxidant activity of goat milk powder prepared by spray drying after ultrafiltration. *Dairy Science*, 102(1), 201-210.
- Zavala, J. M. (2009). Cambios organolépticos y nutricionales producidos por los tratamientos térmicos durante el procesamiento de la leche. Disponible en www.produccion-animal.com.ar
- Zenz, F. (2001). *Cyclone design Tip*: Chemical Engineering.
- Zunino, A. (1998). Dulce de leche. Aspectos básicos para su adecuada elaboración. Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas, Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción. Buenos Aires, Argentina.

De esta edición de *“Procesos químicos y alimentarios aplicados a la leche de cabra: Derivados convencionales”*, se terminó de editar en la ciudad de Colonia del Sacramento en la República Oriental del Uruguay el 07 de enero de 2025

PROCESOS QUÍMICOS Y ALIMENTARIOS APLICADOS A LA LECHE DE CABRA: DERIVADOS CONVENCIONALES



Uruguay, 2025

ISBN: 978-9915-9752-3-8



9 789915 975238