

EDITORIAL
InvestiGO

INDUSTRIA LÁCTEA



AUTOR:

Enrique César Vayas Machado

La diversidad de productos en la industria láctea son un compromiso con la alimentación y la calidad.

ISBN: 978-9942-45-665-6

INDUSTRIA LÁCTEA

AUTOR:

Enrique César Vayas Machado

ISBN: 978-9942-45-665-6

EDITORIAL

InvestiGO
→

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

©Publicaciones Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
investigoeditorial@gmail.com
<https://editorialinvestigo.renderforestsites.com>
REPOSITORIO



Vayas, E. (2024)

INDUSTRIA LÁCTEA. EDITORIAL INVESTIGO.

© Enrique César Vayas Machado

ISBN: 978-9942-45-665-6

El copyright promueve la libertad de expresión, protege la diversidad de ideas y conocimiento, además apoya la libre expresión. Se prohíbe de manera rigurosa la producción o el almacenamiento de esta publicación, ya sea en su totalidad o en parte, está estrictamente prohibido por ley, incluyendo el diseño de la portada, así como su difusión a través de cualquiera de sus medios, ya sean electrónicos, mecánicos, ópticos, de grabación o incluso de fotocopia, sin permiso de los propietarios de los derechos de autor.

FILIACIÓN DEL AUTOR

Enrique César Vayas Machado

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Correo Electrónico: ecvmachado@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4560-2982>

EDITORIAL
InvestiGO


PRÓLOGO

La industria láctea es un sector de la producción que tiene como materia prima la leche procedente de animales (por regla general vacas), pudiéndose también utilizar la leche de otras especies como: Ovinos, Caprinos, Búfalos y Camélidos. Asimismo, su principal producto es la leche industrializada, sus procesos específicos el desnatado y la pasteurización, esta industria ha tenido un crecimiento en su demanda mundial y ha superado retos tecnológicos significativos, se caracterizan por la manipulación del producto perecedero como lo es la leche, la cual debe vigilarse y analizarse de manera correcta en todo su proceso de la cadena de frío hasta el consumidor final. Los sub-productos que genera esta industria se categorizan como lácteos e incluyen una amplia gama que van desde los productos fermentados, como leches fermentadas y los quesos maduros, hasta los no fermentados como: queso fresco, mantequilla, helados, crema, requesón, etc. La leche ha sido considerada como uno de los alimentos más básicos de la humanidad por muchos años. El consumo de leche aporta una serie de beneficios a la salud que, por su composición, son difíciles de suplir con otros alimentos. Según la Fundación Española de la Nutrición, una dieta con suficiente cantidad de lácteos proporciona hasta el 33% de las necesidades de proteínas diarias. Su alto contenido en calcio y vitamina D favorece el desarrollo y mantenimiento de los huesos, además, estos elementos también inciden en la buena salud de los dientes. El alto contenido en proteínas afecta positivamente al control del sobrepeso y la obesidad. Esto se debe a la sensación de saciedad y disminución del apetito que produce la leche. Asimismo, el consumo de leche con bajo contenido graso

contribuye a evitar la aparición de enfermedades cardiovasculares. Además, se ha detectado una menor incidencia de diabetes tipo 2 entre los consumidores habituales de productos lácteos.

Para el desarrollo del presente libro fue necesaria una exhaustiva revisión bibliográfica con la finalidad de presentar información detallada, coherente y veraz, misma que sea de ayuda para el investigador. Si bien es cierto el hablar de la industria láctea tiene un sinnúmero de temas, por esta se ha optado por seleccionar los que más relevancia han tenido según el criterio de los autores.

Con esta publicación, espero contribuir al desarrollo de la industria Láctea, con el deseo de lograr el mejoramiento de la calidad de producto. Agradezco a mis colegas por su interés y la colaboración prestada en la realización de este libro.

ÍNDICE GENERAL

PRÓLOGO	V
ÍNDICE GENERAL	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
UNIDAD 1	4
PRODUCCIÓN DE LECHE	4
1.1. Generalidades.....	4
1.2. Origen de la leche	7
1.3. Definiciones	10
1.4. Composición	11
1.5. Características esenciales.....	15
1.6. Propiedades físicas y químicas de los constituyentes	17
1.7. Propiedades físico químicas de la leche.....	18
1.7.1. Reacción química	18
1.7.2. Color o apariencia de la leche.....	19
1.7.3. Gravedad específica o densidad	19
1.7.4. Punto de congelación.....	20
1.7.5. Punto de ebullición	20
1.7.6. Conductividad eléctrica	20
1.7.7. Viscosidad	21
1.8. Tipos de ordeño.....	21
1.8.1. Ordeño manual	21

1.8.2. Ordeño mecánico.....	26
1.9. Enfriamiento de la leche en la granja.....	29
UNIDAD 2	34
MÉTODOS DE CONSERVACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	34
2.1. Generalidades.....	34
2.2. Métodos de conservación.....	34
2.3. Control de calidad	36
2.4. Pruebas de control de calidad	39
2.4.1. Pruebas físico químicas	39
2.4.2. Pruebas microbiológicas.....	44
2.4.3. Pruebas sensoriales	49
UNIDAD 3	51
MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE	51
3.1. Hitos de la historia de la microbiología	51
3.2. Definición	60
3.3. Clasificación de los microorganismos	63
3.3.1. Bacterias	63
3.3.2. Virus	66
3.3.3. Hongos.....	66
3.3.4. Parásitos.....	67
3.3.5. Microorganismos beneficiosos	68

3.3.6.	Microrganismos patógenos.....	68
3.4.	Microrganismos presentes en la leche cruda	68
3.5.	Fuentes de contaminación de la leche.....	71
3.6.	Deterioro de la leche por los microorganismos	73
UNIDAD 4	75
EQUIPAMIENTO Y ADITIVOS	75
4.1.	Equipos	75
4.1.1.	Generalidades	75
4.1.2.	Equipos usados en la industria láctea	77
4.1.3.	Limpieza de los equipos	96
4.2.	Aditivos.....	101
4.2.1.	Generalidades	101
4.2.2.	Clasificación de los aditivos	103
4.2.3.	Aditivos en la industria láctea	107
UNIDAD 5	110
LECHE PASTEURIZADA	110
5.1.	Origen de la pasteurización.....	110
5.2.	Tipos de pasteurización.....	113
5.3.	Proceso industrial de la leche pasteurizada.....	116
5.3.1.	Descripción del proceso.....	116
5.3.2.	Flujograma de procesos	118
5.4.	Leche pasteurizada normativa ecuatoriana	119

UNIDAD 6	123
PROCESAMIENTO DE QUESOS.....	123
6.1. Definición, clasificación y composición.....	123
6.1.1. Definición	123
6.1.2. Clasificación	124
6.1.3. Características.....	128
6.2. Proceso industrial del queso.....	129
6.2.1. Descripción del proceso.....	129
6.2.2. Flujograma.....	133
6.3. Fabricación de diversos tipos de quesos	134
6.4. Queso - normativa ecuatoriana	146
UNIDAD 7	149
PROCESAMIENTO DE LECHEs FERMENTADAS.....	149
7.1. Generalidades.....	149
7.2. Definición y clasificación de las leches fermentadas	151
7.3. Valor nutricional de las leches fermentadas	155
7.4. Beneficios de las leches fermentadas para la salud	156
7.5. Proceso de fabricación del yogur	159
7.5.1. Descripción del proceso.....	159
7.5.2. Flujograma.....	162
7.6. Leches fermentadas normativa ecuatoriana	163
UNIDAD 8	166

PROCESAMIENTO DE LECHEs CONCENTRADAS 166

8.1. Generalidades..... 166

8.2. Materia prima para la elaboración de leches concentradas. 168

8.3. Descripción del proceso de leche concentrada 168

8.4. Procesamiento de leche evaporada no azucarada 169

 8.4.1. Descripción del proceso..... 169

 8.4.2. Flujograma..... 171

8.5. Procesamiento de leche evaporada azucarada (condensada)
 172

 8.5.1. Descripción del proceso..... 172

 8.5.2. Flujograma..... 174

8.6. Leches concentradas normativa ecuatoriana..... 174

8.7. Procesamiento de la leche en polvo 177

 8.7.1. Descripción del proceso..... 177

 8.7.2. Flujograma..... 180

 8.7.3. Normativa 181

UNIDAD 9 183

**ELABORACIÓN DE CREMA, MANTEQUILLA Y REQUESÓN
..... 183**

9.1. Crema de leche..... 183

 9.1.1. Descripción del producto..... 183

 9.1.2. Descripción del proceso..... 183

9.1.3. Flujograma.....	185
9.2. Mantequilla	185
9.2.1. Descripción del producto.....	185
9.2.2. Descripción del proceso.....	186
9.2.3. Flujograma.....	188
9.3. Requesón.....	189
9.3.1. Descripción del producto.....	189
9.3.2. Descripción del proceso.....	189
9.3.3. Flujograma.....	191
CONCLUSIONES	192
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS.....	152

INTRODUCCIÓN

En la antigüedad cuando el ser humano dejó de ser nómada y se convirtió en sedentario es decir se asentó en un solo lugar, debía buscar su propio alimento es así como se origina la domesticación de los animales, entre ellos la vaca. Por consiguiente, la producción láctea se remonta desde aquellas épocas, y según los relatos históricos, se usaba como una fuente para la alimentación, así como para la belleza.

La leche es una sustancia que contiene diversos nutrientes que son beneficiosos para quien lo consume, con el avanzar del tiempo el ser humano empezó a utilizar la leche como materia prima para la elaboración de otros productos como el queso, yogurt, mantequilla, entre otros, estos productos eran destinados para el consumo familiar y se comercializaban convirtiéndose así en una fuente de ingresos económicos para las familias.

Los productores de leche deben ser cuidadosos antes, durante y después del proceso de ordeño, las instalaciones y los equipos deben estar correctamente esterilizados e higienizados para evitar posibles contaminaciones que afecten a la calidad de la leche.

En el presente libro se ha procedido a dar a conocer información relevante de la industria láctea, buscando que sea de ayuda e interés para los lectores; quienes tendrán la posibilidad de encontrar la mayoría de información resumida en un solo texto. La investigación juega un papel importante en la vida educativa y laboral, es por esta razón que se ha visto necesaria la realización de este manuscrito. Básicamente el texto

se encuentra dividido en las siguientes unidades:

La unidad 1 habla acerca de las generalidades de la producción láctea, origen, composición y características de la leche, tipos de ordeño y sobre el enfriamiento en la granja.

La unidad 2 trata sobre los métodos de conservación y el control de calidad detallando los mismos y su uso en la industria láctea.

La unidad 3 aborda temas sobre la microbiología de la leche, clasificación de los microorganismos, fuentes de contaminación, microorganismos presentes en la leche y el deterioro de la leche por la presencia de los mismos.

La unidad 4 habla sobre los equipamientos y aditivos; detallando y explicando cada uno de estos grupos.

La unidad 5 hace referencia a la leche pasteurizada hablando acerca de su origen, tipos, proceso industrial, envasado y conservación.

La unidad 6 trata sobre el procesamiento del queso, en dónde se definen los parámetros para su elaboración así también se ha considerado detallar lo que menciona la normativa vigente en el país.

La unidad 7 desarrolla la temática relacionada con el procesamiento de las leches fermentadas, valor nutricional y beneficios para la salud, así como el proceso de producción del yogurt.

La unidad 8 se refiere al procesamiento de las leches concentradas, detallando cada etapa y la normalización reglamentada.

La unidad 9 aborda la elaboración de crema, mantequilla y requesón, detallando su proceso de producción y sus respectivos flujogramas.

Finalmente se expone la bibliografía y los anexos correspondientes.

UNIDAD 1

PRODUCCIÓN DE LECHE

1.1. Generalidades

Basándose en la información emitida por la FAO (2022) aproximadamente 150 millones de familias a nivel mundial se dedican a la producción de leche; generalmente son los agricultores y ganaderos quienes se dedican a esta actividad constituyéndose así en una fuente de ingresos rápida e importante para los hogares que se dedican a esta actividad. En los últimos 30 años se ha visualizado un incremento de la producción lechera mundial de aquellos países que se encuentran en desarrollo; dicho crecimiento principalmente se debe a que los animales están destinados a la producción y no a la productividad por cabeza. Un limitante en la producción láctea en los países en desarrollo se resume en la mala calidad de los forrajes, enfermedades, acceso restringido de mercados y servicio, potencial genético bajo de los animales lecheros, entre otros.

El sector lácteo en el Ecuador

Al hablar de la producción de leche en el Ecuador de acuerdo al informe emitido por la Corporación Financiera Nacional (CFN) en la Ficha sectorial de la leche y sus derivados en el año 2023, se determinaron los siguientes datos de interés:

- Existen 181 empresas dentro del sector lácteo, el 56% de las mismas se localizan en las provincias de Guayas y Pichincha.
- Pichincha es la provincia que lidera la producción de leche a

nivel nacional con el 18% del total, seguida de Azuay con el 14%, Manabí y Cotopaxi con el 11% y el 47% se divide en el resto de las provincias.

- El 73% de la producción de leche se concentra en las provincias que pertenecen a la región Sierra, el 19% para las provincias de la Costa y el 8% para las provincias del Oriente.
- El 80% de los productores se localizan en granjas pequeñas y el 20% son grandes o medianas; un dato importante de recalcar es que únicamente el 4% de productores cuenta con la tecnología necesaria reportando mayores niveles de productividad.
- El 75% de la leche se destina para la venta en estado líquido, el 16% es procesada en los terrenos, el 7% es para consumo en los mismos terrenos, el 1,80% es alimentación a balde, el 0,1% se destina para otros fines y el 0,1% se desperdicia.
- Aproximadamente se calcula que la producción de leche cruda en Ecuador es de 6,15 millones al día y esta actividad es la mayor fuente de ingresos para 1,2 millones de personas.
- Existe un total de 4,1 millones de bovinos, el 57% se destina para la producción de la leche y generalmente se encuentra desarrollada con más frecuencia en los valles del callejón andino; y el 43% es destinado para la producción de carne generalmente se encuentra en las zonas subtropicales de la costa y el oriente.

- Existió un decrecimiento de los créditos destinados a la producción de leche, mientras que se visualizó un ligero incremento para la industrialización de la materia prima (leche) con una alta participación de la banca privada (Corporación Financiera Nacional , 2023).

De acuerdo con la información presentada se llega a la conclusión de que la producción láctea es sin duda una de las mayores fuentes de ingresos para las familias que se dedican a esta actividad tanto a nivel nacional como internacional. El sector ganadero ha ido creciendo en los últimos años por ende la producción láctea es mayor, de la misma manera las empresas que se dedican a la elaboración de productos lácteos se acrecientan cada vez, lo cual genera fuentes de empleo para la población y dinamiza la economía; con lo mencionado se concluye que la producción lechera ayuda al desarrollo local.

Para recordar:

- En los últimos 30 años la producción lechera se ha incrementado en más del 59%; en el año 1988 la producción fue de 530 millones comparada a los 843 millones en el 2018.
- India se ha considerado como el mayor productor de leche con el 22% de la producción total, le sigue Estados Unidos, China, Pakistán y Brasil.
- El incremento de la producción de leche desde el año 1970 se registra en su mayoría en Asia meridional.
- África es uno de los países donde la producción lechera crece

con lentitud debido a la pobreza y las condiciones climáticas.

- Nueva Zelanda, Estados Unidos, Alemania, Francia, Australia e Irlanda se consideran como los países que poseen mayores excedentes de leche; mientras que aquellos con mayor déficit son Italia, Federación de Rusia, México, Argelia e Indonesia.

1.2. Origen de la leche

Hace 10.000 años a.C. los primitivos al dejar de ser nómadas necesitaban asentarse en un solo lugar de manera que comenzaron a trabajar las tierras y a la domesticación de algunos animales para proveerse de alimentos, es así como se originaron los primeros rebaños de cabras y ovejas que fueron destinados para el ordeño, inicialmente el objetivo era mantener a las crías y reservar el sobrante de leche para el consumo humano; a partir de este momento la leche se incorporó en muchas culturas como un alimento para el ser humano.

Y es así que en diferentes partes del mundo el hombre consolidó una relación con los mamíferos para la obtención de leche, por ejemplo, en medio oriente esta relación fue con las cabras y ovejas, en la región ártica y Alaska fue el reno; en Asia Central el yak; en Arabia Saudita y el desierto de Sahara los camellos; y en Europa y Asia las vacas. En la región de UR en medio oriente se puede visualizar en los bajorrelieves el ordeño de vacas y elaboración de subproductos, imágenes que datan del 3.500 a.C. (Centro de la Industria Láctea del Ecuador, 2015).

La cultura de los pueblos también está presente en el origen de la leche y es así que por ejemplo en la mitología greco-romana aparece la

leyenda del amamantamiento de Hércules por la diosa Hera; en la Biblia se hace referencia a la tierra prometida como un sitio en donde se “emana leche y miel”; también tenemos el mito romano de Rómulo y Remo, los egipcios veneraban a la diosa Isis con leche, entre otros. Hipócrates utilizó la leche como medicina, también se reconoció el uso cosmético por parte de Cleopatra y Popea quienes usaban la leche de burra para sus baños de belleza y para mantener su piel joven.

Conforme los pueblos cada vez se hacían más sedentarios, los alimentos y la leche debían conservarse para su consumo e iniciaron con el desarrollo de procesos que trataban de alargar la vida útil de los mismos para lo cual elaboraban subproductos como el queso; sin embargo la conservación de la leche fresca era complicado; y no fue hasta que Louis Pasteur descubrió la pasteurización que se tuvo un proceso que ayudaba a conservar por más tiempo y sin arriesgar la salud de los pobladores.

Llegada del primer ganado a América y Ecuador

Cristóbal Colón en su segundo viaje a América trae consigo varios animales domésticos incluidas las primeras vacas y cabras y por consiguiente la producción de leche.

Para los antepasados ecuatorianos de la Sierra la proteína animal era casi nula, ya que en ese entonces solo existían 3 animales domesticados: el cuy, la llama y en algunas zonas costeras el pato machacón; su alimentación consistía en la caza de venados, cervicabras, conejos, tórtolas y pavas de monte; recogían gusanos (cuzos) y catzos (escarabajos) conociendo los valores nutricionales de este producto los antepasados ecuatorianos, mientras que en las Costa al ser una zona

pesquera existía abundancia de proteína animal.

Como se ha mencionado en el país no existían muchos animales domesticados por lo que su dieta se basaba en la gran cantidad de vegetales que se producían (Centro de la Industria Láctea del Ecuador, 2015).

Luego de la conquista española, Sebastián de Benalcázar llega a la ciudad de Quito siendo esta la segunda del Imperio Inca; ambicionando el tesoro de El Dorado, pero al llegar se da cuenta de la riqueza propia del país: como el clima, la fertilidad de las tierras, numerosos habitantes, lluvias, entre otros elementos.

Según varios historiadores Benalcázar era un ganadero importante de Nicaragua lugar de donde provienen los primeros animales vacuno que llegan hasta Guayaquil, algunos se quedaron cerca del puerto y otros avanzaron hasta Quito; los animales debieron adaptarse a las condiciones climáticas tanto de la Sierra como de la Costa; desde la época colonial ya se hablaba del ganado, la leche y los quesos.

Cuenta la historia que existieron espacios de pastizales comunales que se denominaban los Ejidos cuyo nombre se mantiene hasta la actualidad (Parque El Ejido), esto se debía a que los nativos se adaptaron al ganado y a sus productos; es importante recalcar que en aquella época los pobladores no tenían propiedades ya que todo le pertenecía al rey.

La leche de origen animal fue un producto novedoso y las mujeres ecuatorianas asumieron que al igual que la leche materna la leche animal tendría múltiples beneficios por lo que comenzaron a venderla

obteniendo así ingresos para sus familias. En 1544 se expide una ordenanza para la venta libre de quesos y el consumo de este producto fue muy alto; aprendieron además que la vaca proveía carne, leche, cuero, sebo, y también tenían crías. Salvador (2011) en su libro “Breve historia contemporánea del Ecuador” afirma que fue el Fray Jodoco Rique quien enseñó a los pobladores a usar a los bueyes para arar las tierras.

Brevemente se ha relatado el origen de la producción láctea, como se ha visto en los párrafos anteriores nace en la antigüedad, cuando los primitivos comenzaron a ser sedentarios, posteriormente los conocimientos sobre la ganadería y el ordeño fueron transmitiéndose de generación en generación; y de alguna manera se llegó a industrializar la leche y se convirtieron en otros productos como queso, mantequilla, nata, entre otros; sirviendo, así como alimentos para los habitantes de aquella época.

Esta actividad incluso en la actualidad es esencial para las familias ya que para muchas de ellas es una fuente de ingresos importante.

1.3. Definiciones

Se presenta a continuación algunas definiciones de la leche:

- El Codex Alimentarius define la leche como una secreción mamaria de los animales que se obtiene a través del ordeño destinada al consumo de forma líquida o usada como materia prima (González, 2018)
- De acuerdo a lo mencionado con el INEN la leche es un

“producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo” (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

- Secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos que sirve como alimento para sus crías (Cámara Nacional de Industriales de la leche, 2011).
- De acuerdo con lo establecido por el Código Alimentario Español la leche es aquel producto íntegro proveniente del ordeño de las mamíferas sanas y alimentadas adecuadamente, producto que no ha sido adulterado y que no posee calostros (López & Barriga, 2016).

1.4. Composición

La leche en la actualidad se constituye como un alimento básico para el ser humano en cada etapa de su vida y ha estado presente en la humanidad desde hace aproximadamente desde hace varios siglos.

La leche es rica en nutrientes y con un gran aporte energético, así también posee hidratos de carbono, grasa, vitaminas liposolubles, complejo B y minerales como el calcio y el fósforo; por todo lo mencionado se aconseja que la leche sea un alimento que de ser posible se consuma diariamente.

Tabla 1. Composición básica de los nutrientes de la leche según su tipo.

Componentes %	Tipo de leche		
	Vaca	Cabra	Oveja
Agua	87,5	87,9	80,1
Proteínas	3,2	3,4	6,2
Grasas	3,6	3,8	7,9
Hidratos de carbono	4,7	4,1	4,9
Caseína	2,6	2,4	4,2
Albúmina, globulina	0,6	0,6	1,0
Cenizas	0,7	0,8	0,9

Nota: en la Tabla 1 se muestra una comparación de los principales componentes de la leche de tres animales: vaca, cabra y oveja; información obtenida a partir de la investigación de (López & Barriga, 2016).

Al comparar la leche de los tres animales representados en la Tabla 1 se concluye en que tanto los hidratos de carbono como los minerales tienen un porcentaje muy parecido en los tres tipos; contrariamente se visualiza que la leche de oveja contiene el doble de grasas y proteínas que la de los otros dos tipos.

- El agua se constituye en el principal nutriente cuantitativo ya que su contribución con la leche de vaca varía entre el 80 y 90%. La cantidad de agua en la leche se regula por la lactosa y las respectivas fluctuaciones del contenido de grasa durante el ciclo de lactación.
- Las proteínas que contienen la leche, es sin duda el componente más importante desde el criterio nutricional, y no son más que macromoléculas que se conforman por unidades de aminoácidos los cuales se componen principalmente de: carbono (C) hidrogeno (H), oxígeno (O), azufre (S), fósforo (P) y hierro (Fe).

Hay dos grupos de proteínas diferenciados con claridad: las caseínas y las proteínas séricas.

- Las caseínas son las proteínas coagulables lo cual ayuda al proceso de cuajada en la elaboración de los quesos; existen cuatro tipos alfa, beta, kappa y gamma siendo la caseína κ la de mayor importancia por su relevancia en la coagulación debido a la estabilización de las otras caseínas ya que a mayor cantidad de caseína κ el tamaño de la micela es más bajo.
- Las proteínas séricas son conocidas también como proteínas del suero o solubles y se conforman por α -lactoalbúminas, β -lactoglobulinas, seroalbúminas e inmunoglobulinas y representa el 20% del total de proteínas en la leche mientras que el 80% es de caseínas.
- La grasa en la leche se observa como pequeños glóbulos de diferentes tamaños que se encuentran dispersos y están recubiertos por una membrana que protege su degradación y dentro de las cuales se encuentran los triglicéridos, para mayor comprensión visualícese la Figura 1. La materia grasa se encuentra compuesta por triglicéridos (98%), fosfolípidos (1%) y sustancias insaponificables (1%), La membrana puede alterarse con facilidad provocando olores desagradables y sabores inusuales. La cantidad de materia grasa varía en función de la alimentación, estación del año, estado de lactación, número de partos, raza, entre otros.

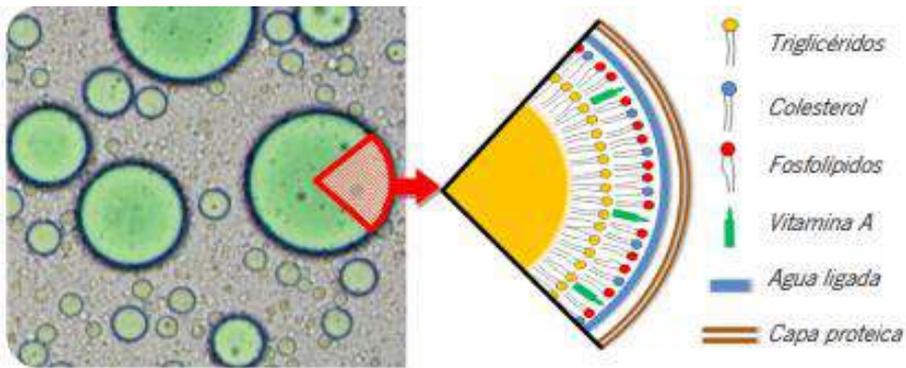


Figura 1. Materia grasa en la leche.

Nota: en la Figura 1 se visualiza los glóbulos de grasa en la leche de vaca vistas a través de un microscopio, imagen referencial tomada de (López & Barriga, 2016).

- Dentro de los hidratos de carbono se encuentra la lactosa, es un disacárido que se forma por la unión de la galactosa y la glucosa; la lactosa presenta un sabor dulce pero seis veces menor que la sacarosa. Básicamente la lactosa es un azúcar que puede ser fermentado con otros microorganismos originando por ejemplo el ácido láctico, gas carbónico, el diacetilo, entre otros.
- Al hablar de los minerales que posee la leche, se diferencian dos grupos los macro elementos (cloruros, fosfatos, citratos de potasio, calcio, sodio, magnesio) y oligoelementos (aluminio, zinc, manganeso, hierro, cobre).
- Las enzimas operan como fermentos, algunas están presentes en el ordeño y otras después de la producción, la actividad de las enzimas depende del pH y la temperatura; y pueden constituirse en factores de degradación y llegando a provocar modificaciones a nivel tecnológico y organoléptico; así también pueden ser indicadores de los tratamientos térmicos de la calidad de la leche

y finalmente algunas enzimas pueden ser antibacterianas.

- La leche contiene ciertas vitaminas de beneficio para el ser humano por su aporte nutritivo y es así que se encuentran vitaminas liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (B1, B2, B6, B12 y C).

1.5. Características esenciales

Dentro de las características esenciales de la leche se encuentran las detalladas a continuación:

Complejidad

La leche es un líquido cuya composición es compleja, la función natural se resume en ser un alimento exclusivo de los mamíferos. Se relaciona con las moléculas complejas que se encuentran en equilibrio químico como ejemplo se tiene el fosfocaseínato de calcio o el sistema del glóbulo graso.

Heterogeneidad

La leche es una emulsión que se compone de varios elementos, este líquido es una suspensión de materias proteicas en un suero que se constituye por una solución neutra que contiene lactosa y sales minerales. En la leche existen principalmente 4 componentes:

- Lípidos
- Proteínas
- Glúcidos

- Sales

Así también se encuentran presentes otros componentes como lecitinas, vitaminas, enzimas, nucleótidos, gases disueltos, entre otros.

Variabilidad de la composición

Desde un criterio composicional no se puede hablar de una leche sino de varias, debido a las diferencias naturales entre las especies, los factores influyentes en la variabilidad son de tipo ambiental (alimentación, época del año, temperatura), fisiológico (ciclo de lactancia, enfermedades, hábitos de ordeño) y genéticos (raza, características individuales y la selección genética).

La grasa es el componente que mayor variabilidad tiene y puede observarse en animales de la misma raza con alimentación diferente, en este caso influye la concentración de la fibra en la dieta del animal y es así que mientras mayor volumen de fibra mayor valor de grasa (De los Reyes, Baldomero, & Coca, 2010).

Alterabilidad

Debido a la composición de la leche, ésta es un medio adecuado para que se desarrollen microorganismos provocando cambios en sus componentes. Puede mencionarse que los riesgos a los que se somete la leche durante el ordeño hasta el consumo humano, son los siguientes:

- Contaminación y multiplicación de microorganismos.
- Contaminación específica de patógenos.
- Alteración fisicoquímica de los componentes.

- Absorción de olores extraños.
- Generación de malos sabores.
- Contaminación de sustancias químicas o partículas de suciedad (Magariños, 2001).

Las principales fuentes de contaminación de la leche se resumen en:

- El animal a través de las glándulas mamarias, piel, heces.
- El establo debido a la presencia de moscas, paja suelo, forraje.
- Utensilios como los equipos de ordeño baldes, tarros, filtros, enfriadores.

1.6. Propiedades físicas y químicas de los constituyentes

- **Grasa**

Se compone de triglicéridos que contienen más de 17 ácidos grasos y sustancias asociadas como las vitaminas A, D, E y K, así también fosfolípidos como la cefalina y lecitina.

- **Proteínas**

La leche se conforma por tres grupos de proteína, el 3% corresponde a la caseína, el 0,5% de lactoalbúmina y la lactoglobulina en un 0,05%; dentro de las cuales se hallan aproximadamente los veinte aminoácidos más esenciales. En el caso de la caseína se compone por: κ -caseína, la β -caseína y la α -caseína.

- **Lactosa**

Es el componente más abundante entre los sólidos de la leche, es un

disacárido que se compone de glucosa y galactosa.

- **Minerales**

En la leche los minerales son determinados en sus cenizas, dentro de los cuales se encuentran: el calcio, fósforo, sodio, potasio y otros. En menores cantidades existe la presencia de hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc.

- **Vitaminas**

Al hablar de las vitaminas presentes en la leche, adicional a las liposolubles (A, D, E y K) se encuentra complejo B y vitamina C.

- **Enzimas**

Las más conocidas son: la fosfatasa, lipasa, catalasa, galactasa y reductasa.

1.7. Propiedades físico químicas de la leche

1.7.1. Reacción química

El pH es una medida que ayuda a determinar los niveles de acidez o alcalinidad de una sustancia y es de vital importancia en el procesamiento de productos lácteos. Según López y Barriga (2016), estos valores deben encontrarse en el siguiente rango:

- Leche de vaca: 6,65 a 6,71
- Leche de cabra; 6,50 a 6,80
- Leche de oveja 6,51 a 6,85

Existen varios factores que pueden ser los causantes de una alteración en los niveles de pH como por ejemplo:

- Si el pH baja de manera anormal puede ser provocado por una contaminación microbiológica, debido a la transformación de la lactosa en ácido láctico.
- El pH del calostro es más bajo que el de la leche debido al alto contenido de proteínas; el estado de lactancia también puede constituirse como un factor que modifica el pH.

Cuando existen casos de leche con mastitis el pH es de 6,9 a 7,5 debido al incremento de porosidad de las membranas de las glándulas mamarias lo cual origina que exista mayor concentración de iones Na y Cl y una disminución de la lactosa y de P inorgánico soluble.

1.7.2. Color o apariencia de la leche

La leche tiene un color parecido al blanco siempre y cuando su espesor sea el suficiente, esto se debe a la caseína ya que forman estructuras que ayudan a la dispersión de la luz lo cual origina el aspecto característico de esta sustancia; sus principales pigmentos son el caroteno y la riboflavina. Si la leche está en mal estado se tornará de un color grisáceo, así también puede tomar un color rosáceo debido a la presencia de sangre y otros colores por la existencia de microorganismos que han contaminado la leche.

1.7.3. Gravedad específica o densidad

Para determinar la densidad de la leche se deben considerar aspectos

como: la temperatura, contenido graso, concentración de sólidos disueltos y en suspensión. Los valores generalmente de la densidad de la leche de vaca están entre 1,0231 y 1,0398; la leche de cabra está en 1,0290 y 1,0390 y finalmente la leche de oveja se encuentra entre 1,0347 y 1,0384 (López & Barriga, 2016).

1.7.4. Punto de congelación

Básicamente se relaciona con la temperatura en la que una sustancia pasa a estado sólido; la leche llega a congelarse al estar por debajo de los 0 °C. Según la investigación efectuada por (López & Barriga, 2016), dentro de los valores para el punto de congelación de la leche ya sea de vaca o cabra debe ser de -0,53 y -0,57 °C mientras que para la leche de oveja debe ser entre -0,57 y -0,58 °C.

1.7.5. Punto de ebullición

La ebullición contrariamente al punto de congelación es cuando la sustancia pasa de estado líquido a gaseoso, para lo cual se requiere una temperatura más alta que la del agua, por ende el punto de ebullición es de 100,17 °C a nivel del mar.

1.7.6. Conductividad eléctrica

Hace referencia a la presencia de iones como cloruros, fosfatos o calcio y el sodio en menores cantidades cada uno de estos elementos sin duda son de relevancia al momento de realizar la evaluación de la calidad nutricional de un producto como la leche. Por medio de la conductividad se puede evaluar las proporciones de dilución de la leche y también procesos como producción, estandarización, pasteurización e incluso el

envasado.

1.7.7. Viscosidad

La viscosidad es la resistencia que tiene la leche para fluir, la leche es más viscosa que el agua esto es por la materia grasa y las macromoléculas proteicas que se encuentran en esta sustancia. “La viscosidad de la leche es la responsable de la resistencia a la subida de los glóbulos grasos para formar la nata” (López & Barriga, 2016).

La viscosidad decrece cuando se incrementa la temperatura hasta llegar a los 70 °C, al superar este nivel la viscosidad aumentará; el pH también influye ya que con valores <6 la viscosidad va a crecer.

1.8. Tipos de ordeño

El ordeño es el proceso a través del cual se logra extraer la leche de las vacas, estimulando adecuadamente las glándulas mamarias. Existen dos tipos de ordeño el manual y el mecánico; a continuación se procede a explicar de manera más detallada cada uno de ellos:

1.8.1. Ordeño manual



Figura 2. Ordeño manual.

El ordeño manual es la acción a través de la cual se obtiene la leche por medio de la compresión manual realizado por el ser humano es decir no se requiere de ningún tipo de máquina. La Organización de las Naciones

Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016) en su manual de buenas prácticas de ordeño considera importante que se siga el procedimiento más adecuado e higiénico para garantizar que la leche cumple con las normas de calidad.

Pre ordeño

- **Limpieza del lugar de ordeño:** el piso y las paredes deben ser limpiadas todos los días antes de proceder al ordeño de manera que se retiren aquellos residuos que pueden ser contaminantes como estiércol, tierras, restos de alimentos entre otros.
- **Arreado del animal:** se debe arrear con buen trato a la vaca de manera que se genere un ambiente templado antes de proceder al ordeño.
- **Horario:** se recomienda que el ordeño sea a una hora fija, dependiendo de las vacas el ordeño puede incluso ser dos veces en el día.
- **Atado del animal:** se logra inmovilizar a la vaca con una soga que debe sujetar las piernas y la cola del animal, esto genera mayor seguridad para la persona que va a ordeñar evitando algún tipo de contratiempo.
- **Higiene del ordeñador:** la persona encargada del ordeño debe prepararse a través del lavado correcto de las manos y los brazos eliminando cualquier tipo de suciedad que pudiese contaminar la leche.

- **Preparación de los utensilios del ordeño:** se requieren baldes plásticos tanto para tener el agua requerida para el lavado de los pezones así como para la recolección de la leche; los menesteres a utilizar deben estar previamente lavados antes del ordeño para evitar cualquier contaminante.

Ordeño

Para asegurarse que la leche será de calidad se recomienda seguir con el siguiente protocolo:

- **Vestimenta:** el personal que va a ordeñar debe vestir ropa de trabajo que incluya gorra y mandil de preferencia que sean de color blanco para visualizar la limpieza a simple vista; dichas prendas deben ser usadas solamente cuando se realiza el proceso de ordeño.
- **Limpieza de los pezones:** el lavado debe realizarse cada vez que la vaca será ordeñada, si hay presencia de la cría el lavado debe ser realizado después del estímulo a la vaca retirando así la saliva del ternero que queda en los pezones. El agua a utilizar debe ser limpia y estar a una temperatura tibia, no se aconseja lavar la ubre ya que esto puede ser un factor contaminante debido a que será difícil secarla completamente provocando que caiga agua al balde ordeño o a las manos de las personas.
- **Secado de los pezones:** se debe usar una toalla para el secado, debe ser pasado mínimo dos veces por cada pezón para asegurarse que se ha secado completamente.

- **Ordeño:** se debe apretar con delicadeza el pezón del animal con todos los dedos debe ser continuo; el tiempo de ordeño varía pero generalmente toma un aproximado de entre 5 a 7 minutos; ya que al superar este tiempo se provocaría una retención natural de la leche y existiría el riesgo de que aparezca la mastitis (inflamación de la glándula mamaria).
- **Sellado de pezones:** finalizado el ordeño y si fue realizado sin el ternero se debe proceder a sellar el pezón para lo cual se debe introducir los pezones en un recipiente con una solución desinfectante a base de tintura de yodo comercial, dicha solución debe ser preparada con dos partes de agua y una de yodo comercial. En caso de que se usó a la cría no es necesario realizar el sellado ya que al momento en que el ternero mama la teta de la vaca automáticamente se sella el pezón con su saliva.
- **Desatado de la vaca:** para terminar el proceso de ordeño, se procede a desamarrar las patas y cola del animal, en caso de existir una cría se le permite que mame el resto de leche existente.

Post ordeño

Se recomienda:

- **Filtrar la leche:** para garantizar que la leche está libre de impurezas se debe colar la leche en los baldes, para ello se puede usar mantas de telas gruesas.

- **Lavar los utensilios:** finalizado el ordeño se debe lavar los utensilios utilizados (baldes, recipientes y mantas); debe higienizarse con extremo cuidado y supervisión para evitar que queden rastros de leche.
- **Limpieza del lugar de ordeño:** se debe proceder a baldear diariamente el lugar del ordeño limpiando los pisos y paredes para retirar los residuos contaminantes; adicionalmente se recomienda que cada 15 días se desinfecte utilizando lechada de cal.
- **Destino del estiércol:** tanto el estiércol como la orina deben ser destinados al compostaje de materia orgánica, se deja por aproximadamente 3 meses de manera que se llegue a descomponer y se obtendrá abono orgánico que puede ser utilizado en los cultivos.
- **Traslado y almacenamiento:** la leche debe mantenerse en recipientes debidamente cerrados y bajo sombra, puede colocarse también dentro de agua fresca o en el refrigerador, hasta que sea recolectada o trasladada para su comercialización. Si la leche es para consumo familiar debe hervirse para eliminar los microorganismos que podrían provocar alguna enfermedad.
- **Registros de producción:** es un registro para llevar un control adecuado de la producción de cada vaca así como de los gastos por alimentación; lo cual ayudará de determinar los réditos económicos que se está obteniendo.

1.8.2. Ordeño mecánico

El ordeño mecánico consiste en sacar la leche de las vacas con la ayuda de una máquina que tiene la función de imitar la lactada natural del ternero. Gracias a la innovación ecológica en la actualidad se cuenta con máquinas que ayudan y facilitan el proceso de ordeño.



Figura 3. Ordeño mecánico.

El proceso para el ordeño mecánico es similar al del ordeño manual; son varios los elementos que se deben considerar en el pre ordeño, ordeño y post ordeños; sobre todo para garantizar la calidad e inocuidad de la leche.

Para diseñar una rutina de ordeño se debe considerar el tamaño del hato, el tipo de instalaciones, número de empleados tiempo requerido para el ordeño y la disponibilidad de los equipos necesarios; buscando siempre que exista una secuencia que permita tener mayor eficiencia en el proceso de ordeño ayudando de esta manera a mejorar la calidad de la leche y controlar la mastitis.

Se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- **Ingreso a la sala de ordeño:** los animales responden de manera instintiva a aquellos procesos que son repetitivos, por ende este es el primer paso para estimular la bajada de la leche evitando

situaciones de estrés; ya que esto inhibirá la bajada de la leche del animal. Se recomienda empezar el ordeño de las vacas recién paridas, continuando con las adultas y finalmente con aquellas que se encuentren en algún tipo de tratamiento ya que esta leche no será enviada a la planta de procesamiento.

- **Presellado:** debe sumergirse el pezón en un producto desinfectante el cual debe estar previamente por las autoridades pertinentes dependiendo del país; el realizar la acción de presellado se reduciría el riesgo de contraer mastitis. Se debe cubrir entre un 75 y 90% de preferencia un 100% la superficie del pezón en la solución por aproximadamente 30 segundos antes de ser eliminada; es importante que no se dejen áreas del pezón sin cubrir.
- **Detectar signos de mastitis al despuntar:** se debe observar cualquier alteración en las ubres como signos de calor, dureza o cuartos agrandados; se debe retirar la primera porción de la leche y observar si existen signos de dolor, presencia de coágulos, fibras o aguado de la leche. Debe escurrirse 2 o 3 chorros de leche por cada pezón; si existe algún cambio visible en la composición de la leche no debe enviarse a la planta o ser consumida.
- **Secado de pezones:** se procede a limpiar y secar las ubres y los pezones con una toalla individual ya sea de papel o tela; si se utiliza la misma toalla para más vacas se incrementa el riesgo de contaminación; en el caso de no secarse correctamente existe el

riesgo de que el animal contraiga mastitis.

- **Colocación de las pezoneras:** se coloca las unidades de ordeño en los pezones por un lapso entre 60 y 90 segundos desde el inicio de la preparación para aprovechar al máximo la bajada de la leche. Debe evitarse que entre el aire a la unidad de ordeño ya que esto puede provocar que los pezones se irriten disminuyendo la calidad de la leche.
- **Control y ajuste de la unidad de ordeño:** se debe observar que la leche fluya de cada pezón, si las unidades de ordeño están mal ubicadas limitará el flujo de la leche contribuyendo al desarrollo de la mastitis. También existe el riesgo que las pezoneras se resbalen hacia el final del ordeño.
- **Retiro de las unidades de ordeño:** finalmente deben removerse las 4 pezoneras al mismo tiempo; no se debe retirar las pezoneras sin cortar el vacío ya que permitirá la entrada de aire a la ubre incrementándose así el riesgo de contraer mastitis.
- **Baño de pezones efectivo:** al retirarse las unidades de ordeño debe aplicarse una solución de post sellado. Los pezones deben sellarse de manera inmediata después de retirada la unidad con una solución antiséptica que sea previamente aprobada, debe recordarse que dicha solución debe cubrir al menos $\frac{3}{4}$ del pezón. Este paso ayudará a controlar los microorganismos causantes de la mastitis.

1.9. Enfriamiento de la leche en la granja

La leche ordeñada se encuentra a una temperatura de más o menos 37 °C lo cual provoca que sea un caldo de cultivo para cualquier clase de bacteria que se encuentre en la granja (véase Tabla 2); para evitar esto es esencial que se proceda a realizar un enfriamiento a los 4 °C, lo cual impedirá la proliferación de microorganismos teniendo así un producto de calidad.

Tabla 2. Influencia de la temperatura en la conservación de leche.

Almacenamiento de leche por 24 horas (temperatura °C)	Bacterias /ml.
0	2.400
4	2.500
5	2.600
6	3.100
10	11.600
13	18.800
16	180.000
20	450.000
30	1.400.000.000
35	25.000.000.000

Nota: En la Tabla 2 se presenta el crecimiento bacteriano cuando varía la temperatura de la leche cruda almacenada en una granja según datos tomados de (Callejo, 2018).

Existen varios factores que son determinantes al momento de conservar la leche, entre ellos se encuentra: la temperatura, período de almacenamiento, contaminación inicial y velocidad del enfriamiento.

Al hablar de la temperatura para la conservación de la leche lo recomendable es que se enfríe la leche a 3 o 4°C, ya que esto retardará la multiplicación de las bacterias tal como se muestra en la Tabla 2, a mayor temperatura mayor será el conteo de microorganismos. La mayoría

de los países recomienda que la leche se conserve a 4 °C; si la temperatura es inferior a 3 °C hará que el producto se congele lo cual provocaría una alteración en la calidad y composición de la leche.

En cuanto a la duración del almacenamiento mientras más días se conserva mayor será el crecimiento bacteriano y esto no depende de la temperatura en la que este almacenada la leche. Los productores deben recordar que si se recoge la leche cada dos días y la temperatura de conservación es mayor a 5 °C es probable que no se obtenga una leche de calidad. En lo referente a la contaminación inicial es importante mencionar que la inocuidad en el proceso de ordeño es esencial para que no exista mayor número de bacterias que ya están presentes cuando inicia el enfriamiento de la leche y finalmente la velocidad del enfriamiento inicial es otro elemento que influye en el conteo total de gérmenes; después de 2 horas del ordeño el crecimiento bacteriano es lento es por ello que, se debe aprovechar este tiempo para enfriar la leche.

Otra manera de enfriar la leche en caso de no poseer un tanque puede ser mantener los baldes en agua fría o en el refrigerador, claro que esto depende de la cantidad de leche que se tenga ya que si son grandes cantidades se requerirá de tanques más grandes de manera que se tenga un producto de calidad.

Existen varias formas para el enfriamiento de la leche, a continuación, se mencionan las más utilizadas:

- **En un arroyo o canal:** se basa en colocar los recipientes dentro del agua del arroyo que pase por la granja, para ello se debe

tomar algunas precauciones: asegurar los botes para evitar que se volteen y se riegue la leche, verificar que la leche no sobrepase el cuello del envase, destapar los recipientes por intervalos para agitar la leche con una palanca de forma que se enfríe todo el contenido, finalmente se debe tener un poco flojas las tapas para ayudar con la salida de los vapores.



Figura 4. Enfriamiento en un arroyo o canal.

- **Tanque de enfriamiento:** consiste en la construcción de un tanque con material como ladrillo, cemento o algún similar, debe tener agua permanente que fluya constantemente; el agua debe ingresar por la parte de abajo del tanque y sale por la parte de arriba esto es porque el agua tibia buscará la parte alta del tanque y se debe manear con cuidado los recipientes para evitar dañar los bordes del tanque.

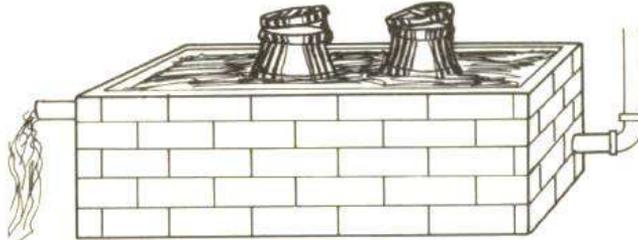


Figura 5. Tanque de enfriamiento.

- **En cortina enfriadora:** se compone por un conjunto de tubos en cuyo interior circula agua fría o gas refrigerante, tiene un parecido a la cortina de una nevera. La leche es arrojada desde el recipiente superior y baja por el exterior de los tubos en forma de una delgada capa que ayuda al enfriamiento uniforme, al salir de las cortinas la temperatura es menor a los 10 °C, para un correcto funcionamiento se debe verificar que la cortina está limpia y funciona bien, si la temperatura supera los 10 °C significa que existe alguna falla, la cortina debe ser guardada en un lugar fresco y el área de enfriamiento debe ser inocuo para garantizar su salubridad.

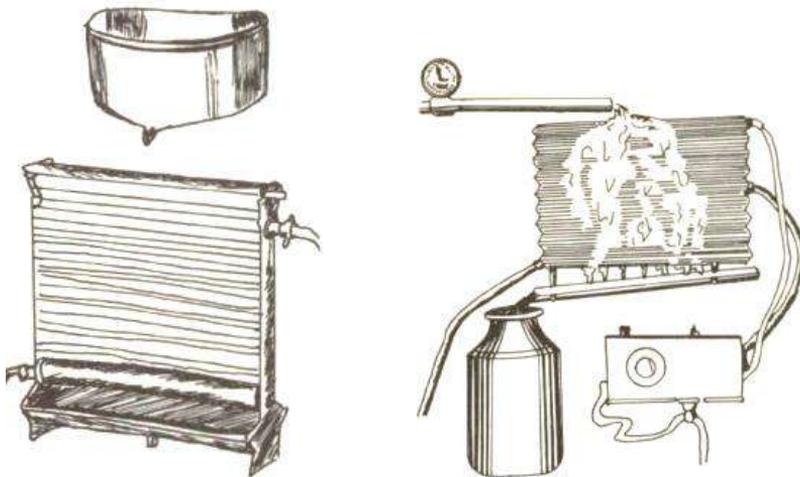


Figura 6. Cortina enfriadora.

- **Tanques refrigerantes:** el cual es un sistema que es usado en gran parte de las granjas para el enfriamiento y almacenamiento de la leche; dichos tanques son elaborado con una cuba de acero inoxidable la cual esta forrada de aislamiento térmico y tiene un evaporador acoplado al fondo. Los tanques se dividen en:

tanques de dos ordeños, de cuatro ordeños y seis ordeños y es empleado con grandes cantidades de leche



Figura 7. Tanque de refrigeración.



¿Sabías que?

- En muchos casos las familias no cuentan con un sistema de refrigeración para la leche por lo cual esto se convierte en un limitante para el crecimiento del sector.
- El *Codex Alimentarius* reconoce únicamente 2 medios de conservación de la leche cruda: la refrigeración y el sistema de lactoperoxidasa.
- En los países en desarrollo la principal causa de pérdida en la leche son las altas temperaturas ambientales, inexistencia de infraestructuras para el enfriamiento, inconvenientes con el suministro eléctrico, entre otros.

UNIDAD 2

MÉTODOS DE CONSERVACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

2.1. Generalidades

Al hablar de la conservación de la leche lo que se busca es mantenerla adecuadamente para evitar que llegue a contaminarse. Existen varios factores que son determinantes en el deterioro de los productos como por ejemplo los intrínsecos que básicamente son los agentes microbianos, acidez, oxígeno entre otros y los extrínsecos son posibles fuentes de contaminación externa, resistencia de los microorganismos entre otros.

Para evitar que los productos se dañen es necesario que se aplique un método de conservación, el cual se adapte a las necesidades existentes. Existen varios métodos de conservación para la leche mismos que serán analizados en el siguiente punto.

2.2. Métodos de conservación

Dentro de los métodos de conservación de la leche para guardar el valor nutritivo, color, olor y gusto se encuentran los siguientes:

- **Leche hervida:** debe superar los 100 °C, este proceso es obligatorio en la leche fresca antes de ser consumido, este proceso modifica el olor y sabor obteniendo así mayor garantía higiénica.
- **Pasteurización:** fue Louis Pasteur quien descubrió la

pasteurización la primera vez que se utilizó este método fue en 1882. La temperatura debe estar entre los 70 y 75°C por 15 segundos; esto ayuda a la disminución de patógenos y bacterias. Las pérdidas nutricionales son mínimas, al abrirse el empaque puede tener una duración de 3 a 4 días conservándose al frío de 0 a 3 °C. Con este avance científico la calidad de vida mejoró ya que se pudo transportar la leche sin temor a que se descompusiera.

- **Proceso UHT:** ese proceso se asemeja a la esterilización debe estar en una temperatura entre 130 y 140 °C por 1 o 2 segundos; una de las ventajas de este método es que se conserva el sabor y color de la leche, su tiempo de conservación más largo cuando se encuentra en envases que están protegidos del oxígeno y la luz. Es importante mencionar que al momento del etiquetado del producto al mencionarse como “pasteurizada” se ha usado el proceso HTST, mientras que al ser “ultra-pasteurizada” se usó el proceso UHT.
- **Esterilización:** la temperatura debe estar entre 110 a 115 °C por un tiempo estimado de 20 a 30 minutos, con este método se destruyen los microorganismos y esporas, tiene un tiempo de conservación de aproximadamente 6 meses sin embargo su mayor desventaja es la pérdida de vitaminas afectando al color y sabor de la leche.
- **Refrigeración:** es uno de los métodos de conservación más usado en la industria alimentaria, sin embargo no se descarta

cambios en las características de la leche, su durabilidad es muy corta.

- **Irradiación de alimentos:** también conocido como pasteurización fría, es un proceso en el cual se expone el producto a niveles controlados de radiación, se utiliza como prevención ante la proliferación de microorganismos que son causantes del deterioro de los alimentos.
- **Liofilización:** En el caso de los fermentos lácticos.
- **Procesos tecnológicos:** Industrialización de quesos y leches concentradas.

2.3. Control de calidad

El control de calidad consiste en la verificación adecuada de un producto para determinar que cumpla con todas las normas de seguridad, inocuidad y calidad exigidas para garantizar el bienestar del consumidor. Este proceso está presente en cada una de las etapas del proceso productivo, tiene la finalidad de detectar errores o carencias con el propósito de dar una solución oportuna. Es por esta razón que dentro de estos sistemas se cuenta con dos componentes esenciales:

Componente de prevención:

- Entrenamiento y capacitación del personal.
- Comunicación asertiva de las especificaciones de la calidad presente en los productos.

- Sistemas productivos ordenados, limpios y con buen funcionamiento.
- Optimización del uso de la materia prima.
- Actividades que fortalezcan la mejora continua.

Componente de corrección:

- Muestreos e inspecciones de calidad en puntos críticos.
- Elaboración de gráficos de control.
- Plan de reparación y/o ajustes a la maquinaria.

Centrándose en el tema de la leche, es importante recalcar que para este producto la calidad es fundamental, debido a que la materia prima sirve para la elaboración de subproductos por lo que se debe garantizar la inocuidad e idoneidad para que no exista riesgo en la salud de quien lo consume.

Una leche de calidad es aquella que no contiene ningún tipo de residuos, su color y olor no son anormales, el contenido de bacterias es bajo, no hay presencia de sustancias químicas y su composición y acidez deben estar dentro de los rangos de normalidad. Hay que recordar que si la materia prima no es de calidad tampoco lo serán los productos elaborados a partir de la misma.

Para lograr una buena calidad de la leche, los ganaderos deben aplicar buenas prácticas de higiene durante todo el proceso. Lamentablemente debido a la carencia de incentivos financieros así como el

desconocimiento de BPM, los productores de leche a baja escala suelen procesar, manipular y comercializar sus derivados de manera informal e incumpliendo con la reglamentación existente en cada país; esto afecta directamente a la salud del consumidor ya que dichos procesos no se cuenta con un control de calidad exhaustivo que garantice la calidad de dichos productos (FAO, 2023).

Al momento de realizar el control de calidad en las industrias lácteas se debe analizar y estudiar la leche cruda ya que esta constituye como un factor definitivo en la calidad del resto de productos. Para determinar la calidad de la leche cruda se debe realizar un recuento de células somáticas en colonias de gérmenes a 30°C y la presencia de antibióticos.

El control de calidad en la industria es importante que se realice la respectiva evaluación en cada una de las fases del proceso productivo de manera que se garantiza la satisfacción de las necesidades tanto del consumidor como de la empresa. Además, este factor se convierte en una ventaja competitiva, se da cumplimiento a las regulaciones sanitarias, seguridad alimentaria y tiene implicación en los costos de producción y niveles de productividad. El control de calidad es importante porque:

- Es una ventaja competitiva.
- Cumplimiento de reglamentos y normativas que se rigen en el país.
- Ayuda a la trascendencia organizacional.
- Evita costos y gastos innecesarios.

- Ayuda a la prevención y detección oportuna de problemas de calidad en los productos.
- Evita conflictos y mejora el bienestar de los colaboradores de la empresa.
- Incrementa los niveles de satisfacción de los clientes.

2.4. Pruebas de control de calidad

2.4.1. Pruebas físico químicas

Son las encargadas de realizar la evaluación de las características físicas y químicas de la leche, para lo cual se utilizan las siguientes pruebas:

- **Pruebas de alcohol**

Esta prueba es elemental en la industria láctea cuyo propósito es la detección de la estabilidad térmica de la leche cruda, en otras palabras permite comprobar si la leche será resistente a altas temperaturas sin que exista coagulación visible.

Procedimiento

- Regular la temperatura de leche a 21 °C.
- Tomar una muestra de 5 ml en el Beaker.
- Añadir 5ml de alcohol a 68% y revolver de 3 a 4 veces en forma de círculo de manera suave para que la leche y el alcohol se mezclen, observar la reacción. (en caso de no poseer alcohol al 68% se puede obtener con la mezcla de 72ml de alcohol a 95% de pureza y 28ml de agua destilada).

Interpretación del resultado

En caso de que la leche en el Beaker presente pequeñas partículas de cuajada significa que la prueba es positiva; si existen grandes cuajadas indica que la acidez de la leche es mayor a 0.20% o hay algún tipo de anormalidad, en cualquier situación la leche no es apta para ningún procesamiento y no puede tratarse con calor o proceso de pasteurización. Es importante aclarar que la coagulación en esta prueba puede deberse a otros factores como la presencia del primer calostro, cuando la lactancia es muy avanzada o falta de sales minerales; mencionado esto en caso de ser la prueba de alcohol positiva se debe proceder a realizar la prueba de acidez.



Figura 8. Resultado de la prueba de alcohol.

Nota: Se muestra en la Figura 8 el resultado de la prueba de alcohol, la imagen de la izquierda muestra un resultado positivo y la imagen de la derecha muestra un resultado negativo.

- **Pruebas de acidez**

A través de esta prueba se puede conocer la carga microbiana de la leche, si la acidez es alta representaría una leche mala calidad por la alta concentración de microorganismos.

Procedimiento

- Realizar el montaje de los instrumentos a utilizar.
- Colocar 9 ml de leche en el Beaker.
- Añadir 3 gotas de fenolftaleína en la muestra anterior.
- Llenar la bureta con solución de hidróxido de sodio 0,1 N.
- Titular la leche en el Beaker, es decir se debe agregar gota a gota el hidróxido de sodio hasta que la leche tenga una tonalidad rosada, dicho color debe permanecer por 10 segundos mínimo, el tono rosado se debe a la reacción de la fenolftaleína.
- Visualizar la bureta y registrar los ml de hidróxido de sodio utilizados en el paso anterior.
- Multiplicar esos ml por 0,09 para definir el porcentaje de acidez titulable.

Interpretación del resultado.

La leche fresca tiene una acidez titulable de 0,13 a 0,18, por lo tanto si los valores de la prueba dan un resultado mayor a 0,18 se rechaza la leche, ya que con este valor se indicaría que existe mucha acidez y probablemente se debe a la presencia de demasiados microorganismos.



Figura 9. Resultado de la prueba de acidez.

Nota: Se muestra en la Figura 9 el resultado de la prueba de acidez, la imagen de la derecha tiene un ligero color rosa debido a la prueba realizada.

- **Pruebas de densidad**

Es una prueba que permite determinar si ha existido algún tipo de adulteración de la leche como por ejemplo la mezcla con agua.

Procedimiento

- Tomar una muestra y verter la leche en la probeta sin generar espuma.
- Colocar gradualmente el lactodensímetro dentro de la probeta y dejar que flote, cuando se encuentre en reposo se procede a realizar la lectura.
- Finalmente medir la temperatura de la leche.

Interpretación del resultado

El lactodensímetro cuenta con una escala graduada que comprende valores entre 20 y 40 que son las milésimas de densidad por encima de la unidad, es decir si el lactodensímetro marca 34 significa que la densidad es de 1,034, aclarado esto, se procede a explicar la interpretación de los posibles resultados que pueden generarse con esta prueba.



Figura 10. Lactodensímetro.

La lectura correcta debe estar en un rango de 1,028 y 1,033 g/ml; por ende si la lectura indica un valor inferior a 1,028 g/ml significa que la leche ha sido adulterada con agua, contrariamente si supera el rango de 1,033 hasta 1,0377 se tiene una leche descremada.

Hay que mencionar que los lactodensímetros ya vienen calibrados a 15 °C o a 20 °C, el primero es más frecuente; sin embargo hay que verificar que la temperatura de la leche sea la misma que la del instrumento caso contrario existiría un error, por ejemplo si la temperatura de la leche está a 20°C y el instrumento esta calibrado 15 °C, el resultado será erróneo por lo que este valor debe ser corregido, generalmente el instrumento trae una tabla de conversión.

- **Determinación de grasas, proteína y sólidos no grasos (SNG)**

A pesar de la existencia de diferentes pruebas para determinar la cantidad de estos componentes como por ejemplo: el método Gerber y Kjeldahl; en la actualidad se utilizan analizadores lácteos los cuales trabajan con infrarrojo, mismos que a partir de una pequeña muestra de la leche son capaces de determinar la cantidad de grasa, proteína y SNG; adicionalmente dependiendo del modelo y la configuración puede llegar a establecer la cantidad de lactosa, punto crioscópico, sólidos totales y adulterantes.

La cantidad mínima de grasa y proteína que debe contener la leche es de 30g/L respetivamente; para lo que respecta a SNG debe ser de 8,62g/L; en el caso de que la leche no alcance los valores mínimos de dichos elementos debe ser rechazada en la recepción; contrariamente si la leche supera los valores mencionados el productor puede ser acreedor a incentivos económicos incrementando el precio de la leche.

- **Punto crioscópico**

Es definido como el punto de la congelación de la leche con referencia

al punto de congelación del agua; básicamente lo que se busca es determinar si se añadió agua a la leche. La leche se congela a 0.535°C , al agregarse agua este valor disminuye debido a la dilución de los solutos y su valor es más cercano al punto de congelación del agua $0,000^{\circ}\text{C}$.

Los solutos determinantes de este parámetro son los minerales y la lactasa; las grasas y proteínas no tienen ninguna representación en este valor. El rango aceptable en esta prueba es de 0.530°H a 0.560°H : si la leche tiene valores inferiores o superiores a los establecidos debe ser rechazada.

2.4.2. Pruebas microbiológicas

Es uno de los indicadores de mayor exigencia ya que se determina si la leche no posee ningún tipo de adulteración verificando así la calidad del producto.

- **Conteo de células somáticas (CCS)**

Es innegable que las células somáticas van a estar presentes en la leche ya que estas se constituyen en una defensa del cuerpo del animal, sin embargo es necesario aclarar que mientras menor sea la cantidad la calidad de la leche es mejor. Un CCS alto demuestra que existe una disminución de azúcares, grasas y proteínas existiendo un alto valor de enzimas que atacan a dichos componentes.

Dentro de los métodos para esta prueba existen las tiras colorimétricas o contadores electrónicos. Si las células somáticas superan las 500.000 por ml es señal de que la vaca sufre de alguna enfermedad en las ubres.

- **Recuento de bacterias**

Para determinar el número de bacterias se puede usar el método Leesment en el que las bacterias son incubadas a 30°C por un tiempo de 72 horas en una muestra de leche de 0.001 ml con un sustrato nutritivo, el recuento debe realizarse a través de una pantalla especial.

- **Prueba para la determinación de la adición de formalina**

Se busca determinar si la leche ha sido adulterada con formalina; esta sustancia actúa como conservante evitando que la leche se haga agria y además impide el crecimiento de microorganismos, sin embargo su consumo es nocivo para la salud.

Procedimiento

- Agregar 10ml de leche en el Beaker y 10ml de ácido clorhídrico concentrado (debe añadirse previamente 1ml de cloruro de hierro al 10% por cada 500ml de ácido).
- Calentar la mezcla por 5 minutos a una temperatura de 80 o 90 °C y mezclar la cuajada que se forme.

Interpretación del resultado

Si la leche tiene un color morado bajo será el indicador para confirmar la presencia de formalina, por ende la leche debe ser rechazada.

- **Prueba de reductasa**

Mediante la realización de esta prueba se podrá saber el grado de contaminación microbiana en la leche, para ello se debe usar el azul de

metileno.

Procedimiento

- Preparar 5ml de azul de metileno líquido diluido en 195 ml de agua destilada.
- Poner 1ml de la solución de azul de metileno en el tubo de ensayo.
- Adicionar 10ml de leche cruda con la pipeta, cerrar el tubo y moverlo para que se mezcle bien.
- Calentar a baño maría cada tubo de ensayo a una temperatura de 37-38 °C.
- Revisar la muestra cada media hora, al principio su color será celeste hay que esperar que su coloración sea blanca.

Interpretación del resultado

Mientras la leche más pronto se ponga blanca significa que es mala, esto se debe a la presencia alta de microorganismos, en la Tabla 3 se puede observar los criterios para determinar la calidad de leche en esta prueba:

Tabla 3. Criterios de interpretación prueba de reductasa.

Tiempo que tarda en decolorarse	Calidad de la leche
Más de 5 horas	Muy buena
Entre 3 y 5 horas	Buena
Entre 1 y 3 horas	Regular
1 hora	Mala
Menos de 30 minutos	Muy mala

Nota: En la Tabla 3 se muestran los criterios para determinar la calidad de la leche de acuerdo a la escala valorativa, tomado de (Zamorán, 2018).

- **Prueba de resazurina**

Esta prueba consiste en lo mismo que la prueba de la reductasa, simplemente hay una variante se usa reazurina y no azul de metileno.

Procedimiento

- Colocar 10ml de leche en un tubo de ensayo.
- Añadir 1ml de solución de rezasurina.
- Tapar el tubo y batir.
- Poner los tubos en baño maría por una hora a 37 °C.
- Observar los cambios.

Interpretación del resultado

Después de la hora se debe visualizar la coloración que tiene la leche los cuales se asocian con la calidad microbiológica; si es de color azul o lila significa que es aceptable; si se torna rosa es regular y si es decolorada la calidad es mala.

- **Prueba de fermentación**

De preferencia se debería combinar con la prueba de reductasa, antes que nada se debe identificar el tiempo en que se decoloró el azul de metileno para proceder a colocar los mismos tubos de fermentación en baño maría a 38 °C hasta que la leche se coagule.

Procedimiento

- Se toman los tubos de ensayo de la prueba de reductasa y se ponen a baño maría a 38 °C.

- Se espera 24 horas para ver los resultados.

Interpretación de los resultados

Si no existe coagulación en la leche puede ser que exista la presencia de antibióticos en la leche debido a algún tipo de tratamiento que se esté dando a la vaca, en este caso la leche no cumple con las medidas de calidad por ende debe ser rechazada. Si se toma leche contaminada con antibióticos el ser humano puede tener efectos como alergias, alteraciones de la flora intestinal o algún efecto tóxico.

Para finalizar es importante recalcar que cada una de las pruebas que se han presentado permitirá que se garantice la calidad microbiológica de la materia prima para los diferentes procesos productivos.

- **Prueba para la determinación de la adición de almidón**

El propósito de esta prueba es determinar la presencia de almidón en la leche, con la ayuda del yodo se logrará establecer si la leche está o no contaminada.

Procedimiento

- Tomar una muestra de 5ml de leche en el Beaker o en el tubo de ensayo.
- Añadir 2 gotas de yodo puro o 4 gotas de yodo diluido al 10%.
- Observar la coloración de la leche.

Interpretación del resultado

Si la coloración de la leche se torna azul oscuro intenso significa que la

leche ha sido adulterada con maicena o almidón, lo cual significa que debe ser rechazada. Debe recordarse que la adición de cualquier sustancia a la leche disminuye su calidad.

2.4.3. Pruebas sensoriales

También conocidas como pruebas organolépticas se basa en percibir las características de la leche por medio de los sentidos: vista, olfato, gusto e inclusive el tacto.

Procedimiento:

- Preparar una muestra de 50ml de leche en un vaso limpio.
- En caso de que la muestra esté fría debe calentarse a 30 °C, lo cual permitirá sentir el olor y sabor de manera más favorable.
- Observar el color de la leche.
- Tomar un sorbo de la muestra caliente y comparar con el sabor simple; no debe pasarse la leche.
- Enjuagarse la boca con agua.
- En caso de sentir un sabor u olor diferente al normal se debe decidir si se conserva o no la leche.

Olor

La leche puede absorber aromas de alimentos que ha consumido la vaca antes de ser ordeñada o por el contacto que haya tenido con algún ambiente lo cual indicaría baja calidad. El olor también ayuda a determinar el estado de la leche, un aroma ácido indica acidez y un olor rancio significa que existe oxidación de grasa en la leche; ante la

presencia de cualquier olor no característico de la leche indicaría falta de calidad.

Sabor

El sabor característico de la leche es ligeramente dulce debido a la presencia de lactosa; en caso de presentar un sabor salado es por el alto contenido de cloruro al final del periodo de lactación o puede deberse a algún tipo de infección como la mastitis; para prevenir cualquier problema de salud se aconseja no tomar la leche cruda.

Color

El color de la leche es blanco o se torna de un blanco amarillento; si la leche ha sido adulterada con agua o descremada tendrá un tono blanco azulado; si la leche proviene de vacas con mastitis su coloración será gris amarillenta con grumos; si hay presencia de sangre la tonalidad es rosado; si hay presencia de suero el color será amarillo verdoso por la presencia de riboflavina; en cualquier caso un color fuera de lo normal es indicador que la leche no es de calidad por ende debe ser rechazada en su totalidad.

UNIDAD 3

MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE

3.1. Hitos de la historia de la microbiología

La microbiología es una ciencia que aparece a finales del siglo XIX, existen 4 etapas previas para el desarrollo de la misma. el primer periodo es el previo al descubrimiento del microscopio es decir desde la antigüedad la principal característica de esta etapa es la especulación; el segundo periodo es el de los primeros microscopistas y se origina con el descubrimiento de los microorganismos en 1675 por Leeuwenhoek y se extiende hasta la mitad del siglo XIX se caracterizó por la acumulación de observaciones; la tercera etapa corresponde a los avances científicos, se da a finales del siglo XIX en el que se desarrollan técnicas para el cultivo de microorganismos elevando de esta manera a la microbiología como ciencia experimental, las figuras más sobresalientes fueron Pasteur y Koch; finalmente el último periodo es el auge de la microbiología se extiende desde inicios del siglo XX hasta la actualidad; se realizan estudio de los microorganismos desde el punto de vista fisiológico, bioquímico, genético, ecológico, entre otros; originando de esta manera las diferentes ramas de la microbiología como por ejemplo la bacteriología, virología, inmunología, microbiología médica, agrícola, por mencionar algunos ejemplos.

Periodo I. Antes del descubrimiento del microscopio

Aunque el descubrimiento de los microorganismos data del último tercio del siglo XVII, estos han estado presentes desde la antigüedad por ende el ser humano ya sabía de su presencia y se visualizaba como beneficiosa

(fermentaciones en las bebidas alcohólicas, pan, productos lácteos) y negativa (enfermedades). Con la finalidad de dar una explicación a las enfermedades de la época empezaron a suponer que existían agentes invisibles que eran los responsables de transmitir las infecciones.

Lucrecio (96-55 a.C), Roger Bacon (siglo XIII), Girolamo Francastorious de Verona (1483-1553) afirmaban que las enfermedades eran producidas por “gérmenes vivos”; Lucrecio en su escrito *De rerum natura* habla intuitivamente de la naturaleza atómica y de semillas transmisoras de enfermedades, lo cual no estaba alejado de la realidad. Estos visionarios no tenían pruebas para lo que mencionaban por lo que la existencia de los organismos invisibles no fue establecida.

Periodo II. Primeros microscopistas

Ya se sospechaba de la existencia de los microorganismos como criaturas diminutas por lo que no podían observarse a simple vista, por lo que con la invención del microscopio se logra visualizar estos microorganismos por primera vez, en el siglo XVII Galileo Galilei construye el primer microscopio simple que fue usado por los microscopistas que era un grupo de naturalistas europeos y fueron quienes descubrieron diferentes criaturas minúsculas vivientes. Antonie Van Leeuwenhoek fue quien descubrió los microorganismos en 1675, fue un entusiasta pulidor de lentes que se dedicaba a fabricar microscopios simples; probablemente no fue el primero en observar a estos organismos pero si fue el primero en exponer sus descubrimientos a través de descripciones y dibujos exactos; fue un total de 200 cartas que Leeuwenhoek envió a la *Royal Society* de Londres y que fueron

publicadas en *Philosophical Transactions*, así lo menciona (Di Barbaro, 2011) en su investigación.

Dentro de los descubrimientos en este periodo se encuentran los principales tipos morfológicos de bacterias (cocos, bacilos y espirilos), microbios (protozoos, algas y levaduras); así también Van Leeuwenhoek fue capaz de describir la organización marcada de los músculos, la circulación capilar, los espermatozoides y glóbulos rojos, aspectos estructurales de las semillas y los embriones de las plantas. Un hallazgo importante es que las bacterias mueren cuando son tratadas con vinagre o a altas temperaturas. Robert Hook describió los hongos filamentosos y la estructura celular de las plantas, además es considerado como el padre de la teoría celular debido a su hallazgo en una lámina de corcho (Di Barbaro, 2011).

Periodo III. Avances técnicos

- **Generación espontánea**

Con el descubrimiento de los microorganismos el interés por conocer sobre el origen de los seres vivos se incrementó y obviamente comenzaron a surgir grandes controversias y especulaciones. La microbiología tuvo un desarrollo lento para lo cual se requirió del desarrollo de una metodología especial, el uso de materiales estériles y técnicas asépticas fue la clave para su evolución. La generación espontánea de la vida fue una de las controversias que requería solucionarse y existen varias representaciones bíblicas y lógicas cuyos precursores fueron: Aristóteles, Galeno, Plinio y Lucrecio. Aquellos pensamientos que tuvieron mayor trascendencia en la época fueron:

- Se creía que la diosa Gea era capaz de crear a los hombres a partir de las piedras, idea que se descartó con facilidad.
- Aristóteles sostenía que los animales se originaban del suelo, de las plantas y otros animales, este pensamiento tuvo importancia hasta el siglo XVII.
- Virgilio por su parte hablaba acerca de una propagación artificial de las abejas, así también se creía que las larvas de mosca se producían al exponer la carne al calor moderado y el aire (Di Barbaro, 2011).

Se creía que los organismos vivos podían generarse de manera espontánea con la descomposición de sustancias orgánicas, sin embargo esta teoría se descartó cuando Francesco Redi a través de sus experimentos explicó que las larvas aparecían de los huevos de las moscas desacreditando así la teoría de la generación espontánea para los animales y las plantas, sin embargo persistió para los microorganismos. Después de 60 años Schulze y Schawann fueron quienes contradijeron sobre los argumentos de Needham a través de sus experimentos, Schulze pasaba el aire a infusiones hervidas después de atravesar las soluciones ácidas, Schawann en cambio introducía el aire en frascos usando tubos calentados al rojo; en ninguno de estos casos se visualizaban microbios.

En 1850 Schroeder y Dusch hicieron pasar el aire a través de un filtro de algodón antes de introducir en los envases que contenían el caldo hervido, esta técnica es usada en la actualidad para la exclusión del polvo atmosférico de los medios de cultivo). No fue hasta que Louis Pasteur con sus procesos experimentales dieran fin a la controversia de

la generación espontánea, para ello tuvo que demostrar que los microorganismos están presentes en el medio ambiente, absorbiendo aire sobre algodón pólvora disolviendo con alcohol y éter para posteriormente ser observado en el microscopio (Di Barbaro, 2011).

La eliminación de bacterias o microorganismos de un objeto en la actualidad es conocido como esterilización, y los procesos usados por Pasteur y otros investigadores sirvieron como cimiento para las futuras generaciones quienes eventualmente fueron mejorándoles y aplicándolos en la investigación microbiológica. Pasteur fue quien descubrió la relación causal entre los microorganismos y los medios de cultivo. Jhon Tyndall con la ayuda de una cámara proyectada logró demostrar que el polvo era el transportador de microorganismos, es decir si no existe polvo no hay crecimiento microbiano en el caldo esterilizado.

- **Esporas**

A pesar de que Pasteur logro esterilizar los microorganismos solo con ebullición, otros investigadores encontraron que en otras situaciones la ebullición era insuficiente, esto se debió a la presencia de bacterias que formaron estructuras resistentes llamadas endosporas. Inicialmente fueron Jhon Tyndall y Ferdinand Cohn quienes estudiaron las endosporas, y observaron que por ejemplo los jugos se pasteurizaban con 5 minutos de ebullición pero otras sustancias no, incluso si se usaban periodos largos de calor.

El experimento de Tyndall tuvo como protagonista una bala de heno, el cual a pesar de estar en varias horas en ebullición no pudo esterilizarse,

contrariamente comprobó que existía una contaminación en el laboratorio por un organismo vivo, uno que era capaz de sobrevivir la ebullición; procedió a aplicar el sistema de esterilización por calentamiento discontinuo y evidenció la presencia de formas microbianas que estaban en reposo y que resistían al calor. En 1877 Cohn pudo describir de forma detallada la existencia del bacilo del heno (*Bacillus subtilis*) como las endosporas, estos descubrimientos se hicieron a partir de sus observaciones microscópicas.

- **Fermentaciones**

Otro elemento que contribuyó al nacimiento de la ciencia microbiológica fue la relación que se da con ciertas transformaciones químicas que se originan en las infusiones con el crecimiento de los microorganismos existentes en las mismas. Las fermentaciones tienen una historia larga que data desde la antigüedad ya que existen antecedentes de que se realizaban fermentaciones en el pan y el vino y otras para guardar los alimentos a través de la acumulación del ácido láctico.

En 1857 Pasteur dio a conocer que existían diversos microorganismos que se asociaban a los diferentes tipos de fermentación como: esferas que varían de tamaño en la fermentación alcohólica y pequeños bastoncitos en la láctica. Así también descubrió la presencia de microorganismos que no necesitaban de oxígeno para su desarrollo originando así los términos de aerobiosis y anaerobiosis los cuales sirven para denominar a la vida en presencia y ausencia de oxígeno. Adicionalmente Pasteur demostró que existen organismos que son

perjudiciales y que se multiplican rápidamente en una sustancia en fermentación generando un sabor desagradable, determinando así que ciertos microbios son causantes de enfermedades en el ser humano. Considerando el resultado de todos sus experimentos se condujo a un proceso de esterilización parcial conocido como pasteurización y que es aplicable para diversas bebidas como el vino, cerveza, leche, sidra, vinagre, entre otras (Di Barbaro, 2011).

- **Agentes infecciosos**

Antiguamente se creía que las enfermedades y epidemias eran producto del castigo de Dios, el código de Moisés contenía un sinnúmero de reglas que se enfocaban en la salud pública como el aislamiento de leprosos, la separación de materiales contaminados y la prohibición de alimentarse de mariscos y carne de cerdo. Hasta mediados del siglo XIX las epidemias eran estudiadas por diferentes pensadores e investigadores y se creía como un problema sin solución, causante de muchas muertes dolorosas y siendo aterradoras para los pueblos.

Los primeros patógenos que fueron reconocidos fueron los hongos, su tamaño era mayor al de las bacterias, en 1836 Agostino Bassi demostró a través de un experimento que los hongos eran causantes de una enfermedad de los gusanos de seda y años más tarde fue Schönlein quien logró asociar un hongo con una enfermedad de la piel humana (tiña favosa). A mediados del siglo XIX se empieza a propagar una enfermedad infecciosa por los criaderos del gusano de seda en Europa llegando finalmente a China y Japón; Pasteur instado por Jean Baptiste Dumas decide viajar a la Provenza para investigar a fondo la

problemática, teniendo la oportunidad de confirmar sus estudios sobre las fermentaciones; en 1869 se identifica los protozoos (*nosema bombycis*) siendo el responsable de la epidemia y siguiendo una serie de controles se logró disminuir la enfermedad (Di Barbaro, 2011).

La escuela Francesa se concentra en los estudios sobre aquellos procesos infecciosos, la inmunidad del hospedador y la generación de vacunas; partiendo de la vacuna antirrábica que fue ensayada por Pasteur, contribuyendo de esta manera el nacimiento de la inmunología.

- **Cultivos puros**

Si se busca estudiar los microorganismos se debe tener la seguridad de que es el único que está presente en el cultivo por ende debe ser puro. El micrólogo Brefeld fue el primero en obtener los primeros cultivos puros, logrado aislar los hongos y las esporas para que sean cultivadas sobre medios sólidos elaborados a base de gelatina; por su tamaño este método no servía para el estudio de las bacterias por lo que recurrió a las diluciones. Fue Joseph Lister quien obtuvo por primera vez un cultivo de bacterias, con una jeringuilla realizó diluciones de cultivos mixto probablemente de leche, hasta conseguir muestras con una sola célula.

Koch ratificaba la importancia de los cultivos puros y originó varios métodos para la obtención de los mismos, el más útil fue el aislamiento de las colonias individuales sobre medios sólidos. Observó que por ejemplo al exponer al aire un pedazo de papa y luego se incubaba, se desarrollaban colonias bacterianas de formas y colores característicos; deduciendo que cada colonia partía de una única célula bacteriana que

estaba en la superficie, la cual había encontrado los nutrientes y comenzó a dividirse.

Debido a los logros e importantes descubrimientos de Koch y Pasteur fueron reconocidos y galardonados por sus compatriotas, además cimentaron la bacteriología y microbiología hasta la actualidad.

Periodo de auge de la microbiología

Los avances de la microbiología se originaron con la necesidad de dar solución a los problemas prácticos, hacia finales del siglo XIX varios investigadores desarrollaron estudios básicos que sirvieron como base para descubrir la gran variedad de microorganismos existentes así como sus actividades metabólicas. De la gran escuela de Microbiología de Delft en Holanda surgieron grandes investigadores como:

- Beijerinck fue uno de los microbiólogos más grandes de la época, fue quien caracterizó los virus, utilizó además la técnica de enriquecimiento para aislar y caracterizar las bacterias.
- Kluyver y Van Niel usaron la técnica de enriquecimiento para aislar bacterias fototróficas y quimiolitotróficas para mostrar la diversidad fisiológica de las bacterias.
- M. Baas Becking fue quien realizó los primeros cálculos de la energía de las bacterias fototróficas y quimiolitotróficas destacando la importancia de las mismas en los procesos biogeoquímicos.

En el siglo XX la microbiología se ha desarrollado en dos direcciones la

básica y la aplicada. En el caso de la microbiología aplicada los avances de Koch coadyuvaron al desarrollo de la microbiología médica y la inmunología, con el pasar de los años se vino desarrollando nuevas ramas de la microbiología dependiendo de las necesidades de la población.

La historia de la microbiología es una muestra de la influencia que ejerce una disciplina en las distintas áreas del ser humano, la microbiología ha sido un gran contribuidor en el campo industrial, agrícola, de la salud, y otros; además ha sido la encargada de derribar ciertos mitos y creencias religiosas teniendo una respuesta más lógica a las muchas incertidumbres que rodean al ser humano.

3.2. Definición

La microbiología proviene de dos voces griegas *mikros* que significa pequeño; *bios*, es igual a vida y *logía* entendido como tratado, estudio, ciencia.

- La microbiología es la ciencia que estudia a los microorganismos y sus actividades es decir su forma, estructura, fisiología, reproducción, metabolismo e identificación.
- Ciencia que estudia los microorganismos como bacterias, hongos, virus, parásitos microscópicos.
- Rama de la biología que se encarga del estudio de los microorganismos o seres vivos pequeños.
- Ciencia de la biología que se dedica a estudiar aquellos

organismos que son visibles microscópicamente: organismos procariotas y procariotas simples (Aponte, 2013).

Dentro de las áreas de la microbiología se encuentran: la bacteriología (estudio de bacterias), micología (estudio de hongos), virología (estudio de virus) y protozoología (estudio de protozoarios); y por supuesto las áreas de aplicación de la microbiología son: salud, alimentos, agua, agrícola, veterinaria, industrial, medicamentos y cosméticos, espacial, bélica.

Para fines educativos, se explica brevemente lo señalado en el párrafo anterior:

- **Microbiología médica:** se encarga del estudio de microorganismos que son causantes de enfermedades para el ser humano, además se encarga de la prevención y control de enfermedades infecciosas.
- **Microbiología de alimentos:** estudia los riesgos y beneficios de los microorganismos en los alimentos; es beneficioso porque ayuda a la preparación de alimentos como: yogurt, quesos, salchichas y otros: mientras que resulta peligroso porque algunos microorganismos son responsables de intoxicaciones y de la descomposición de los alimentos.
- **Microbiología del agua:** se ocupa de la obtención de aguas de calidad y se usa microorganismos con la finalidad de regeneración de aguas de desecho para convertirlas en útiles.
- **Microbiología agrícola:** estudia los riesgos y beneficios de los

microorganismos para el suelo en la formación y fertilización, control de insectos entre otros.

- **Microbiología veterinaria:** se encarga de la prevención y control de las enfermedades de los animales.
- **Microbiología industrial:** son productos que se elaboran a partir del metabolismo microbiano como por ejemplo antibióticos, hormonas, enzimas, entre otros.
- **Microbiología aplicada a los medicamentos y a la cosmética:** busca controlar la calidad de estos productos para la cual se debe determinar la población microbiana presente incluidos mohos y levaduras, así también *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.
- **Microbiología espacial:** conocida también como exobiología, se encarga de estudiar la existencia de microorganismos que están presentes en el espacio exterior y otros planetas, así también se estudian los microorganismos como fuente de energía y para un balance de oxígeno – dióxido en las naves espaciales.
- **Microbiología bélica:** o conocida como guerra biológica, consiste en la utilización intencional de los microorganismos para el desarrollo de productos tóxicos con la finalidad de dañar al ser humano o a algún ser viviente (Aponte, 2013).

3.3. Clasificación de los microorganismos

Los microorganismos son pequeños seres vivos, son tan pequeños que son imposibles de ver a simple vista es por ello que se requiere de un instrumento para su visualización, es decir el microscopio, dentro de este grupo existen especies unicelulares y pluricelulares, procariotas (bacterias) y eucariotas (protozoos u hongos); su estudio le corresponde a la microbiología. A continuación se presenta la clasificación de los microorganismos.

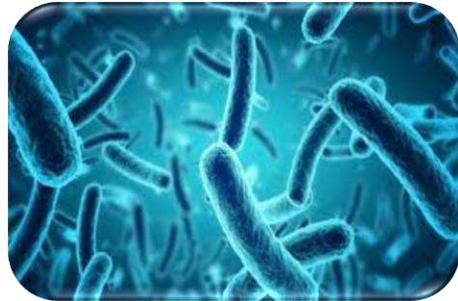


Figura 11. Bacterias.

Nota: En la Figura 11 se visualizan en el microscopio las bacterias, tomado de (Di Barbaro, 2011).

3.3.1. Bacterias

Son organismos unicelulares es decir únicamente poseen una sola célula y un material genético no organizado en el interior del núcleo. Su reproducción es por bipartición y existen varias formas bacterianas: redondeadas (cocos), hélice (espirilos) y curvados (bacilos).

Las bacterias son consideradas como uno de los grupos más primitivos del planeta. Dentro de las principales características de este grupo son las siguientes:

- El tamaño de las bacterias es variable.
- Poseen una maquinaria enzimática.
- La estructura de la célula procariota es simple.

- Su ADN es circular.
- Pueden desarrollarse y crecer de manera libre.
- Practica la reproducción por fisión binaria (Vargas & Kuno, 2015).

Las bacterias se clasifican en cocos, bacilos y espirilos; en los siguientes párrafos se mostrará a mayor detalle las características de cada uno, así como ejemplos de cada subgrupo.

Cocos

Su principal característica es su forma ovalada o esférica que al dividirse hace que se mantenga unida a otra célula, de manera que las bacterias siguen conservando su independencia celular para la formación de agrupaciones según el plano de división, mismo que puede ser único: diplococos o cocos en cadena (*Streptococcus*) o múltiples: agrupación de cocos en racimos (*Staphylococcus*). Se muestran algunos ejemplos de este tipo de bacterias:

- *Streptococcus pyogenes*: amigdalitis.
- *Haemophilus influenzae*: gripe.
- *Streptococcus pneumoniae*: neumonía.
- *Neisseria gonorrhoea*: gonorrea.
- *Neisseria meningitidis*: meningitis.
- *Streptococcus mutans*: caries.
- *Staphylococcus aureus*: osteomielitis (Vargas & Kuno, 2015).

Bacilos

Es posible que se diferencien diferentes tipos de bacilos dependiendo su

longitud y estructura morfológica de las células, tenemos por ejemplo: bacilos cortos con forma irregular (cocobacilos), bacilos largos con extremos ondulados (género *Bacillus*), bacilos curvos con forma de coma (género *Vibrio*) y bacilos agrupados en filamentos formando letras chinas (género *Corynebacterium*). Dentro de este tipo de bacterias se pueden encontrar aquellas que son beneficiosas o peligrosas para otros organismos vivos, los bacilos causantes de enfermedades son:

- *Bacillus anthracis* o carbunco cutáneo.
- *Vibrio cholerae* o cólera.

En lo relacionado con los bacilos que son parte de la flora bacteriana se encuentran:

- *Lactobacillus casei*.
- *Lactobacillus acidophilus*.
- *Lactobacillus bifidus* (Vargas & Kuno, 2015).

Espirilos

La característica de este grupo es su forma espiral por lo que se reconoce fácilmente en el microscopio. A continuación se dan a conocer algunas bacterias que se encuentran dentro de éste:

- *Treponema pallidum* o sífilis.
- *Borrelia*: causante de fiebre e infecciones en seres humanos y animales, los vectores de infección suelen ser garrapatas, piojos y otros invertebrados.
- *Leptospira o ictericia de Weill* (Vargas & Kuno, 2015).

3.3.2. Virus

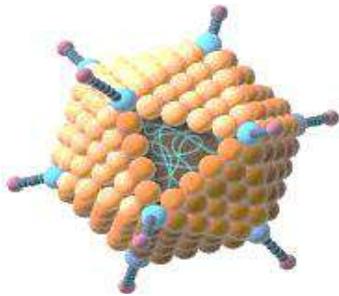


Figura 12. Virus

Nota: Se presenta la Figura 12 cómo se visualizan los virus en el microscopio, tomado de (Lema, 2020).

Son formas acelulares por ende están formados por una cápside proteica y puede o no tener una envoltura de ADN o ARN pero nunca de las dos. Son microorganismos parásitos obligados es decir requieren infectar una célula para poder sobrevivir y reproducirse. Pueden ser más o menos redondos o cilíndricos. Existen virus que son más complejos y poseen cabeza y cola, pueden matar a la célula infecta o a su vez

usarla como un reservorio hasta que las condiciones eternas le permitan liberarse. Una cápside es la estructura que cubre y protege al genoma vírico y se conforma de proteínas codificadas por los genes del virus.

3.3.3. Hongos

Son microorganismos eucariotas y pueden ser unicelulares o pluricelulares, pueden ser levaduras (unicelulares) u hongos con hilas (pluricelulares). Su reproducción por gemación, básicamente se refiere a que el progenitor emite una protuberancia que va creciendo hasta que está lista para su separación, su reproducción también puede ser por esporulación o

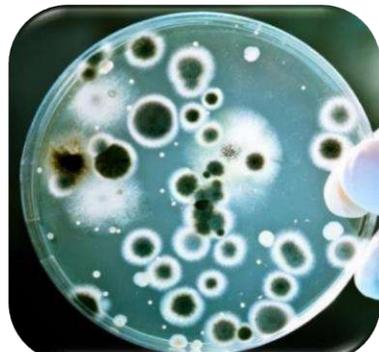


Figura 13. Hongos.

Nota: Se presenta la Figura 13 cómo se visualizan los hongos en el microscopio, tomado de (Zarazoga, 2018).

rotura en fragmentos.

Los hongos pueden aislarse en cualquier ambiente, superficie u organismo vivo; como se mencionó se dividen en dos grupos: hongos filamentosos y levaduras. En el primer caso son aquellos que mientras van creciendo van formando filamentos alargados mientras que las levaduras pueden mantenerse en forma unicelular la mayor parte de su vida. Muchos hongos han aportado en la biotecnología y son usados en los procesos de producción de proteínas, vitaminas o pigmentos; la penicilina descubierta por Alexander Fleming y asilado del hongo filamentosos *Penicillium notatum*, por mencionar otro ejemplo.

Los hongos filamentosos también se encuentran presentes en los alimentos y bebidas que consume el ser humano como los quesos (roquefort – camembert), salsa de soja; la levadura más famosa *Saccharomyces cerevisiae* es importante a nivel mundial, ya que gracias a su proceso de fermentación se obtiene el pan, el vino y cerveza. Sin embargo los hongos también tienen su lado negativo y por ejemplo se encuentran algunos que son contaminantes para los cultivos de arroz, maíz, tomates y otros; ocasionando graves pérdidas económicas, algunos son parte de la biodegradación del ecosistema y otros causantes de enfermedades en los seres humanos (Zarazoga, 2018).

3.3.4. Parásitos

Conocidos como protozoos son organismos primitivos la mayoría son de tipo eucariota, es decir tienen un citoplasma que se encuentra separado del exterior y del núcleo por sendas membranas, plasmático y nuclear. Como ejemplo de los protozoos como las amebas, y los

helminchos y gusanos.

3.3.5. Microorganismos beneficiosos

Son aquellos microorganismos que son beneficiosos para el ser humano, ya sean parte de la microbiota del hombre y a través de la producción de alimentos como el queso, cerveza, yogurt o pan. Aunque aparentemente los microorganismos son malos, la mayoría no lo son incluidos algunos grupos de bacterias y hongos a excepción de los virus.

La microbiota del ser humano es esencial para la supervivencia y bienestar del organismo ya que desempeñan funciones como la protección contra infecciones o contribuye a los procesos de digestión.

3.3.6. Microorganismos patógenos

Son aquellos microorganismos que son dañinos para las personas, ya que son capaces de producir enfermedades en sus huéspedes y pueden ser virus bacterias u hongos. Su mecanismo se basa en la infección de las células, reproducirse y matarlas o producirles alguna enfermedad. Las bacterias pueden provocar toxinas causantes de muchos daños, deben ser combatidas con microbianos, antibióticos para bacterias, antivíricos para virus o antimicóticos para hongos.

3.4. Microorganismos presentes en la leche cruda

Debido a sus características físicas y químicas, la leche es un medio ideal para el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos, lo cual puede llegar a convertirse en un medio para la transmisión de enfermedades a quien lo consume. Los microorganismos patógenos son

los responsables de la zoonosis (puede llegar a la leche desde la glándula mamaria) y esto es independiente de si la vaca mostró o no síntomas de alguna enfermedad en el proceso de ordeño. Además la leche cruda puede contaminarse en cualquiera de las fases, durante el ordeño, almacenamiento, distribución o comercialización. En la Tabla 4 se muestran algunos de los microorganismos que están presentes en la leche cruda:

Tabla 4. Microorganismos presentes en la leche cruda.

Microorganismos patógenos generadores de alertas alimentarias	Microorganismos facilitadores de fermentación láctica	Microorganismos que causan deterioro en el alimento
<i>Escherichia coli</i>	<i>Lactococcus sp.</i>	<i>Pseudomonas sp</i>
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Lactobacillus sp.</i>	<i>Clostridium sp.</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus sp.</i>	<i>Bacillus sp.</i>
<i>Salmonella spp</i>	<i>Propionibacterium sp.</i>	
<i>Campylobacter jejuni</i>		
<i>Bacillus cereus</i>		
<i>Yersinia enterocolitica</i>		
<i>Brucella abortus</i>		
<i>Streptococcus agalactiae</i>		

Nota: En la Tabla 4 se detallan los microorganismos presentes en la leche cruda desde 3 criterios, aquellos que son generadores de alertas alimentarias, aquellos facilitadores de fermentación láctica y aquellos que causan deterioro en el alimento, tomado de la investigación “Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria” desarrollado por (Aguilar, Urbano, & Bernal, 2015).

Los patógenos presentes en la leche son provenientes de fuentes exógenas y endógenas y pueden ayudar en el proceso de fermentación o por el contrario pueden deteriorar el alimento como por ejemplo los lactobacilos y las bifidobacterias que son causantes de enfermedades y

han alertado a la salud pública. La presencia de la bacteria *Listeria monocytogenes* se ha convertido en un problema de salud pública debido a los síntomas que provoca y su habilidad para crecer en cualquier tipo de condición, es capaz de contaminar varios alimentos entre los que se encuentra la leche cruda y sus derivados, es un bacilo Gram positivo, asporógeno, aerobio y anaerobio facultativo.

En el caso de *Bacillus cereus* está en la capacidad de producir dos enterotoxinas: la toxina diarreica y la toxina emética causantes de intoxicaciones alimentarias, para la detección de este patógeno se recomienda realizar el procedimiento en placa que recomienda la FDA (Centro de regulación de alimentos y bebidas de los Estados Unidos). Otra de las bacterias patógenas que tiene mayor frecuencia en la leche cruda es *Escherichia coli* (*E. coli*) y causante de muchas enfermedades, este grupo domina un gran conjunto de serovares y solo algunos son patógenos para los humanos a través de la alimentación; pueden ser caracterizados serológicamente con base en los antígenos somáticos (O), flagelares (H) y capsulares (K). Las cepas de *E.coli* causantes de la diarrea se clasifican dependiendo su nivel de virulencia, síntomas clínicos, patogennicidad y serogrupos, y son: *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* de adherencia difusa (DAEC), *E. coli* enteroagregante (EAEC) y *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), esta última es la más importante del grupo debido al gran impacto que tiene en la salud pública; las que con mayor frecuencia se encuentran involucradas en ETA (enfermedades transmitidas por alimentos) son: EPEC, ETEC y EHEC (Aguilar, Urbano, & Bernal, 2015).

3.5. Fuentes de contaminación de la leche

La calidad de la leche puede verse afectada por la contaminación existente, las dos fuentes más comunes son la química y biológica.

Los contaminantes químicos más frecuentes que se han encontrado son aquellos que se localizan en el entorno de la vaca durante el proceso de ordeño hasta el proceso de industrialización; generalmente se encuentran insecticidas, fungicidas, herbicidas, sustancias higienizantes (cloro, peróxido de hidrógeno, detergente, entre otros) y antibióticos.

Al hablar de los contaminantes biológicos se refiere a los agentes microbianos que se encuentran desde el ordeño, todo esto depende de las prácticas higiénicas y sanitarias que se realicen durante la manipulación de la leche desde la producción hasta la comercialización. La contaminación biológica se divide en contaminación inicial y contaminación externa (véase Figura 14).

La contaminación inicial es intrínseca es decir es propia del animal y por ende de su ubre, esta puede ser de dos tipos por vía ascendente o endógena, en el primer caso puede ser causada por microorganismos que se encuentran en las glándulas mamarias, la más frecuente es el *streptococcus coryne bacterium*. Si las vacas tienen mastitis los agentes microbianos presentes son el *corinebacterium pyogenes*, *pseudomonas* y *Escherichia coli*; dentro de del grupo del estreptococcus los que permiten que no se coagule la leche son el *streptococcus pyrogenes* y *streptococcus agalactial*; el *steptrococcus pyogenes* es el causante de enfermedades de la garganta; dentro de los estafilococos se halla el *staphylococcus aureus lácticos* que es el promotor de la reducción de la

leche producida por las vacas. La propagación de los microorganismos presentes en la mastitis puede deberse principalmente a las condiciones del ordeño, el entorno y la edad del animal; las leches con mastitis se convierten en grandes pérdidas económicas debido a la baja producción, también existen cambios en la composición y son difíciles de coagular y de desuerar. La contaminación por vía endógena es transmitida por la sangre del animal en la que las glándulas mamarias pueden llegar a infectarse; dentro de los microorganismos existentes se encuentran: *mycobacterium tuberculosis* que es el causante de la tuberculosis en el ser humano, este patógeno es muy resistente, se halla también la *brucelosis* causante de abortos en las vacas (Celis & Juárez, 2009).

La contaminación eterna está presente en el ordeño, la limpieza de la vaca, salubridad del personal, higiene de las máquinas y equipos usados, incluso en la calidad del agua. A través del aire se pueden esparcir bacterias del suelo, si hay excremento puede propagarse la *salmonella* y la *escherichio coli*. Para evitar estos contaminantes se requiere tomar medidas de salubridad e higiene para garantizar una leche de calidad.

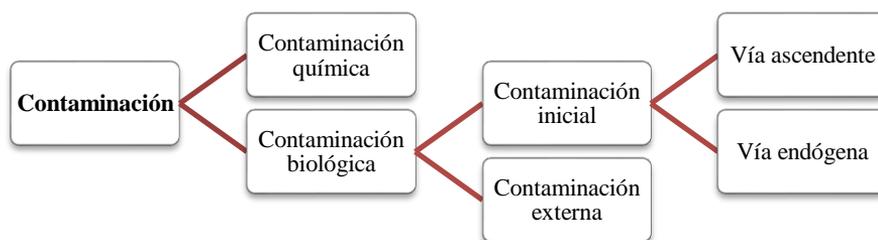


Figura 14. Clasificación de las vías de contaminación.

Nota: En la Figura 14 se observa la clasificación de las vías de contaminación de la leche elaborado a partir de la investigación “Seminario de procesos fundamentales físico – químicos y microbiológicos” de (Celis & Juárez, 2009).

3.6. Deterioro de la leche por los microorganismos

Los microorganismos son capaces de realizar diferentes y complejas acciones químicas en las que se encuentran numerosas enzimas; la leche debido a su composición brinda un medio de cultivo apropiado para las bacterias, muchas de ellas se alimentan de proteínas (actividad proteolítica) y grasas (actividad bioquímica lipolítica / sacarolítica).

En la proteólisis las enzimas proteolíticas y proteinasas hacen que exista la coagulación dulce de la leche, la cual se caracteriza por la formación de compuestos como los aminos provocando desprendimientos gaseosos lo cual origina un olor desagradable, las bacterias presentes en la coagulación son: *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Pseudomonas viscosa*, *Proteus vulgaris*, *Streptococcus liquefaciens* (Celis & Juárez, 2009).

En la lipólisis que es la actividad química de los microorganismos sobre la grasa de la leche se producen diferentes bacterias y hongos que son los causantes de la descomposición de la grasa formando la glicerina y ácidos grasos. A algunos de estos ácidos se le atribuye la responsabilidad del sabor rancio de algunas leches, los microorganismos presentes son: *Pseudomonas fluorescens*, *Achromobacter lipolyticum* y los hongos *Candida lipolytica* (es una levadura) y *Penicillium*. Se menciona a la *Enterobacter aerogenes* que provoca compuestos gomosos en la leche y finalmente las *Pseudomonas ichthyosmia* induce en la leche un olor y sabor a pescado, esto se debe a la formación de la trimetilamina que se genera por el ataque a la *lecitina* (Celis & Juárez, 2009).

Para concluir se determinó que la leche al igual que otros alimentos

pueden provocar enfermedades, la contaminación y el crecimiento de patógenos, aditivos químicos y descomposición de nutrientes son factores que afectan a la calidad de los productos; es por ello que la inocuidad es un factor elemental y clave durante todo el proceso lácteo con el propósito de reducir las probabilidades de contaminación en la leche.

UNIDAD 4

EQUIPAMIENTO Y ADITIVOS

4.1. Equipos

4.1.1. Generalidades

El diseño de una planta de una industria láctea requiere la consideración de varios aspectos, tales como los equipos y las instalaciones. En la industria láctea los materiales más usados para las instalaciones y equipos son aquellas de acero inoxidable, aluminio, cobre alimentario y materiales poliméricos.

Los equipos son aquellos bienes que son usados en el proceso de producción, estos permiten optimizar tiempos y recursos en la fabricación del producto; dependiendo de la industria pueden variar los equipos pero el propósito siempre es el mismo; sin importar el tamaño o características todo equipo es esencial en la industria ya que cumplen con un rol específico ya sea de almacenar, refrigerar, conservar, envasar, y otros fines.

En el Ecuador el Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados (2002) en el capítulo II “De los equipos y Utensilios” art. 8 se menciona que los equipos deben ser acorde al tipo de alimento que se va a producir. El equipo comprende las máquinas que se usad para la fabricación, envasado acondicionamiento, almacenamiento, control, emisión y transporte de materia prima y de los productos terminados.

En lo referente a las especificaciones técnicas de los equipos en el mismo artículo se definen las siguientes:

- a. Deben ser contruidos con materiales cuyas superficies no transmitan sustancia toxicas, olores, sabores o tengan algún tipo de reacción con la materia prima.
- b. Debe evitarse el uso de la madera u otros materiales que hacen que su limpieza y desinfección sea inadecuada, salvo que exista la certeza que el empleo de las mismas no provoque contaminaciones en los alimentos.
- c. Sus características deben garantizar las facilidades para la limpieza, desinfección e inspección así también deben contar con los dispositivos que impidan cualquier tipo de contaminación.
- d. En caso de requerir lubricación en algún equipo se debe usar lubricantes de grado alimenticio.
- e. Las superficies que tienen contacto directo con el alimento no deben ser pintadas ya que esto representa un riesgo de inocuidad.
- f. La superficie exterior de los equipos debe ser hecha con material que facilite su limpieza.
- g. Las tuberías que se usen en la conducción de la materia prima deben ser de materiales resistes, no porosos y deben ser desmontables para facilitar su limpieza.
- h. Los equipos deben instalarse de manera que permitan el flujo continuo tanto del material como del personal de manera que se reduzcan las posibilidades de confusión y contaminación.

- i. Los equipos y utensilios que entrar en contacto con los alimentos deber ser diseñados con materiales que sean resistentes a la corrosión y a los continuos procesos de limpieza y desinfección.

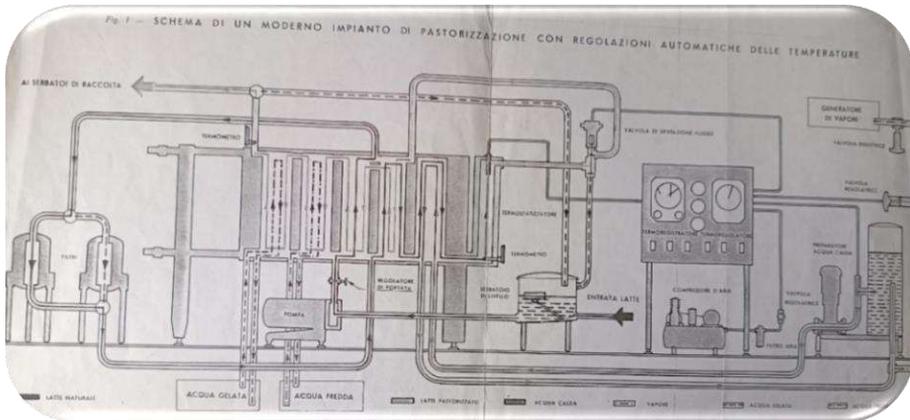


Figura 15. Planta de pasteurización.

Nota: Se presenta en la Figura 15 un esquema de una moderna planta de pasteurización con regulación automática de temperatura.

4.1.2. Equipos usados en la industria láctea

Existen varios productos que se derivan de la leche, dependiendo de la producción de los mismos los equipos usados pueden variar, se presentan los más utilizados en la industria láctea:

Tanques de refrigeración

Este equipo ayuda a que la leche se mantenga fría hasta que se inicie con el proceso de producción de los subproductos, generalmente es construido en acero inoxidable. También pueden ser conocidos como depósitos autorefrigerantes y se puede encontrar dos variantes: depósitos abiertos o cerrados.

Los tanques abiertos tienen una forma cilíndrica y cuentan con una entrada superior de la leche y una salida por la parte inferior; para la hominización posee con un agitador así como un sensor para el control de la temperatura y una varilla que se usa para medir el volumen del depósito, son construidos con acero inoxidable y una estructura aislante de poliuretano. Los tanques cerrados solo disponen de una boca de hombre para el control y su diseño es horizontal, tienen mayor capacidad que los tanques abiertos y cuenta con un equipo de limpieza interno.



Figura 16. Tanque refrigerante artesanal. **Figura 17.** Tanque refrigerante industrial.

Marmita

Este equipo ayuda a realizar operaciones como la pasteurización de la leche, cuajes para los quesos y la maduración del yogurt.



Figura 18. Marmita artesanal.



Figura 19. marmita industrial.

Cuba

Este equipo ayuda en la realización del tratamiento térmico de la leche (pasteurización baja o lenta) así como de la fermentación de las bacterias lácticas, coagulación, corte, agitación, recalentamiento y desuerado. La cuba debe tener un sistema de calentamiento el cual puede ser por entrada de agua caliente o de vapor que proviene de la caldera a la camisa calefactora; adicionalmente debe contener un sistema mecánico que permitirá al equipo realizar la agitación y el corte de la cuajada.

Es recomendable que las cubas sean fabricadas con acero inoxidable AISI 316 por lo menos la parte interna y este equipo puede ser manual o mecánica ya todo depende de las necesidades y criterios de los productores.



Figura 20. Cuba artesanal.



Figura 21. Cuba industrial.

Lactofermentador

Este equipo se usa para la fabricación de productos lácteos como el yogurt o el requesón, generalmente se constituye por un depósito cilíndrico de doble camisa calefactable, aislada y con un sistema de



Figura 22. Lactofermentador.

Nota: Se muestra la Figura 22 del lactofermentador en una plataforma que permite el envasado del yogurt o leche fermentada, tomado de (Pedregosa & López, 2020).

agitación. El calor se produce por medio de un serpentín en la base o en las paredes del equipo, por el que circula el agua caliente originaria de la caldera o agua fría que viene de la balsa de agua helada.

El sistema de agitación contiene un eje central con palas, utilizado para la homogeneización del

producto, generalmente es elaborada con acero inoxidable; suele poseer un sistema que le permite auto limpiarse y cuenta con un fondo inclinado que ayuda a la descarga y la salida del producto.

Carro desuerador

Las mesas o carros de desuerado son usado para descargar la cuajada e iniciar con el desuerado de la misma con la ayuda de una rejilla perforada que se ubica en la parte inferior y ocasionalmente en los laterales. La capacidad de este equipo debe estar acorde al volumen de la cuba. El fondo del carro tiene una pequeña inclinación que ayuda con la evacuación del suero por medio de un orificio que se sitúa en un extremo de la mesa, en el que se suele instalar un compartimiento y una bomba que facilitan la conducción del suero hasta su lugar de almacenamiento.

La altura y el tamaño de esta mesa debe ser el apropiado para optimizar

el trabajo del personal; el material del equipo recomendable debe ser de acero inoxidable ya que este soporta las oxidaciones y daños que se producen por el ácido de los productos lácteos.



Figura 23. Desuerado artesanal.



Figura 24. Carro desuerador industrial.

Moldes

Existe una gran variedad de moldes esto depende del tipo de queso que se va a elaborar, dentro de los más habituales se tiene: autoescurridos, de rejilla, de pata de mulo, sin fondo, multimoldes, multiperforados.



Figura 25. Moldes artesanales.



Figura 26. Cuba industriales.

Mesa de trabajo

Es usada en la industria láctea de menor tamaño en donde predominan los procesos manuales, puede servir como apoyo para el llenado de moldes, depósito de los quesos, para el salado, el cepillado, envasado de yogures, quesos u otros. Tienen una planta rectangular y es de acero inoxidable, poseen ruedas y frenos para facilitar su movilidad.



Figura 27. Mesa de trabajo artesanal.



Figura 28. Mesa de trabajo industrial.

Caldero para producir vapor

Son indispensables en la industria láctea para garantizar que la leche cruda no tenga bacterias que sean dañinas; las calderas son usadas para procesar la leche cruda a altas temperaturas asegurando su uso en otras operaciones de la industria. Las calderas generan vapor con la finalidad de esterilizar la misma y para calentar la planta láctea garantizando así la eliminación de microorganismos que pueden estar presentes en las diferentes operaciones.

En la industria láctea se utilizan generalmente dos tipos de calderas para la producción de vapor, la primera es la de tipo pirotubular (baja presión y potencia) que es la más común y la segunda es la acuotubular (alta presión y fuerte producción de vapor; circula el agua en el interior de los

tubos); para decidir cuál de ellas es la más óptima debe considerarse las necesidades de presión y cantidad de vapor a usar en un determinado tiempo.

Es importante que se consideren varios factores para seleccionar la caldera de vapor más adecuada para la industria, para ello se mencionan los siguientes:

- Las calderas deben ser fiables y resistentes para la gestión de encendido y apagado en las plantas de producción; deben tener alta precisión en cuanto a vapor y temperatura.
- Se aconseja el uso de calderas de vapor compactas ya que ocupan menos espacio facilitando las operaciones correspondientes.
- Generalmente se usan calderas de ciclo largo lo cual indica que son durables por mucho más tiempo.
- Deben ser eficientes y duraderas para garantizar el buen funcionamiento y mantenimiento.

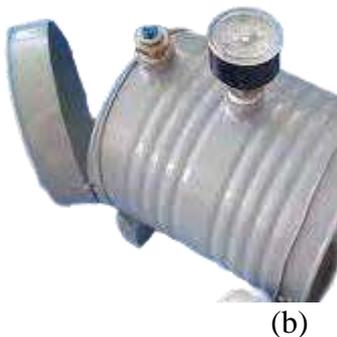


Figura 29. Caldero artesanal para producir vapor.



Figura 30. Caldero acuotubular (a)
Caldero piro-tubular (b).

Tanque de agua helada o banco de hielo

Son equipos que se usan para enfriar el agua, la finalidad de este equipo es la acumulación de frío durante el tiempo que el proceso no requiera de agua fría. Cuando se acumula el frío este empieza a formar hielo, de manera que cuando se necesite la bomba hará circular el agua fría para combatir altas temperaturas.

Estos tanques pueden representar costos bajos y son similares a las instalaciones de refrigeración instantáneas pero su beneficio es el ahorro energético en más de un 50%. Este sistema contiene una unidad de almacenamiento térmico, un sistema de refrigeración, controles y la bomba de agua; en el caso de no existir la carga de refrigeración el sistema funciona para crear hielo en la superficie exterior.



Figura 31. Banco de hielo.

Luz eléctrica trifásica

La corriente trifásica es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica, el cual se compone de 3 corrientes monofásicas cuya amplitud y frecuencia son similares; las cuales tienen un desfase equilibra de 120° eléctricos.

Aquellas instalaciones cuya corriente es trifásica suelen suplir una potencia estable y cuya distribución es de 380 o 400 voltios, generalmente la potencia suele ser de 15 kW de manera que se mejore el funcionamiento de los equipos trifásicos; si los equipos requieren de una energía superior a 13.86 kW se debe hacer uso del sistema trifásico.

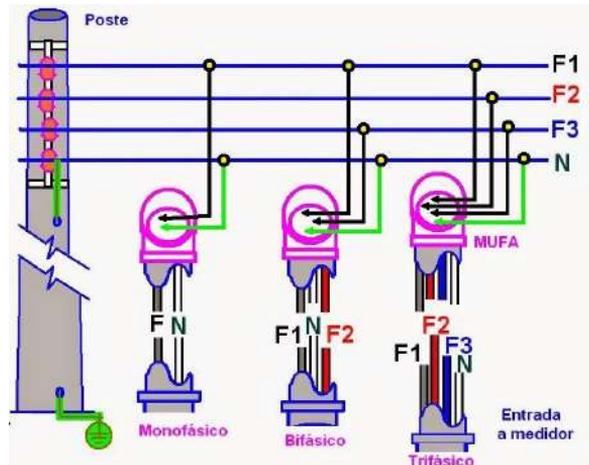


Figura 32. Sistemas eléctricos.

Nota: Se visualiza en la Figura 32 correspondiente los diferentes tipos de corrientes entre las q se encuentran monofásicas, bifásicas y trifásicas.

Aire comprimido

Es un componente que se usa en la industria, esto ayuda a que se accionen las máquinas o como actuador de válvulas. En el caso de las empresas del sector alimenticio y de bebidas, el aire comprimido debe mantenerse libre de aceite ya que debe existir un control absoluto de las válvulas y actuadores en las plantas de envasados y llenados de dichos productos.

Básicamente el aire comprimido se encarga de evitar que exista algún

tipo de contaminación, en caso de existir algún tipo de fallo en el proceso de producción al momento de transportar productos como la leche o el cacao por los tubos de la planta industrial, el aire comprimido actúa como protector, así también el proceso de fermentación del vino, cerveza o yogurt.



Figura 33. Sistema de aire comprimido.

Pasteurizador

La unidad de pasteurización se diseña para realizar el tratamiento térmico de la leche o sus derivados de manera que se eliminen los microorganismos patógenos a través de la aplicación de altas temperaturas por un corto periodo de tiempo.

El producto llega hasta un tanque de balance BTD donde una bomba lo envía hacia un intercambiador de placas en el que se calienta hasta cierta temperatura, esto depende de los requerimientos del producto. Posterior a ello debe atravesar el tubo retenedor en el que se mantiene a cierta temperatura por un determinado tiempo para asegurar la adecuada pasteurización. Finalmente el producto debe pasar por una etapa de enfriamiento lo cual permitirá bajar las temperaturas hasta los 4°C para que se almacene en depósitos isotérmicos o el envasado en frío.



Figura 34. Pasteurizador artesanal



Figura 35. Pasteurizador industrial.

Homogeneizador

Generalmente existen tres tipos de homogeneizadores: de alta presión HPH, ultra alta presión UHPH y los ultrasónicos. El homogeneizador de alta presión HPH ayuda a disminuir el tamaño de los glóbulos de grasa de la leche ya que deben atravesar un pequeño espacio anular, el funcionamiento de esta máquina se basa en que el fluido se impulsa hasta la válvula de homogeneización a una presión alta, lo cual provoca que al pasar por el espacio que existe entre el tope y la pared interior de la carcasa y con una velocidad alta y una presión baja se genera un efecto de cavitación y turbulencia, lo cual provoca la ruptura de los glóbulos de grasa en más pequeños.

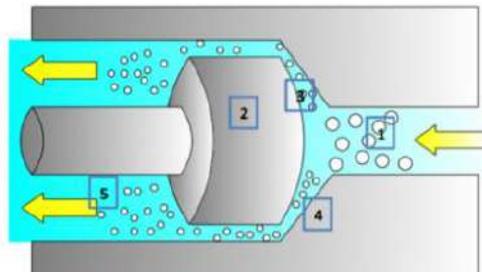


Figura 36. Homogeneizador de alta presión.

Nota: En la Figura 36 se muestra que el fluido (1) se impulsa hasta un tope (2) y al

existir una presión elevada se ve obligado a pasar los espacios existentes (3) entre el tope y la pared interior de la carcasa; esto provoca un efecto de turbulencia provocando la ruptura de los glóbulos de grasa (5).

El homogeneizador de ultra alta presión UHPH tiene los mismos principios que el anterior, su única diferencia se basa en que en este se logra alcanzar presiones entre los 300 y 400 Mpa, debido al diseño de las válvulas y el uso de nuevos materiales.

El funcionamiento de esta máquina consiste en un generador de alta presión que se une a una válvula que está diseñada para resistir presiones elevadas, el fluido pasa por un pequeño espacio para luego poder expandirse. Los homogeneizadores ultrasónicos permiten que las partículas pequeñas de un líquido se reduzcan para obtener mayor uniformidad y estabilidad.

Desodorizador

Esta maquinaria ayuda a separar los olores indeseados en la leche de la estructura a través de la técnica de vacío obteniendo así un producto delicioso.



Figura 37. Homogeneizador de alta presión.

Envasadoras

Las máquinas envasadoras de productos lácteos ayudan a llenar y envasar una gran variedad de productos tales como: yogurt, yogurt bebible, crema agria, crema batida, requesón, queso para untar, mantequilla, entre otros.



Figura 38. Envasadora de lácteos.

Cuartos fríos

Consiste en adecuaciones mecánicas las cuales usan propiedades termodinámicas de forma que se intercambie la energía en forma de calor entra dos o más cuerpos.

Básicamente es un recinto aislado térmico que usa un sistema de refrigeración para lograr extraer la energía de un objeto de su interior.

Las paredes de estos cuartos son de materiales fáciles para su limpieza, impermeable, liso, resistentes a la corrosión y colores claros.

Existen varios tipos de cuartos fríos, entre los que se encuentran:

- **Refrigerantes:** son neveras o heladeras cuya temperatura oscila entre los 10°C y -4°C .
- **Congeladores:** su temperatura puede llegar hasta -35°C y generalmente se usan en actividades gastronómicas.
- **Abatidores de temperatura:** se usan para el enfriamiento rápido de alimentos recién cocidos.
- **Túneles de congelación:** se usan para congelar los alimentos de forma rápida ya que no se forman grandes cristales, sin embargo no son útiles para su conservación.



(a)



(c)



(b)



(d)

Figura 39. Cuartos fríos.

Nota. En la Figura 39 se muestran los diferentes tipos de cuartos fríos: congelador (a); túneles de congelación (b), abatidores de temperatura (c), refrigerantes (d).

Equipo de salmuera

En este equipo se procede a salar el queso por dos razones principales: reducir el crecimiento bacteriano y la segunda para salar el queso y generar su sabor. Además, la salmuera es un medio eficaz para que se enfríe el queso de pasta hilada después de su formación.

Este equipo permite preparar el queso de forma rápida, controlada y eficiente, se reduce el tiempo de agitación y se evita el incremento de la temperatura mejorando de esta forma de disolución de aditivos.



Figura 40. Proceso de salmuera artesanal.



Figura 41. Equipo industrial para salmuera.

Equipo de cocción y estiramiento para queso

Para lograr obtener la estructura fibrosa de la pasta hilada se requiere un tratamiento de plastificación y amasado mientras se calienta en una formadora de queso.

La máquina de cocción y estiramiento básicamente emplea diferentes métodos para alcanzar óptimos resultados, en el que se incluye el calentamiento de agua con un solo sinfín, con un sinfín giratorio de doble contador o diseño de cocción en seco.



Figura 42. Equipos de cocción.

Nota: En la Figura 42 se muestran tres distintos tipos de equipos para la cocción y estiramiento del queso mozzarella, provolone, pasta hilada; dependiendo de las necesidades industriales.

Equipo de prensado de queso

Para la formación de bloques de queso se usan columnas verticales o tanques de pre prensado, el formato y peso de dicho bloque puede variar y depender de las necesidades.

Los bloques de queso en la zona de escurrimiento deben cubrirse con una tapa y transportarse al sistema de prensado final, el cual puede ajustarse dependiendo del tipo de queso.

Posterior al prensado los moldes deben ser vaciados y el queso se traslada a una sala de salmuera, los moldes se limpian en un túnel de limpieza.

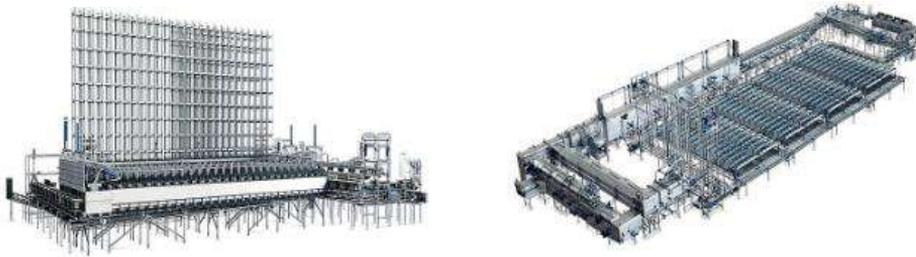


Figura 43. Equipos de prensado.

Nota. En la Figura 43 se muestran dos diferentes tipos de equipos para el prensado de quesos, dependiendo de las necesidades en el mercado existe una gran variedad de dichos equipos.

Cortadora de queso

Es una máquina importante dentro del proceso de producción de queso ya que es usada para realizar cortes de los bloques de este producto, facilitando su manejo para posteriormente procesar y empaquetar.

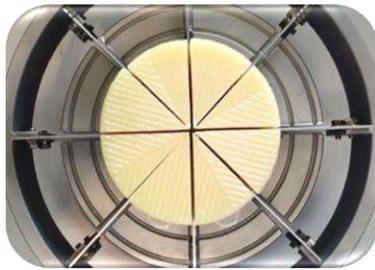
Existen varios tipos de cortadoras generalmente son para queso rallado, en dados o en tiras. Adicionalmente se debe recalcar que este equipo permite que el queso sea cortado de uniforme y eficiente, garantizando una presentación atractiva y con el peso exacto en cada porción.



(a)



(c)



(b)



(d)

Figura 44. Cortadoras de quesos.

Nota: En la Figura 44 se muestran los diferentes tipos de cortadoras, para queso rallado (a), queso en dados (b), queso en láminas (c), queso por cubos (d).

Mantequilladora

Conocida también como mantequillera es una máquina en la que se bate la crema para la elaboración de la mantequilla. Artesanalmente se usa un tonel de madera que gira en torno a un eje horizontal; industrialmente las mantequeras son de acero inoxidable; deben mantenerse a una temperatura entre 10 a 13°C con una velocidad de rotación de 20 a 25 revoluciones por minuto.



Figura 45. Mantequilladora artesanal.



Figura 46. Mantequilladora industrial.

Desnatadora centrífuga

La desnatadora centrífuga se ha diseñado como una máquina práctica

que permite la separación de la fase líquida que tiene diversas densidades y en particular en el desnatado de la leche. Son fabricados con acero inoxidable de calidad, el cual es adecuado para resistir esfuerzos mecánicos elevados y así evitar la corrosión; este equipo permite la separación de la nata de la leche descremada para la extracción de posibles impurezas.



Figura 47. Desnatadora centrífuga artesanal. **Figura 48.** Desnatadora centrífuga industrial.

Llenadora de mantequilla

Esta máquina es usada para envasar la mantequilla, queso blando, cuajadas, margarinas, entre otros. Debido a los avances e innovación tecnológica el equipo cumple con cada uno de los requisitos de seguridad e higiene.



Figura 49. Llenadora de mantequilla.

4.1.3. Limpieza de los equipos

Los equipos y utensilios que se utilicen en el proceso de producción deben estar ubicados estratégicamente con la finalidad de facilitar su limpieza, desinfección y circulación de los trabajadores; se recomienda que los mismos sean elaborados con acero inoxidable y que sean fáciles de armar y desarmar.

Para la correcta desinfección y limpieza de los equipos en una planta procesadora es necesario que se utilice el detergente de tipo industrial sin ningún tipo de fragancia, posteriormente debe enjuagarse con abundante agua clorada y finalmente con agua potable, de esta manera se logrará tener un equipo higiénico lo cual eliminará las probabilidades de contaminación de la leche.

Los equipos deben evitar contaminarse con lubricantes o combustibles; así también se recomienda que las empresas cuenten con un plan de mantenimiento de los equipos para su correcto funcionamiento; debe existir un área de lavado para proceder a la limpieza de los utensilios, y cada uno de los materiales de limpieza como escobas, cepillos, trapeadores entre otros deben ubicarse en un lugar seco y limpio.

En el Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados (2002), en el art 26 se habla sobre el agua que se usa para los equipos y menciona que el agua usada para la limpieza de los equipos debe ser potabilizada o tratada basándose en las normas nacionales e internacionales; en el art 29 se resaltan las siguientes condiciones:

- La limpieza y el orden son factores de prioridad.

- Las sustancias que se usen para la limpieza y desinfección deben estar debidamente aprobadas para el uso en áreas, equipo y utensilios donde se procesen alimentos destinados al consumo humano.
- Debe existir una validación periódica de los procedimientos de limpieza y desinfección.
- “Las cubiertas de las mesas de trabajo deben ser lisas, con bordes redondeados, material impermeable, inalterable, inoxidable, de tal manera que permita su fácil limpieza” (Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados, 2002).

En el Art. 66 del mismo reglamento hace referencia a los métodos de la limpieza de la planta y equipo, enfatizando que estos varían dependiendo de la naturaleza del alimento y de las necesidades existentes; para lo cual establecen que se debe detallar los procesos a seguir así como los agentes y sustancias a utilizar incluyendo la periodicidad para la limpieza y la desinfección. Se debe describir las concentraciones a usar de los agentes y sustancias que se van a usar y finalmente se debe llevar un registro de las inspecciones de verificación de este procedimiento.

A continuación se detallan los equipos, materiales y reactivos para la limpieza de la planta y de los equipos de las industrias dedicadas a la elaboración de alimentos para consumo humano:

Equipos

- Sistema de aspersor de desinfectantes.

- Atomizador manual o casero.

Reactivos

- Agua caliente a 85 °C.
- Agua clorada al 5%.
- Cloro al 5%.
- Amonio cuaternario 200ppm.
- Amonio cuaternario 1200ppm.
- Ácido acético (vinagre).
- Ácido per acético.
- Peróxido de hidrógeno.
- Jabón.
- Agua electrolizada (Agrocalidad , 2017).

Aditivos

Aditivos para la limpieza de equipos

- Alcohol.
- Aldehídos.
- Biguanideas.
- Compuestos de cloro y yodo.
- Compuestos de peroxígeno.
- Fenoles.
- Compuestos de amonio cuaternario.
- Lejía de soda.
- Hipoclorito de sodio.
- Ácido clorhídrico.

Aditivos para el procesamiento de productos lácteos

- Azúcar.
- Sal.
- Cuajo.
- Fermento.
- Cloruro de calcio.
- Ácido láctico.
- Ácido sórbico.
- Nitrato de potasio.

Finalmente se presentan los agentes limpiadores y desinfectantes que se encuentran en la normativa ecuatoriana:

Tabla 5. Agentes limpiadores y desinfectantes.

Agentes	Componente activo	Actividad	Incompatibilidad	Otros efectos	Precauciones
LIMPIADORES					
Álcalis fuertes	Hidróxido de sodio y potasio, silicatos sódicos	Activos frente a grasas y proteínas	Con productos ácidos	Reducen la dureza del agua por precipitación	Muy corrosivos, irritantes, desprenden gas en contacto con amoníaco
Álcalis	Carbonatos, amoníaco	Activos frente a grasas	Con productos ácidos	Reducen la dureza del agua por precipitación	Corrosivos
Ácidos fuertes	Ácidos inorgánicos	Activos proteínas	Con álcalis y con cloro y productos clorados	Eliminan precipitados calizos proteicos	Muy corrosivos, irritantes

Secuestrantes o quelantes	EDTA, polifosfatos, gluconatos	Reducen la dureza del agua	Polifosfatos con ácidos	No producen precipitados calizos
Tensioactivos aniónicos	Jabones de diversos tipos	Frente a todo tipo de suciedad	Tensioactivos catiónicos	Mejoran la acción de álcalis y ácidos
Tensioactivos catiónicos	Compuestos de amonio cuaternario	Frente a todo tipo de suciedad	Tensioactivos aniónicos incompatibles con aguas duras	Fungicidas y bactericidas

DESINFECTANTES

Clorados	Hipoclorito de cloro gaseoso, dióxido de cloro	Bacterias, mohos, levaduras, virus, esporas	Agua caliente, ácidos, materia orgánica	Corrosivo, tóxico
Yodóforos	Tricloruro de yodo, sustancias con yodo	Bacterias, mohos, levaduras	Agua caliente, álcalis, materia orgánica	Corrosivo
Oxidantes	Ácido paracético	Mohos, levaduras, bacterias, virus, esporas	Agua caliente, materia orgánica, álcalis	Poco tóxico
QUAT's	Sales de amonio cuaternario	Gram positivas, mohos, levaduras	Tensioactivos aniónicos, materia orgánica, aguas duras	Capacidad detergente
Vapor de agua	Vapor de agua	Bacterias, mohos, levaduras, virus, esporas	Dificultad de aplicación	Atóxico

Nota: Se presenta en la Tabla 5 los limpiadores y desinfectantes usados en el proceso de higienización de la planta y equipo de las industrias alimenticias, tomado de (Agrocalidad, 2017).

4.2. Aditivos

4.2.1. Generalidades

El uso de aditivos en la industria alimenticia ha sido un tema polémico ya que para algunas personas estos son causantes de enfermedades y para otros no le hacen ningún daño al ser humano. Frente a este escenario, el consumidor se encuentra confundido y buscar obtener información real, precisa y concisa sobre este tema.

Los aditivos son definidos como:

- Para la Organización Mundial de la Salud (2018) los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos para mejorar o mantener su inocuidad, así como las características propias del producto.
- El Codex Alimentario define al aditivo como cualquier sustancia que no es consumida por sí mismo como alimento o ingrediente básicos, cuente o no con valor nutritivo; y que es añadido al alimento en cualquiera de sus fases producción, empaquetado, transporte o almacenamiento (FAO, 2022).
- Los aditivos son aquellas sustancias que son añadidos a los alimentos para modificar sus características, mejorar el proceso de elaboración o incrementar su tiempo de conservación; son agregados intencionalmente.

Los aditivos han sido usados desde hace siglos atrás con la finalidad de conservar los alimentos, por ejemplo la sal era usada en carnes como el

tocino o el pescado seco; el azúcar para las mermeladas y el dióxido de azufre en el vino.

Conforme ha transcurrido el tiempo se han originado más aditivos para satisfacer las necesidades de los seres humanos, ya que las condiciones de preparación de los alimentos son variantes en los hogares. El uso de aditivos es justificado cuando se responde a una necesidad tecnológica definida como por ejemplo conservar los nutrientes o mejorar la estabilidad de los alimentos.

De acuerdo a lo especificado en las normas del *Codex* los aditivos deben ser rotulados específicamente en los alimentos envasados a excepción de los saborizantes y almidones que pueden rotularse de manera genérica.

Según lo establecido en el *Codex Alimentarius* los principios para el uso de aditivos alimentarios se debe considerar lo siguiente:

- Inocuidad de los aditivos alimentarios, se incluirán aquellos que han pueden ser juzgados por las pruebas dispuestas por el JECFA y que no presenten riesgos para la salud de quien lo consuma en las dosis de uso propuestas.
- Justificación del uso de aditivos, únicamente se usarán aditivos cuando existan alguna ventaja para el producto sin presentar riesgos en el consumo; puede servir para conservar la calidad nutricional, incrementar la vida de conservación, entre otros.
- Buenas prácticas de fabricación, la cantidad del aditivo debe limitarse a la dosis mínima y la calidad del aditivo debe ser la

apropiada.

- Especificaciones de identidad y purezas de los aditivos alimentarios, los aditivos deben ser de calidad para satisfacer las especificación requeridas y recomendadas por la comisión del *Codex Alimentarius* (Codex Alimentarius, 2019).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) conjuntamente con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) son los organismos que avalúan los riesgos de los aditivos para la salud humana.

El órgano responsable de dicha evaluación es el Comité Mixto FAO/OMS de expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), dicho comité es el encargado de comprobar la inocuidad de los aditivos alimentarios ya sean naturales o artificiales es decir da el visto bueno para su uso. Dicho estudio se basa desde el criterio bioquímico, toxicológico y algún otro que se requiera.

4.2.2. Clasificación de los aditivos

Los aditivos pueden ser naturales o artificiales, dentro del grupo de aditivos naturales que pueden extraerse de semillas, grutas, algas marinas; mientras que los aditivos artificiales pueden ser antioxidantes, colorantes y edulcorantes.

En las siguientes tablas se muestran los aditivos según su función:

Tabla 6. Aditivos que modifican las características organolépticas.

SUSTANCIAS QUE MODIFICAN LOS CARACTERES ORGANOLÉPTICOS DE LOS ALIMENTOS		
Clase funcional	Definición	Funciones tecnológicas
Colorantes	Son aditivos que dan o restituyen color a un alimento.	Colorantes - pigmentos de coloración.
Acidulantes	Son aditivos que se incluyen en el alimento con la finalidad de cambiar su acidez o fortalecer su sabor.	Acidulantes
Edulcorantes	Son aditivos que ayudan a que el alimento tenga un sabor dulce.	Edulcorantes- intensos / masivos.
Potenciadores del sabor	Aditivos que realzan el sabor o aroma del alimento.	Acentuadores de aroma y aromatizantes sinérgicos.

Nota: Se muestra las sustancias que modifican los caracteres organolépticos de los alimentos tomado de (Elika, 2020).

Tabla 7. Aditivos que impiden las alteraciones de tipo químico o biológico.

SUSTANCIAS QUE IMPIDEN ALTERACIONES DE TIPO QUÍMICO – BIOLÓGICO		
Clase funcional	Definición	Funciones tecnológicas
Antioxidantes	Prolongan la vida del alimento en el almacén, protegiéndolos de los daños originados por la oxidación.	Antioxidantes, antipardeamiento, sinérgicos de antioxidantes.
Conservantes	Prolongan la vida del alimento en el almacén, protegiéndolos de los daños originados por los microorganismos.	Agentes antimicóticos, de control bacteriófagos, inhibidores de moho y hongos filamentosos, conservadores antimicrobianos, sinérgicos antimicrobianos, sustancias conservadoras.

Nota: Se muestra los Aditivos que impiden las alteraciones de tipo químico o biológicos de los alimentos tomado de (Elika, 2020).

Tabla 8. Aditivos que estabilizan el aspecto y las características físicas de los alimentos.

SUSTANCIAS QUE ESTABILIZAN EL ASPECTO Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Clase funcional	Definición	Funciones tecnológicas
Antiaglomerantes	Minimizan la tendencia de que los componentes del alimento se adhieran unos con otros.	Agentes antiadherentes, antiaglutinantes, deempolvo.
Antiespumantes	Impiden o reducen la formación de espuma.	Agentes antiespumantes, reductores de espuma. Agentes dispersantes, enturbiadores,
Emulgentes	Forman o mantienen una emulsión pareja de dos o más fases de un alimento.	plastificantes, tensoactivos, emulsionantes correctores de la densidad, estabilizadores de una suspensión.
Espesantes	Incrementa la viscosidad del alimento.	Agentes de soporte, espesantes, agentes texturizadores, aglutinantes.
Estabilizantes	Mantienen la dispersión uniforme de dos o más sustancias.	Estabilizadores, coloidales, de emulsión, de espuma.
Humectantes	Impiden la desecación de los alimentos.	Agentes de retención de agua – humedad, humectantes.

Nota: Se muestra los aditivos que estabilizan el aspecto y las características físicas de los alimentos tomado de (Elika, 2020)

Tabla 9. Aditivos correctores de las cualidades plásticas.

SUSTANCIAS CORRECTORAS DE LAS CUALIDADES PLÁSTICAS QUE AYUDAN A LA CONSECUCCIÓN DE LA TEXTURA DESEADA		
Clase funcional	Definición	Funciones tecnológicas
Almidones modificados	Son modificados para incrementar la estabilidad en altas temperaturas, concentraciones acidez y congelación.	Almidones modificados
Endurecedores	Ayudan a mantener los tejidos de frutas u hortalizas crocantes o firmes.	Agentes endurecedores
Gasificantes	Son usados para introducir dióxido de carbono en un alimento.	Gasificantes

Gelificantes	Texturizan un alimento a través de la formación de un gel.	Agentes gelificantes
Sales fundentes	Usados para reordenar las proteínas de los alimentos con la finalidad de separar la grasa.	Sales de mezcla, sales emulsionantes

Nota: Se muestra los aditivos correctores de las cualidades plásticas que ayudan a la consecución de la textura más conveniente, tomado de (Elika, 2020).

Tabla 10. Aditivos no incluidos anteriormente.

SUSTANCIAS NO INCLUIDAS ANTERIORMENTE		
Clase funcional	Definición	Funciones tecnológicas
Agentes de carga	Generan volumen y textura en ciertos alimentos.	Agentes de carga
Agentes de recubrimiento	Brindan un aspecto brillante o lo revisten con una capa protectora.	Agentes de abrillantado, de acabado en superficie, de glaseado, de revestimiento, formadores de películas y sellantes
Correctores de acidez	Controlan la acidez o alcalinidad.	Acidificantes, ácidos, agentes de regulación del pH, agentes reguladores, álcalis, bases, reguladores de acidez, soluciones reguladoras
Agentes de tratamiento de las harinas	Se añaden a la harina para mejor cocción o color de la misma.	Agentes de tratamiento de harinas, blanqueadores, mejoradores, reforzadores
Gases de envase	Se introducen en el envase antes, durante o después de su llenado, ayuda a proteger de la oxidación o descomposición.	Gases de envasado
Gases propulsores	Aditivos alimentarios gaseosos que expulsan un alimento de un recipiente.	Propulsores
Enzimas	Capaces de catalizar una reacción química específica.	Enzimas

Nota: Se muestra los aditivos que desempeñan funciones no incluidas en las tablas anteriores, tomado de (Elika, 2020).

4.2.3. Aditivos en la industria láctea

En la industria láctea al igual que en otras industrias dedicadas a la producción de alimentos para el ser humano se requiere del uso de aditivos, todo este depende de las necesidades existentes. Es importante recalcar que en el caso de las industrias ecuatorianas deben basarse en la normativa INEN para determinar las dosis requeridas. A continuación se presenta un listado de los aditivos que mayormente se usan en los productos lácteos:

Estabilizantes: Permiten mantener el estado físico químico del alimento

- Citratos de sodio.
- Citratos de potasio.

Reforzadores de la textura

- Cloruro de potasio.
- Cloruro de calcio.

Reguladores de la acidez

- Fosfatos de sodio.
- Fosfatos de potasio.
- Difosfatos.
- Trifosfatos.
- Carbonatos de sodio.
- Carbonatos de potasio.

Emulsionantes

- Lecitinas.
- Monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos.

Antiaglutinantes

- Carbonato de calcio.
- Ortofosfato tricálcico.
- Ortofosfato trimagnésico.
- Carbonato de magnesio.
- Óxido de magnesio.
- Dióxido de silicio amorfo.
- Silicato de calcio.
- Silicatos de magnesio.
- Silicato de aluminio y sodio.
- Silicato de aluminio y calcio.
- Silicato de aluminio.

Antioxidantes: ayudan a la prolongación de la vida útil de productos alimenticios ya que los protege del desgaste causado por la oxidación como por ejemplo el enranciamiento de las grasas o los cambios de color.

- Ácido L-ascórbico.
- Ascorbato de sodio.
- Palmitato de ascorbilo.
- Butilhidroxianisol.

Las dosis máximas de los aditivos en los diferentes productos varían dependiendo del mismo, para ello es importante revisar el *Codex Alimentarius* en el que se establecen los datos sobre las dosis establecidas.

Para recordar

- Los aditivos usados en la industria alimenticia permiten mejorar o mantener la inocuidad, frescura, sabor, textura o aspecto.
- Antes de añadir cualquier aditivo se debe verificar que estas sustancias no serán causantes de efectos secundarios o dañinos en el consumidor.
- El Comité Mixto FAO/OMS de expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) es el organismo internacional que se encarga de realizar las respectivas evaluaciones de la inocuidad de los aditivos alimentarios.
- Si se comercializan productos internacionalmente únicamente se pueden usar aditivos que han sido evaluados por JECFA, dicha evaluación se basa en las dosis máximas establecidas por el *Codex Alimentarius*.

UNIDAD 5

LECHE PASTEURIZADA

5.1. Origen de la pasteurización

La pasteurización fue desarrollada por Louis Pasteur, de allí su nombre; Pasteur fue un químico francés que con la realización de sus experimentos contribuyó en los avances científicos hasta la actualidad. En un inicio su descubrimiento servía para combatir el deterioro de los vinos que generaban grandes pérdidas en aquella época y luego se aplicó a la leche para su higienización. Fue el 20 de abril de 1864 que junto a Claude Bernard Pasteur ideó un proceso térmico en los líquidos que buscaba reducir o eliminar la presencia de microorganismos como mohos, bacterias, protozoos o levaduras. Básicamente la pasteurización es un proceso químico que tiene como finalidad reducir los agentes patógenos presentes en la leche, consiste en encerrar el líquido en una cuba sellada la cual se somete a altas temperaturas (véase Tabla 11) durante un periodo corto de tiempo; esta acción no altera la estructura física o química de la leche; tras la culminación del proceso el líquido se enfría rápidamente y se sella herméticamente.

Dentro de las ventajas de la pasteurización pueden resumirse en las siguientes:

- El contenido vitamínico y proteico de la leche no se altera.
- La elaboración de subproductos será de mejor calidad.
- Reduce la proliferación de microorganismos que son causantes de enfermedades transmitidas por alimentos ETA's.

Tabla 11. Combinación de temperatura – tiempo.

Nombre del proceso	Temperatura °C	Tiempo
Temperatura baja, tiempo largo	63	30 minutos
	72	15 segundos
	89	1,0 segundos
Temperaturas más altas tiempos más cortos	90	0,5 segundos
	94	0,1 segundo
	96	0,05 segundos
	100	0,01 segundos

Nota: Se muestra en la Tabla 11 las combinaciones de la temperatura y el tiempo para la pasteurización de la leche, tomado de (Guaraca & Guaraca, 2019).

Dentro de los métodos de pasteurización más comunes se encuentran:

- LTLT que significa “*Low temperatura, log time*” es decir mientras más baja es la temperatura el tiempo de pasteurización es más largo.
- HTST: significa “*High temperatura, short time*” por lo cual mientras la temperatura es más alta los tiempos de pasteurización son más cortos.

La leche pasteurizada es aquella que se somete a un tratamiento térmico que se conoce como pasteurización, a través del cual se busca eliminar o reducir los patógenos presentes, al tratarse de un producto vivo se requiere que sea conservada en frío.

De acuerdo con lo establecido en la Norma INEN 0010 la leche pasteurizada es:

La leche cruda homogenizada o no, que ha sido sometida a un proceso

térmico que garantice la destrucción total de los microorganismos patógenos y la casi totalidad de los microorganismos banales (saprofitos) sin alterar sensiblemente las características físicoquímicas, nutricionales y organolépticas de la misma (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

En la misma normativa se reconoce 3 tipos de leche pasteurizada: entera, semi descremada y descremada. Además dentro de las condiciones para la producción en el territorio ecuatoriano se debe considerar los siguientes aspectos:

- Debe ser enfriada de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- La leche que se va a usar en el proceso de pasteurización debe someterse a una limpieza.
- La leche debe estar limpia, con un color normal y libre de calostro.
- No deben contener cualquier tipo de sustancia extraña.

Muchas personas suele preguntarse ¿Por qué consumir leche pasteurizada?, y la respuesta es fácil, este tipo de leche no ha perdido sus vitaminas; es un producto seguro ya que se han eliminado los posibles patógenos que pudiesen existir sin que sus nutrientes se vean afectados; su sabor es más natural asemejándose al de la leche cruda; es un producto vivo por ende actúa como probiótico y finalmente es un producto que tiene una fecha de caducidad corta por lo que puede ser comercializada permanentemente existiendo así una interacción entre el productor y el consumidor.

5.2. Tipos de pasteurización

Dentro de los métodos de pasteurización se encuentran:

- Lenta o por lotes LTLT.
- Rápida o continua HTST.
- Ultra altas temperaturas UHT.

Pasteurización LTLT o por lotes

Fue el primero método que se usó para la pasteurización, el proceso consiste en calentar la leche en un recipiente estanco a 63 °C por 30 minutos para posteriormente dejar que se enfríe hasta que su temperatura se encuentre en los 4 y 0 °C de acuerdo a los requerimientos del productor. Aproximadamente debe esperarse por lo menos 24 horas para proceder con el envasado.

Las ventajas de este tipo de pasteurización son:

- El valor nutritivo de la leche se conserva mejor.
- Los mohos y la levadura son eliminados.
- La leche puede usarse por una semana máximo.

Mientras que sus desventajas se resumen en:

- El enfriamiento de la leche es lento por lo que incluso puede pasar más de 24 horas en este proceso.
- El tiempo requerido para la pasteurización es muy largo y el espacio empleado para volúmenes grandes es extenso.
- La eficacia para la eliminación de los microorganismos es baja

(Tipán & Flores, 2018).

Pasteurización continua HTST

Este tipo de pasteurización es considerado como el más ideal, debido a la exposición de la leche a altas temperaturas por un corto periodo de tiempo, además se requiere de pocos equipos para este proceso. El proceso se basa en pasar la leche cruda por medio de un intercambiador a 4 °C que proviene del tanque enfriador, en el primer tramo se precalienta a 58 °C y este espacio es conocido como zona de regeneración. Al salir de esta área la leche debe pasar por filtros para la eliminación de impurezas residuales que pudieron quedar del proceso anterior; continúa la leche a los intercambiadores de calor hacia la zona en la que se calienta hasta los 73 °C por medio del vapor de agua sobrecalentada, una vez alcanzadas estas temperaturas la leche ingresa a la sección en la que debe mantenerse en esta temperatura por un tiempo de 15 a 20 segundos. Existe dos sub métodos de pasteurización HTST y es por Batch o lotes y por flujo continuo, en cualquiera de los casos la temperatura debe ser la misma (Tipán & Flores, 2018).

Las ventajas de este tipo son:

- El equipo que se requiere es reducido por lo que se verá una reducción en los costos de mantenimiento.
- Al ser un sistema cerrado se evita la contaminación.
- El tiempo de vencimiento se alarga hasta 5 días con respecto de la leche pasteurizada lentamente siempre y cuando se mantenga en refrigeración a una temperatura no mayor a 8 °C.

Contrariamente como desventajas se encuentran:

- Se requiere de controles estrictos durante el proceso de producción.
- La leche debe estar en refrigeración para que no exista crecimiento de gérmenes que no han sido eliminados completamente.
- Cuando se abra el envase la leche debe ser consumida en máximo 4 días.

Pasteurización UHT Ultra altas temperaturas

Este proceso de flujo continuo y debe mantener la leche a una temperatura mayor al del tipo HTST y puede rondar los 138 °C por un tiempo de al menos 2 segundos, debido a su corto periodo de tiempo la degradación del alimento es mínima (Tipán & Flores, 2018).

Las ventajas de usar este tipo de pasteurización son:

- Se asegura la destrucción de patógenos.
- Si se envasa en condiciones asépticas se evita una contaminación posterior.
- No requiere de refrigeración.
- Su tiempo de conservación es de aproximadamente 6 meses.

En cuanto a sus desventajas se muestran:

- Existe una afectación a algunos de los componentes de leche: concentración de sales, coagulación de lacto albúmina, y en parte se destruyen las vitaminas.

- Se sugiere que se someta a procesos de depuración como la centrifugación de manera que se eliminen leucocitos, conglomerados de caseína y restos orgánicos.

5.3. Proceso industrial de la leche pasteurizada

5.3.1. Descripción del proceso

Para el proceso de la elaboración de la leche pasteurizado se debe seguir los siguientes pasos:

a. Recepción de la materia prima

En esta etapa se debe recolectar y almacenar la leche, la cual debe estar en óptimas condiciones, es decir debe cumplir con las normas de calidad establecidas en la normativa vigente. La leche debe permanecer en refrigeración ya que esto hará que el crecimiento bacteriano sea más lento. Es importante recordar que la leche recién ordeñada suele estar a una temperatura de 37°C lo cual resulta un caldo de cultivo excelente para cualquier tipo de bacteria; por lo cual debe ser enfriada a 4°C.

b. Estandarización de la grasa

Proceso en el que se igualan los componentes de la leche, de forma que contengan los componentes reglamentados por las entidades legales. Por medio de la estandarización se garantiza que la leche cuente con la misma cantidad de grasa, proteínas, sólidos, minerales, vitaminas y lactosa.

Dependiendo del contenido de grasa, se puede clasificar en:

- Leche entera tiene un 3% de grasa mínimo.
- Leche semidescremada posee de 1.5% a 2% de contenido graso.
- Leche descremada de 0.1 a 0.5% de grasa.

c. Pasteurización

Es el tratamiento al que debe someterse la leche para que se destruyan los patógenos, como ya se mencionó existen 3 clases de pasteurización y ya dependerá de los requerimientos de los productores para seleccionar el que más se adapte a la producción. Posterior a la pasteurización la leche debe mantenerse en refrigeración a una temperatura $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ según la Norma INEN 0010.

d. Depósito de regulación

En algunas situaciones y con la finalidad de adecuar los caudales de los sistemas de pasteurización a los envasadores se puede colocar un tanque a modo de regulador; teniendo en cuenta que al incrementarse un elemento en la máquina se puede llegar a producir algún tipo de comunicación.

e. Recepción y almacenamiento del material envasado

En esta etapa se receipta y almacena el material envasado, su control tiene por objetivo identificar cualquier deficiencia de origen que puede presentar el material es decir que no cumpla con las especificaciones previstas y evitar su deterioro o contaminación antes de ser usado. El material para el envase puede ser de vidrio, cartón, polietileno u otro que esta previamente autorizado.

f. Envasado

Los envases deben estar previamente esterilizados y cerrados herméticamente, se procede a llenar los envases con la leche, debe mantenerse la salubridad en todo momento para garantizar un producto de calidad y libre de contaminantes.

g. Almacenamiento

Corresponde al periodo que transcurre desde el momento en que el producto final requiere ser enviado al lugar de almacenamiento para esperar su distribución. Debido al material del envase se debe tener mucho cuidado durante su almacenamiento y distribución con el propósito de mantener la hermeticidad. La leche pasteurizada debe conservarse en refrigeración para disminuir el desarrollo de la flora microbiana sobreviviente de la pasteurización.

h. Distribución

En esta etapa se procede a expender el producto desde el almacenamiento hasta el consumidor.

5.3.2. Flujograma de procesos

A continuación se presenta el flujo de procesos para la elaboración de la leche pasteurizada, para lo cual se ha tomado como referencia la investigación realizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA (2000).

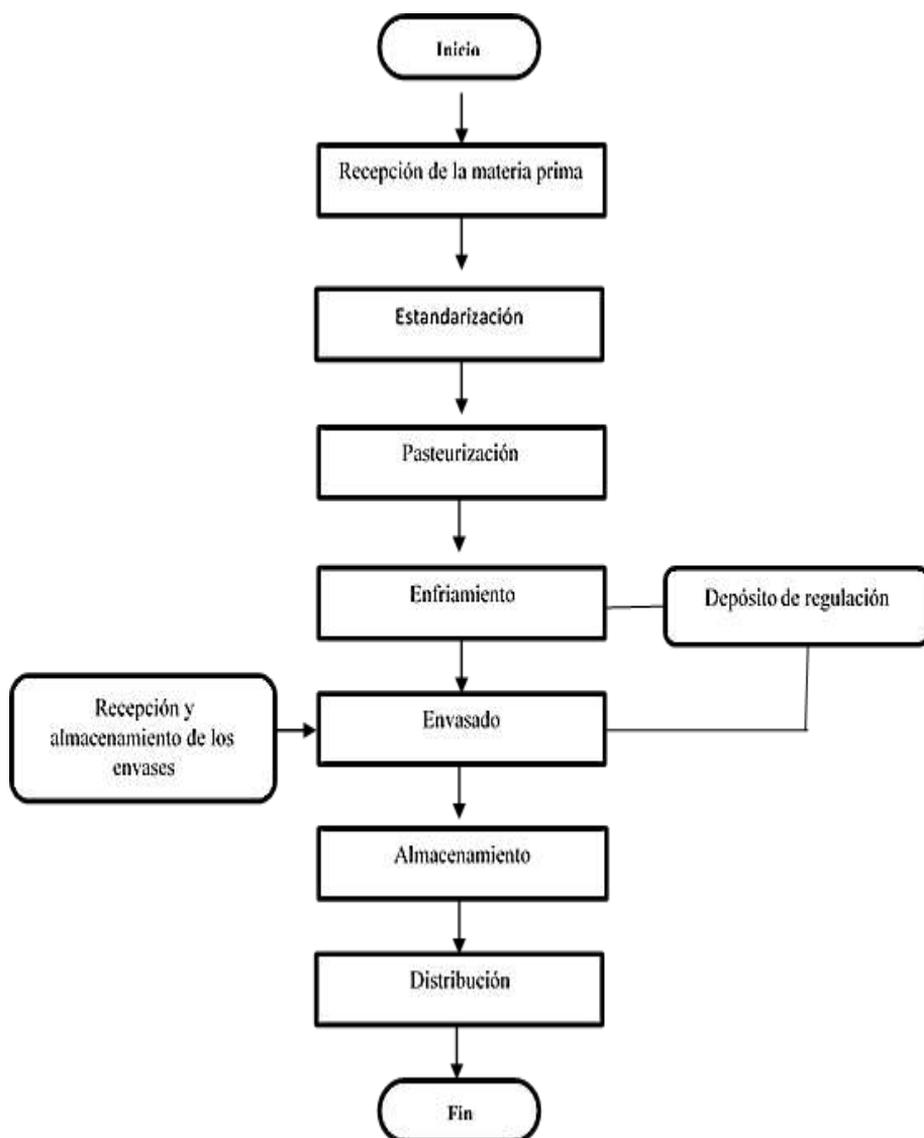


Figura 50. Flujograma de procesos leche pasteurizada.

Nota: Se presenta en la Figura 50 el proceso para la elaboración de leche pasteurizada, tomado de (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, 2000).

5.4. Leche pasteurizada normativa ecuatoriana

La industria en el Ecuador debe basarse en la Normativa INEN dependiendo del tipo de producto que se esté elaborando, en el caso de

la leche pasteurizada se dispone de la Norma INEN 0010, en la que se establecen los siguientes parámetros:

Dentro de los requisitos específicos se señalan los siguientes:

- Las características organolépticas deben ser normales en la leche pasteurizada.
- No debe ser comercializada al público si el producto ya ha cumplido con su tiempo de vida útil, es decir máximo 5 días después de su pasteurización.
- Opcionalmente puede adicionarse vitaminas y minerales siempre y cuando se cumpla con la normativa nacional (NTE INEN 1334-2).
- En cuanto a los requisitos físico y químicos se debe dar cumplimiento a las especificaciones correspondientes (Anexo 1, 2 y 3).

Haciendo referencia a los requisitos complementarios se tiene:

- La leche pasteurizada que ha sido envasada esta lista para el consumo no debe ser reprocesada y debe ser comercializada en su envase original.
- Si se utilizan envases de polietileno debe especificarse que son “no reutilizables” y debe contener el signo de “reciclable”.
- La leche pasteurizada debe mantenerse en una cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y expendio a una

temperatura de 4°C, a +- 2°C.

- El almacenamiento, distribución y expendio de la leche pasteurizada debe realizarse en su envase original.

Acerca del envase la normativa menciona que debe realizarse en recipientes cuyo material sea aprobado por la Autoridad Sanitaria competente, debe poseer cierres herméticos e inviolables, libres de defectos de manera que se garantice la calidad de su contenido evitando alterar las características organolépticas y fisicoquímicas.

En lo referente al rotulado haya que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La rotulación del producto debe contener los elementos señalados en el RTE INEN 022.
- Para designar el nombre del producto se debe considerar el numeral 3 de esta norma que habla sobre la clasificación de la leche pasteurizada.
- En caso de haberse añadido vitaminas debe indicarse el aporte vitamínico por porción o por cada 100 cm^3 de leche; así también debe especificarse sus aportes en función de la NTE INEN 1334-2.
- La etiqueta no debe contener leyendas de significado ambiguo, gráficos o adornos que confundan o engañen al consumidor, tampoco descripciones que no han sido comprobadas.

- Las inscripciones deben ser impresas de forma permanente, legibles a simple vista y hechas de tal forma que no desaparezcan fácilmente.

UNIDAD 6

PROCESAMIENTO DE QUESOS

6.1. Definición, clasificación y composición

6.1.1. Definición

Antiguamente se usaba los estómagos de los animales para transportar la leche, gracias a las enzimas presentes en sus paredes la renina provocaba después de un tiempo que las proteínas lácteas se coagulen y exista la separación del suero, formando un producto apto para el consumo humano. En los últimos años la elaboración de quesos frescos ha sido de vital importancia tanto en los países cuya producción era tradicional como en aquellos en los que el queso no era una opción alimenticia.

Gracias a este desarrollo internacional se logró identificar diversos factores que eran favorables, como por ejemplo: la calidad higiénica ya sea por su cadena de producción o por el efecto positivo de las bacterias lácticas presentes, el valor nutritivo, el empaque el cual era variado y poco costoso; el alto rendimiento, las nuevas técnicas, sencillez de los procesos, entre otros (Sánchez, 2015). Se presentan diferentes definiciones acerca del queso desde la perspectiva de diferentes autores:

- Es el producto final que se obtiene de la coagulación de la leche usando agentes coagulantes o cuajo y debe eliminarse el suero obtenido (Madrid, 1999 citado por Sánchez, 2015).
- Desde el criterio físico químico el queso es una sistema tridimensional de tipo gel, el cual se forma por la caseína

integrada en un complejo caseinato fosfato calcio, el que por coagulación alberga glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias; las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o se mantienen en la fase acuosa retenida (Ramírez & Vélez, 2012).

- El queso es definido como un producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no y que puede encontrarse recubierto; la caseína y las proteínas no deben superar a la leche, se obtiene a través de la coagulación total o parcial de la proteína de la leche o por medio de técnicas que comportan la coagulación de la proteína (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

6.1.2. Clasificación

Se muestra a continuación las diferentes clasificaciones del queso.

Por el tipo de leche utilizada:

- Quesos de vaca.
- Quesos de oveja.
- Queso de cabra.
- Quesos de mezcla: son aquellos que se elaboran usando 2 o 3 leches en diferentes proporciones.

Por el contenido de humedad: se basa en el porcentaje de humedad del queso sin considerar la grasa (%HSMG o conocido como %HQD que hace referencia al % de humedad del queso desnatado).

- Duro: entre 49 y 56% de humedad.

- Extraduro: menos del 51% de humedad.
- Semiduro: entre 54 y 63% de humedad.
- Semiblando: entre 61 y 69% de humedad.
- Blando: más del 67% de humedad.

Por el contenido de grasa láctea: se basa en el porcentaje de grasa sobre el extracto seco (%G/%ES) es decir el % de materia se calcula sobre la masa del queso después de descontarse el suero).

- Rico en grasa: más del 60% G/ES.
- Entero o graso: entre 45 y 60% G/ES.
- Semidescremado: entre 10 y 25% G/ES.
- Descremado: menos del 10% G/ES.

Por su maduración:

- Queso fresco: no tiene ninguna maduración, se consume al terminar con su elaboración.
- Queso tierno: maduración de 7 días cualquiera que sea su peso.
- Quesos semicurados; maduración de 20 a 35 días con un peso de más o menos 1,5 kg.
- Queso curado: maduración de 45 a 105 días con un peso de más o menos 1,5 kg.
- Queso viejo: maduración de 100 a 180 días con un peso de más o menos 1,5 kg.
- Queso añejo: maduración de más de 270 días su peso debe superar los 1,5 kg.

Por su gusto o intensidad: probablemente sea considerada como la

clasificación menos científica ya que la percepción del sabor es personal y subjetiva, sin embargo la más aceptada es la que se muestra a continuación:

- De intensidad fresca o dulce, su sabor es ligeramente ácido y láctico, los de intensidad dulce son de cremosidad alta o con poca maduración.
- De intensidad poco pronunciada, lo conforman los quesos de maduración corta y con un sabor a leche y mantequilla.
- De intensidad pronunciada, su maduración es en su punto y predominan los sabores a frutos secos, vegetales, cereales, por ejemplo de pasta cocida afrutados (gruyere), azules de pasta blanca, o quesos de cabra prensados.
- De intensidad fuerte, aquellos que tienen un toque picante mezclado con referencias de animales, puede incluso ser salado, como por ejemplo los quesos azules (fourme d'Ambert).
- De intensidad muy fuerte, se conforma por aquellos quesos cuyo sabor dura más, es picante y acre que los de intensidad fuerte, incluso pueden tener más sal; se presentan algunos quesos azules, añejos y de doble fermentación.

Según el tratamiento de la leche

- De leche cruda.
- De leche microfiltrada.
- De leche termizada.
- De leche pasteurizada.

Según el productor

- De granja, son elaborados con métodos tradicionales, suelen ser de calidad pero limitados.
- Artesanales, se fabrican en pequeñas queserías generalmente familiares y se siguen los métodos tradicionales.
- De cooperativa, aquellos que son elaborados de leches de otras personas, su fabricación es semi automatizada y se combina la seguridad y la productividad.
- Industriales, aquellos que para el proceso de fabricación es automatizado y a gran escala, al mezclarse la leche de diferentes productores debe ser estabilizada y homogeneizada con procesos como la pasteurización.

Desde el criterio de la normativa ecuatoriana vigente se reconocer la siguiente clasificación:

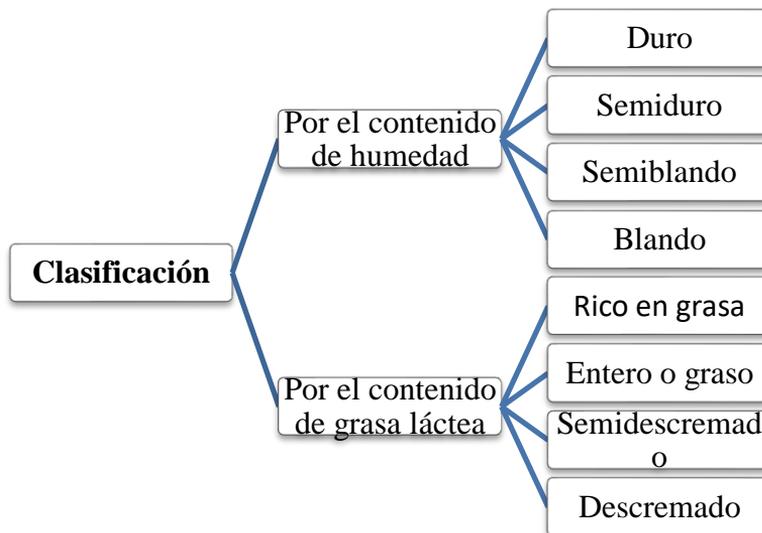


Figura 51. Clasificación de los quesos.

Nota: En la Figura 51 se presenta la clasificación de los quesos basándose en la Norma INEN 1528:2012, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

Tabla 12. Normativa ecuatoriana para cada tipo de queso.

Tipo	Humedad % max. NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco, % m/m mínimo NTE INEN 64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero o graso	-	45
Semidescremado	-	20
Descremado	-	0,1

Nota: En la Tabla 15 se presenta el % de humedad y de grasa que deben poseer los diferentes tipos de quesos desde la normativa ecuatoriana, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

6.1.3. Características

El queso cuenta con la mayoría de propiedades nutricionales que la leche y a excepción de la lactosa los otros componentes tienen mayor concentración. Además de su aporte proteico es una fuente importante de calcio, fósforo, riboflavina y vitamina A.

Tabla 13. Composición química de la leche y el queso.

	Leche entera de vaca	Queso fresco
Humedad %	87,5	46,57
Grasa %	3,5	18-29
Proteína %	3,5	17-21
Ceniza %	0,7-0,9	-
Lactosa %	4,7	-
Calcio %	1,3 - 1,8	-
Fósforo	1.0 - 2.3	-
Sal	-	1.0 - 3.0
pH	6.7	6.1
Valor nutrimental	62 -66	225+-37

Nota: Se presenta una comparación de la composición química y el valor nutritiva tanto de la leche como del queso fresco, tomado de (Ramírez & Vélez, 2012).

Dentro de los alimentos lácteos, el queso es el producto que es provee

mayor cantidad de proteínas al organismo del ser humano, las mismas que al ser derivadas de la leche contienen un alto valor biológico, el queso azul cuenta con vitamina B debido a la presencia del mohog; la vitamina A se encuentra en los quesos grasos y semigrasos; el consumo del queso garantizará un estado físico saludable siempre y cuando sea moderado ya que su valor de lípidos es alto.

6.2. Proceso industrial del queso

6.2.1. Descripción del proceso

a. Recepción y tratamiento de la leche

La leche es proclive a sufrir algún tipo de contaminación, antes, durante o después del ordeño, por tal razón es indispensable que se realice la pasteurización; con esto no se quiere decir que este proceso sea un sustituto de higiene al contrario para que un producto sea de calidad se requiere que la materia prima se encuentre en óptimas condiciones.

La leche ordeñada en granjas tiene una temperatura de 37 °C lo cual es ideal para la proliferación de todo tipo de bacterias, por lo que al recibirse en el centro de producción debe reducirse su temperatura entre 4 y 6 °C, para lo cual se recomienda el uso de cisternas o tanques de acero inoxidable. Los tratamientos previos de la leche pueden variar dependiendo del tipo de queso que se planea elaborar.

Aunque exista la certeza de que la leche está de calidad, se debe limpiar e higienizar en una centrífuga de alta velocidad para posteriormente proceder a la pasteurización, con esto se busca que la calidad de la leche sea óptima en toda la cadena productiva. Al elaborar quesos con leche

pasteurizada se obtiene una cuajada más dura que la de una leche cruda. Cenzano citado por (Sánchez, 2015) mencionada que en los tratamientos previos se puede mejorar la disposición de la leche para la coagulación a través de la adición de:

- Cultivo de bacterias lácticas, ayuda a la acidificación de la leche y por ende facilita su coagulación a través de la transformación de la lactosa en ácido láctico. Al adicionar dichos cultivos la temperatura suele estar entre los 30 y 36 °C y se permite que crezcan por algunos minutos.
- Cloruro cálcico, ayuda a la coagulación y aumenta el contenido de calcio en la leche, suele añadirse de 10 a 20g por cada 100 litros de leche.
- Nitrato potásico, actúa sobre las bacterias inhibiendo su crecimiento, ya que las mismas podrían provocar gases que afectarían al sabor del queso. La dosis máxima es de 20g por cada 100 litros de leche.
- Colorantes permitidos los cuales deben ser naturales.
- Mohos que contribuyan al desarrollo de aroma y sabor en el proceso de maduración.

b. Coagulación y separación del suero

Para la coagulación pueden usarse agentes coagulantes, ácido láctico o cuajo. Si la coagulación se la realiza con el uso del cuajo se debe considerar factores como la acidez que al ser alta y al combinarse con un pH bajo la verificación de la caseína será más rápida. La coagulación con empleo de enzimas consiste en añadir el cuajo a la leche para que

conjuntamente con las enzimas la coagulación se realice en periodos de tiempo que pueden ir entre 28 a 45 minutos a una temperatura entre 28 a 38 °C, todo depende del tipo de queso a elaborar. Cuando la leche se ha coagulado por acción del cuajo añadido se obtiene los siguientes subproductos:

- Cuajada, después de diferentes procesos se convertirá en queso.
- Suero, se compone de lactosa y sales es coproducido con la elaboración del queso.

Cuando ha finalizado la coagulación se debe cortar la cuajada para ello se usa la lira dentro de la tina de pasteurización de manera que el suero presente escape. El tamaño del corte depende del tipo de queso a elaborar, si el objetivo es que la humedad del producto sea mínima los coágulos deben cortarse en pedazos pequeños, si se requiere con mayor humedad deben ser pedazos más grandes.

El desuerado de la cuajada debe realizarse de la manera adecuada y el momento preciso, ya que si el grano no ha logrado su consistencia, humedad y acidez requerida, más tarde se obtendrá un queso demasiado blando y con exceso de humedad o contrariamente si el desuerado se realizó muy tarde la pasta del queso será seca y dura, es por ello que es una etapa muy delicada en el proceso de producción.

c. Moldeado y prensado previo

Finalizado el desuerado la cuajada puede ser trasladada a los moldes o a su vez puede dejarse en la tina para que se acidifique. Al colocar la cuajada en los moldes de manera inmediata tras el desuerado la masa de

grano es pre prensada, el grano se masifica liberando el suero por los espacios dejados, y la masa de queso tendrá una consistencia compacta; mientras que si se deja la cuajada en la tina y luego es llevado al molde la masa de queso tendrá más porosidad y será más abierta.

d. Moldeado

El molde puede tener diferentes formas y su objetivo es la masificación de los granos y de dar la forma y tamaño del queso. Antes de introducirse al molde la cuajada debe recubrirse con un lienzo, preferentemente que sea de tela metálica plastificada para ayudar a la salida de cualquier resto de suero, se debe estirar bien para evitar rasgaduras en la superficie del queso. El tamaño y forma del queso es importante ya que de esto depende la relación de volumen y superficie que tiene una injerencia en la calidad final (Guzmán, 1990 citado por Sánchez, 2015).

e. Prensado

A través del prensado se busca eliminar el suero que aún esté presente en la masa y que al ser eliminado esto brindará mayor dureza a la misma, este proceso puede variar tanto en intensidad como en duración dependiendo de las características esperadas en el producto final. Si el prensado no se ha realizado de la forma correcta, podría quedarse aire en el medio de los granos de la cuajada lo cual produciría quesos granulares, contrariamente si no queda espacio para el aire debido al excedente de suero los granos terminan fundiéndose entre ellos, provocando la formación de gases que en el proceso de maduración originarán burbujas redondeada u ovaladas como los quesos Gruyere y Emmental.

e. Salado

Posterior al prensado los quesos deben ser salados, para ellos se puede colocarlos en baños de salmuera o poner la sal directamente sobre la corteza. Con el salado del queso se logra mayor conservación, minimizar la evolución de agentes indeseables, seleccionar la flora normal del queso, que sea más apetecible, ayuda a la peptización al producirse mayor salida del suero.

La sal en la masa del queso se integra al agua que tiene la cuajada y ayuda en la maduración al regular el crecimiento bacteriano así como la desintegración de los productos de degradación de las proteínas. Generalmente los quesos son salados luego del prensado o auto prensado y otros durante su elaboración. Al finalizar el proceso deben mantenerse refrigerados y preparados para su respectiva distribución o para su maduración.

f. Salida y control

Después de realizar los respectivos controles de calidad se da por finalizado el proceso, la prueba definitiva es la degustación. Se procede a realizar el proceso de distribución para su comercialización en el mercado.

6.2.2. Flujograma

A continuación se presenta el flujograma de proceso para la elaboración de queso fresco:

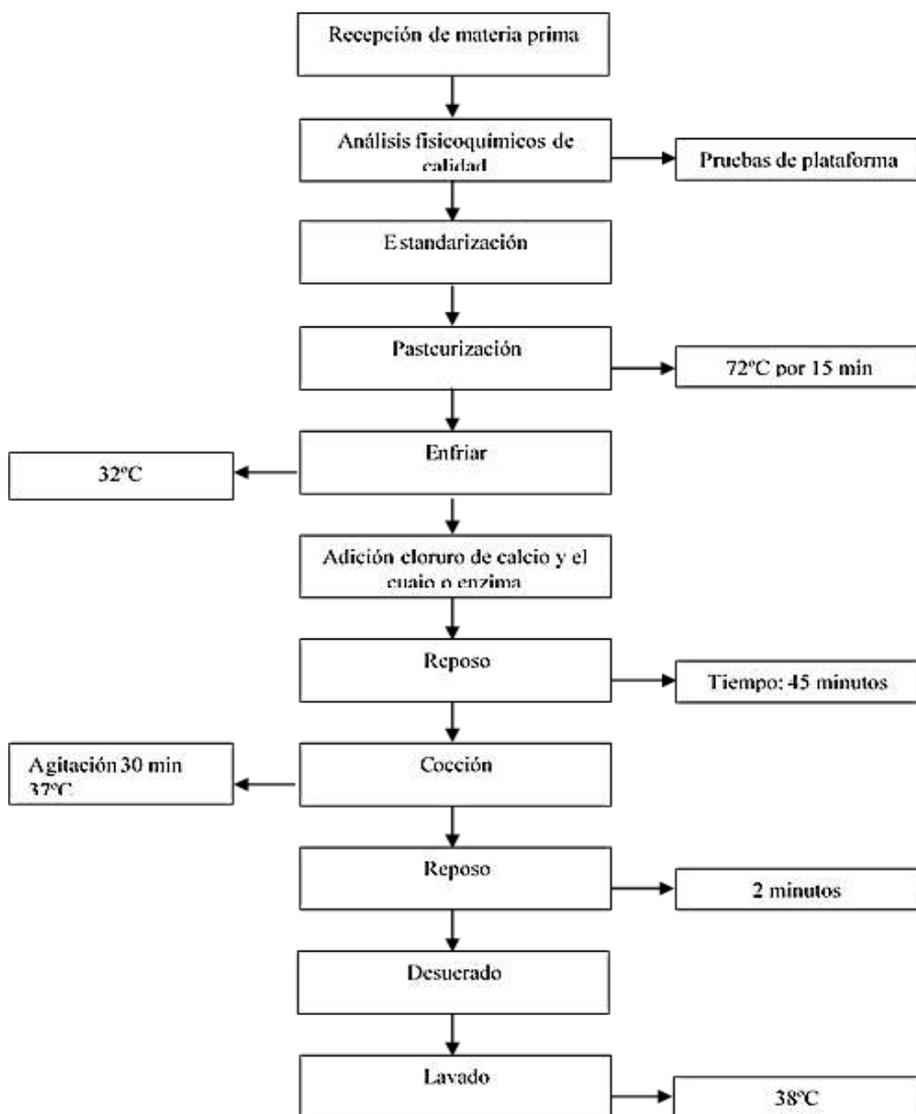


Figura 52. Flujograma de procesos de quesos.

Nota: Se presenta en la Figura 52 el proceso para la elaboración de queso fresco, tomado de (Sánchez, 2015).

6.3. Fabricación de diversos tipos de quesos

Como se ha mencionado existen varios tipos de quesos que son elaborados, cada uno de ellos posee su propio proceso dependiendo de

sus requerimientos, tal como se muestra a continuación.

Elaboración del queso blanco argentino

Es un queso de muy alta humedad no madurado que se obtiene por la coagulación mixta aunque existe predominio de acidificación láctica.



Figura 53. Queso blanco.

- La recepción de la materia prima, es decir la leche debe estar parcial o totalmente descremada con una acidez de 13 18 °C.
- La pasteurización es obligatoria.
- Se debe agregar el fermento (CaCl_2), adicionando 0,2 - 0,4 g/l de leche, lo cual permite mejorar la coagulación también puede usarse bacterias lácticas específicas mesófilos en una proporción del 2%.
- Agregar el coagulante, su adición es baja por ejemplo 0,1 ml/l de leche, aunque esto varía de acuerdo a la fuerza del cuajo.
- Corte y desuerado, extraída la cuajada se debe realizar un corte en cruz y se coloca sobre un recipiente de escurrido que debe ser provisto de una tela suiza por un tiempo entre 10 a 12 horas.
- Salado y homogeneización, después del desuerado es necesario

estabilizarla para ello se puede usar un molino afinador para que la cuajada tenga un aspecto fino, untuoso y suave. El salado, es realizado sobre la pasta usando cloruro de sodio en una dosis del 1%.

- Envasado y refrigeración, se procede a envasar en vidrio o pastico y se conserva en refrigeración, se conserva de 15 a 20 días a 4 °C.

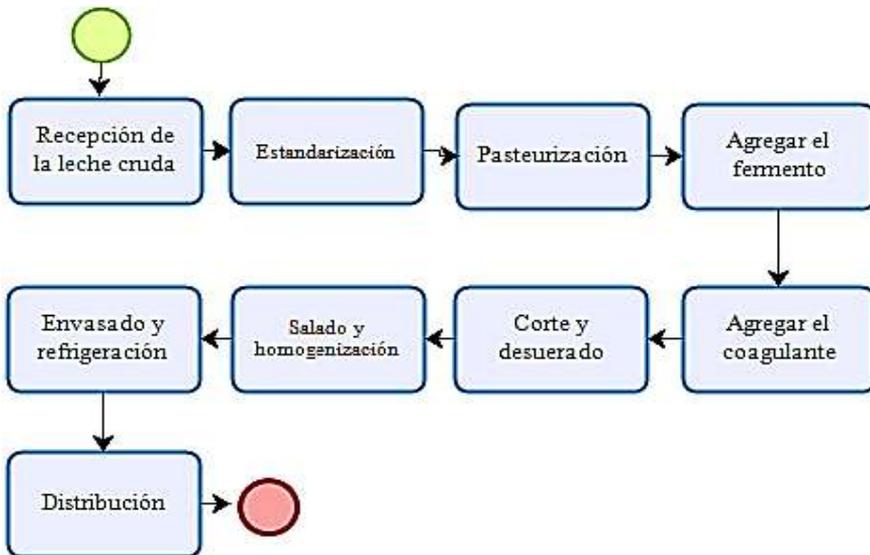


Figura 14. Flujograma de proceso de queso blanco argentino.

Nota: Se presenta en la Figura 54 el proceso para la elaboración de queso blanco argentino, tomado de (Universidad Nacional de la Plata, 2017).

Elaboración del queso azul

El Roquefort es un queso azul de origen francés, el cual se obtiene de la coagulación de la leche por medio del cuajo o enzimas apropiadas así también se utilizan hongos específicos (*Penicilium roquefortii*) que pueden



Figura 55. Queso azul.

complementarse por hongos o levaduras las cuales son responsables de otorgarles al producto sus características distintivas.

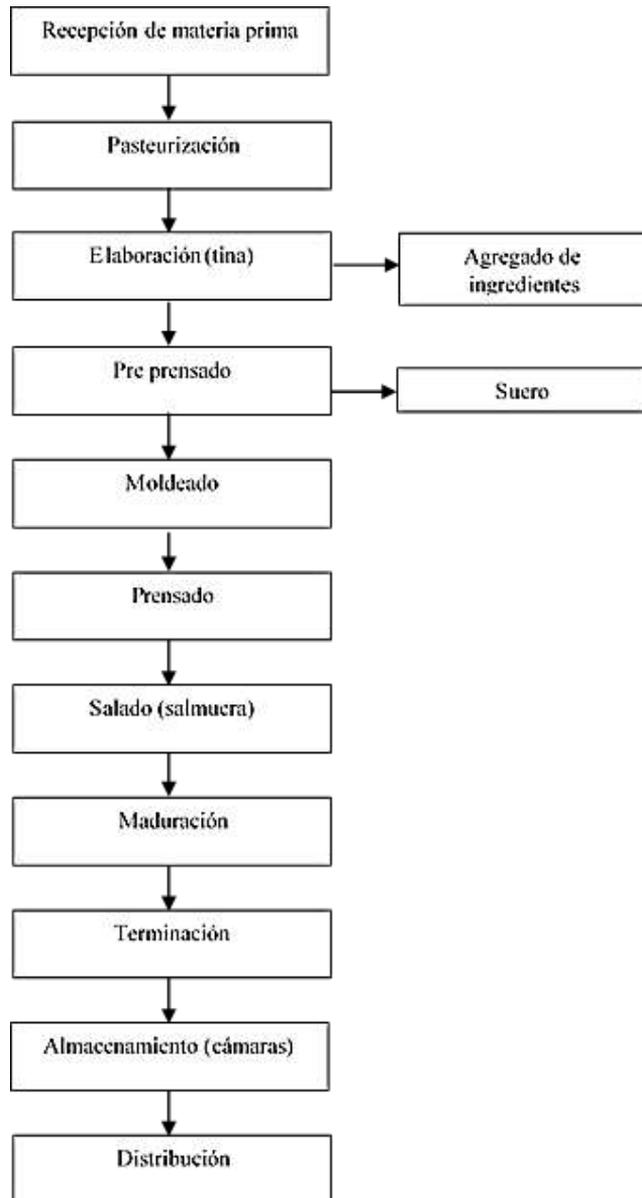


Figura 56. Flujograma de proceso de queso azul.

Nota: Se presenta en la Figura 56 el proceso para la elaboración de queso azul, tomado de (Manfrey, 2023).

- La leche como materia prima debe ser de buena calidad, higienizada y pasteurizada, con una acidez entre 15 y 17 °C, pH de 6,6 a 7 y materia grasa entre 3,8 y 4,2%.
- El fermento seleccionado es el mesófilo, *Streptococcus lactis* y *cremoris* en una medida del 2 al 3% del total de la leche, incorporándose a una temperatura entre 25 a 30 °C y se combina con cultivos de *Penicilium roquefortii*,
- Para determinar la cantidad de la sustancia coagulante depende de la cantidad de la leche, el cuajo, tiempo y temperatura.
- Se coagula a 30 ° C por un tiempo entre 60 y 90 minutos.
- El corte debe realizarse en grandes curvos de 2 a 3 mm de arista y se debe dejar reposar entre 5 y 10 minutos.
- Agitación lenta por un tiempo de 40 a 60 minutos.
- Se debe llenar el molde por capas e intercalando entre ellas por espolvoreo el cultivo de hongos.
- Para el prensado se debe apilar los moldes virando 3 veces durante las 2 primeras horas, debe mantenerse a temperatura ambiente hasta el siguiente día.
- El salado debe hacerse en solución de salmuera al 20% a 10-12 °C por 48 horas.
- Perforación se realiza con la ayuda de acero inoxidable para perforar las caras del queso abundantemente.

- Maduración, debe realizarse en una temperatura entre 8 a 10 ° C y 95 % de humedad por un tiempo estimado de 25 a 45 días.
- Para el acondicionamiento comercial se deben embalar en proporciones o enteros con papel aluminio o al vacío y deben mantenerse refrigerados (Universidad Nacional de la Plata, 2017).

Elaboración de queso Gouda

El queso tiene un color amarillento y es de origen holandés.



Figura 57. Queso gouda.

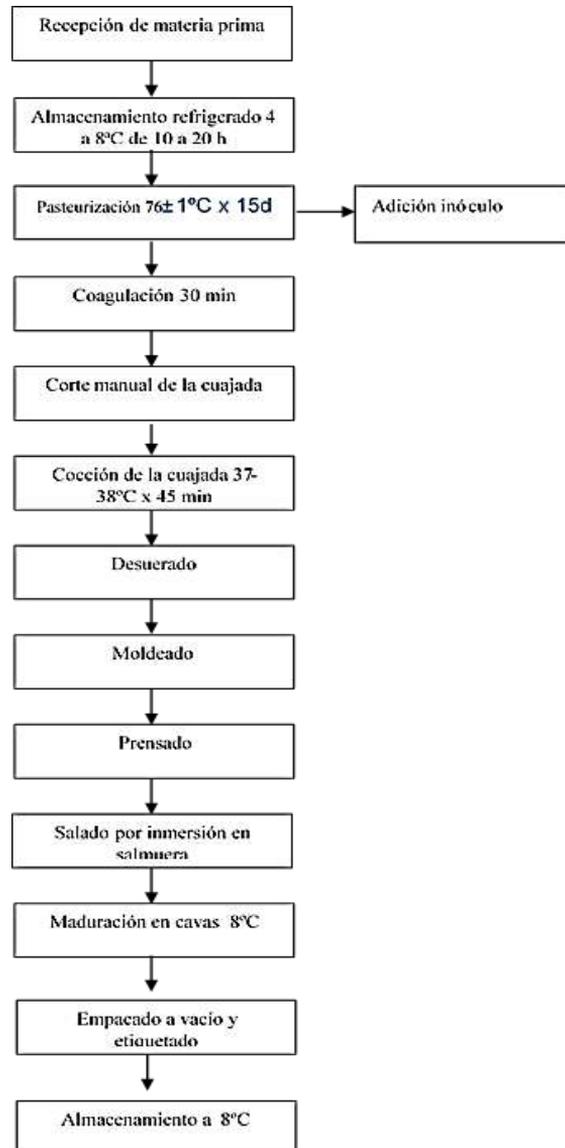


Figura 28. Flujograma de proceso de queso gouda.

Nota: Se presenta en la Figura 58 el proceso para la elaboración de queso gouda,

tomado de (Dávila, Reyes, & Corzo, 2006).

- La leche deber ser de calidad, higienizada y pasteurizada, con acidez entre 15 y 17 °, pH de 6,6 a 7, la materia grasa de 3,2%, calcio de 20 a 30 gramos por cada 100 litros de leche y el colorante de 4 a 6 ml por cada 100 litros de leche.
- El fermento debe incorporarse a una temperatura de 30 °C y puede usarse fermento seleccionado mesófilo: *Streptococcus lactis* y *cremoris*.
- La cantidad para la sustancia coagulante depende de la cantidad de la leche el cuajo y la temperatura.
- La temperatura de coagulación es de 32 °C por un tiempo de 30 a 40 minutos.
- El corte debe ser en granos de maíz.
- La agitación debe ser lenta por 15 minutos, dejar reposar y eliminar el 35% del suero.
- Para la cocción se debe reiniciar la agitación con mayor rapidez, debe adicionarse agua caliente (70-80 °C) en forma de lluvia con una cantidad no mayor al 20%, el calentamiento debe ser entre 36 y 39 °C por 30 o 40 minutos.
- Se debe realizar por 15 minutos el pre prensado.
- Se procede a llenar los moldes.
- Se debe realizar el prensado virando 3 veces las dos primeras horas a temperatura ambiente.
- Para el salado se debe colocar los quesos en agua fría (5-8 °C) por 2 o 3 horas antes del salado, luego se sumerge en solución de salmuera al 10% a 10 – 12 °C por 48 horas.
- Se debe madurar en un ambiente con una temperatura de 13 a 15

°C y 85% de humedad.

- Finalmente se lavan y se embalan enteros con papel plástico impermeable hasta que completen los 60 días de maduración a entre 10 – 12 ° C y a una humedad entre 85-90%.

Queso cheddar

Es uno de los quesos más fáciles de reconocer, debido a su color naranja característico; las tonalidades del producto varían del tiempo de maduración. Es un queso semi maduro cuya corteza tiene un sabor ligeramente ácido, su maduración va desde los 30-45 días.



Figura 59. Queso cheddar.

En lo referente a la producción, la cuajada del queso se forma en el momento que la leche se coagula con el cuajo, posteriormente se corta y se prensa, se muele, sala y se deja madurar. Los bloques tienen un tamaño estándar de 18.1 kg a 290.3 kg con los granos de cuajada salados y molidos o se colocan en tambores de 226.8 kg; puede tener un periodo de maduración de 2 a 3 semanas para obtener un queso cheddar suave maduro y más de un año para tener un queso cheddar extra maduro.

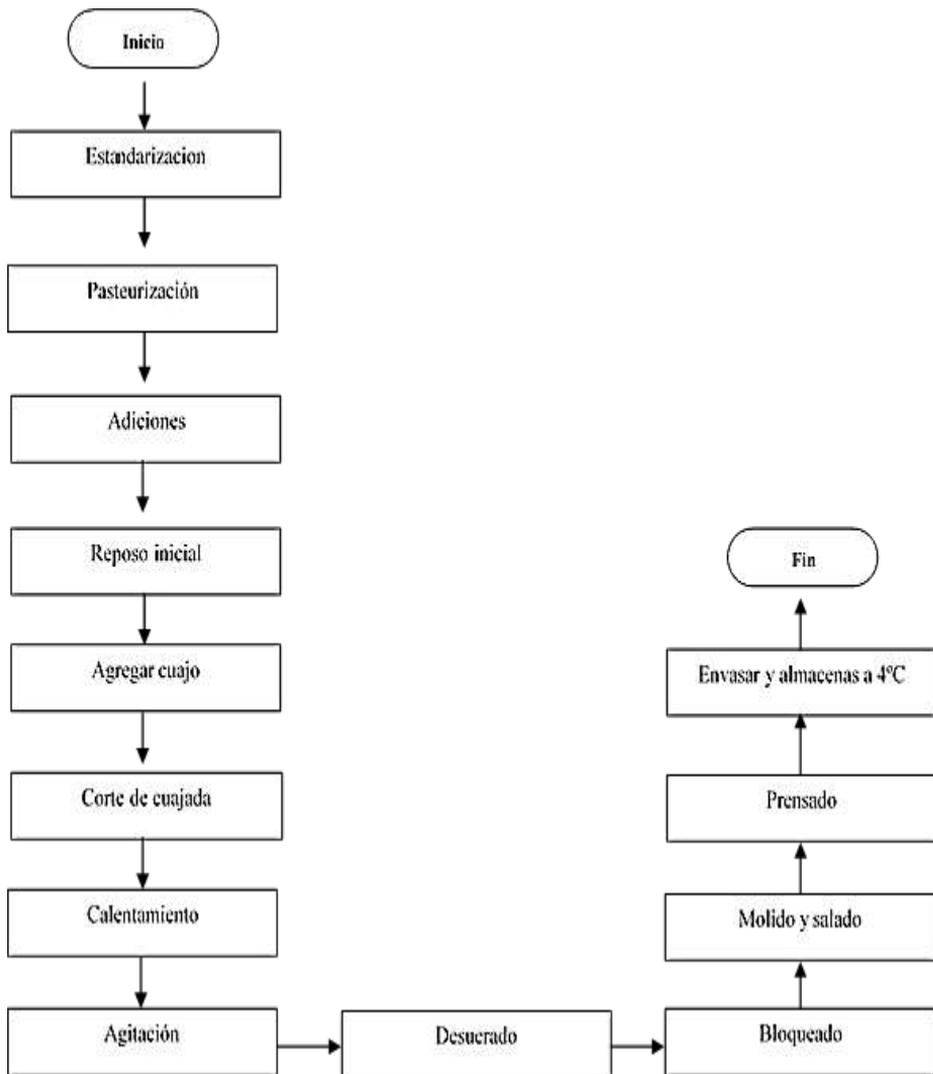


Figura 60. Flujograma de proceso de queso cheddar.

Nota: Se presenta en la Figura 60 el proceso para la elaboración de queso cheddar.

- En lo referente a la estandarización debe usarse leche pasteurizada con 2,90% de grasa.
- Para la pasteurización debe realizarse a 75°C y dejar enfriar a 30°C.
- Se debe adicionar 20 CaCl_2 al 40%/100kg de leche; 6 cm^3 de

colorante/10° kg; 2% de cultivo láctico (*Lactococcus lactis spp. Lactis spp.* y 70 cm³ *LL cremoris*).

- Debe estar por 30 minutos en el reposo inicial y un incremento de 0,03% de acidez.
- Se debe añadir el cuajo, 10 cm³ por cada 100 kg de leche (dilución 1:40).
- Cuando la acidez del suero sea de 0,12% se debe cortar formando cubos de 1 cm³ y dejar reposar 5 minutos.
- Se debe calentar a 1°C / 3 minutos hasta 40°C.
- Se debe agitar para evitar la formación de aglomeraciones.
- Se procede a desuerar cuando la acidez del suero sea de 0,14%.
- Cortar bloques de 15 cm de ancho e invertirlos cada 15 minutos, mantener la temperatura a 32°C e invertirlos hasta una acidez de 0.4 - .6%.
- Realizar trozos de 5 a 8 cm; agregar 0.30 kg sal/100 kg leche usada.
- Prensado en moldes por 20 horas.

Queso de pasta hilada

Los quesos de pasta hilada son aquellos cuya cuajada se sumerge en agua caliente para luego proceder al hilado. Debido a las altas temperaturas y la acidez la cuajada se transforma y se vuelve más plástica y maleable de forma que el queso se estira en hebras.



Figura 61. Queso de pasta hilada.

Tradicionalmente se conocen como provolone, mozzarella y caciocavallo; una característica de este tipo de quesos es que al calentare proceden a estirarse; para lograr el efecto deseado es importante la formación de ampollas, capacidad de derretimiento y la extracción de aceite de la pasta hilada.



Figura 62. Flujograma de proceso de queso hilado.

Nota: Se presenta la Figura 62 el proceso para la elaboración de queso hilado.

- En lo referente a la estandarización debe usarse leche pasteurizada con 2% de grasa
- El calentamiento debe ser hasta 32°C (90°F).
- Se debe adicionar 0,5% de cultivo *Lactococcus lactis* y *Lactococcus lactis* so. *Cremoris* 100cm³ de cuajo de doble potencia, el cuajo debe diluirse en proporción de 1:40.
- Se debe cortar la cuajada 30 minutos después de haber agregado el cuajo.
- Calentamiento con agitación hasta 35°C (95°F).
- Desuere la cuajada y deje reposar por 5 minutos, cortar en bloques y poner en sacos.
- Guardar a 10°C hasta que el pH baje a 5.2
- Cortar en pedazos pequeños, agregue agua a 82°C hasta cubrir la cuajada.
- Eliminar el agua cuando la temperatura de la cuajada sea de 63°C.
- Agregar 1,25% de citrato de sodio, calentar asta fundir; 1,5% de sal reinada con base en la cuajada y 0,1% de sorbato de potasio disuelto.
- Colocar el queso en bolsas plásticas.
- Almacenar en bolsas por 48 horas a 10°C, luego cortar y empacar a 4°C.

6.4. Queso - normativa ecuatoriana

La Norma INEN 1528:2012: “Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos” aborda diferentes disposiciones que deben ser consideradas para el proceso de producción del queso, a continuación se

exponen los mismos:

- Para la elaboración de los quesos fresco no madurados puede usarse: leche, cultivos de fermentos de bacterias inocuas que sean productoras de ácido láctico, cuajo u otras enzimas, cloruro de sodio, vinagre, estas deben cumplir con la demás normativa plasmada en el *Codex Alimentarios*.
- Los quesos frescos no madurados deben cumplir el % correspondiente de humedad y grasa de acuerdo a su tipo (véase Tabla 15).
- Los requisitos microbiológicos (Anexo 4).
- Los aditivos que se pueden usar se establecen en la NTE INEN 2017 adicionalmente se puede emplear: gelatinas y almidones modificados y harinas y almidones de arroz, maíz o papa.
- Los límites máximos de contaminantes deben ser los especificados en el CODEX STAN 193-1995 en su última edición.

En lo referente a los requisitos complementarios:

- Los quesos fresco no madurados deben permanecer en una cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y comercialización a una temperatura de $4^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ y el transporte debe garantizar el mantenimiento del producto.
- Las unidades de comercialización del producto deben cumplir con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de Calidad.

En cuanto al envasado y embalado se debe considerar:

- Los quesos frescos no madurados deben comercializarse en envases asépticos y herméticamente cerrados asegurando así su conservación y calidad.
- Deben acondicionarse en envases cuyo material al estar en contacto con el producto no dañe o modifique sus características organolépticas.
- El embalaje debe realizarse en condiciones en las que producto no se vea afectado asegurando la inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

Finalmente para el rotulado la norma expresa:

- Cumplir con los requisitos expuestos en el RTE INEN 022.
- El queso debe ser designado por su nombre, seguido de la indicación del contenido de humedad, grasa láctea y características del proceso, adicional se puede designar un nombre regional conocido o un nombre comercial específico.

UNIDAD 7

PROCESAMIENTO DE LECHE FERMENTADAS

7.1. Generalidades

El consumo de leches fermentadas data desde la antigüedad, esta afirmación se basa en las leyendas, proverbios populares, textos religiosos o literarios, entre otros. Los pueblos nómadas usaban sacos generalmente de piel de cabra para transportar la leche, debido al calor y el contacto de la leche con la piel del animal se propagaban las bacterias que fermentaban la leche, la cual cambiaba de textura y se convertía en una masa semisólida con más tiempo de conservación y de más fácil traslado. Este descubrimiento ayudó a aprovechar la leche existente, ya que de otro caso la misma hubiese sido rechazada.

Gracias a las diversas condiciones ambientales, los diferentes microorganismos y la leche usada en cada región a nivel mundial se ha llegado a elaborar productos fermentados, por ejemplo en Rusia en el IV a.C se producía el *Koumis*; en la India en los siglos VII y III a.C fue el *Dadhi*, el *Airan* fue producido en Asia central en el siglo XII, el *Kheran* en Rusia en el siglo XIV y el *Tarho* en Hungría; el *Prokish* elaborado en tracia es el antecesor del yogurt.

Inicialmente la leche se fermentaba accidentalmente por lo que la calidad y las características del producto no eran controladas y tanto su aspecto y sabor variaban según la cantidad y tipo de microorganismo presentes así como de las condiciones ambientales. Con el pasar del tiempo la técnica de fermentación fue mejorando y se dieron cuenta que el proceso era menor si se inoculaba una pequeña cantidad de leche ya

fermentada a la materia prima.

En 1905 Stamen Grigorov, médico búlgaro quien tras estudiar el yogurt búlgaro descubrió que el responsable de la fermentación era una bacteria que se hallaba en la hierba que las ovejas pastaban y que luego se pasaba a la leche, esta bacteria se mantenía activa y fermentaba la leche originando la leche agria que era parte de la alimentación de ese pueblo. Dicha bacteria fue conocida como *Lactobacillus bulgaricus*, el investigador siguió con sus descubrimientos y también observó que poseían otras bacterias que intervenían en el proceso: *Streptobacillus* y *Streptococcus thermophilus*.

El microbiólogo ruso Iliá Mèchnikov estudió las bacterias que se encontraban en el proceso de fermentación, y definió los aspectos positivos para la salud que producía el consumo de leches fermentadas. Así también demostró que el consumo del yogurt restablecía el equilibrio de la población microbiana que cada ser humano posee en su intestino y que inhibía el crecimiento de patógenos (Sampablo, 2018).

Con el aislamiento y la caracterización de los cultivos iniciadores la industria conseguía un producto con características organolépticas constantes y con un proceso de fermentación más rápido y dirigido, en 1919 Isaac Carrasco comienza a producir yogurt en Barcelona cuyo propósito fue el de combatir los problemas intestinales que tenían los niños de la época debido a su alimentación inadecuada; en consecuencia el yogurt era de venta exclusiva en farmacias y su eficacia era avalado por médicos de la época. Con el transcurso de los años el yogurt se popularizó y dejó de ser un alimento de consumo excepcional y formó

parte del conjunto de alimentos para cualquier familia hasta la actualidad (Sampablo, 2018).

7.2. Definición y clasificación de las leches fermentadas

La leche fermentada es un producto lácteo que resulta de la fermentación, para ello debe incorporarse bacterias ácido lácticas las cuales encuentran en la lactosa el entorno ideal para multiplicarse y conseguir energía. La actividad de estos microorganismos genera ácido láctico el cual reduce la lactosa e inactiva los procesos de descomposición dando lugar a mayor tiempo de conservación.

También se define como aquel producto lácteo que se obtiene de la fermentación de la leche por microorganismos adecuados, cuyas características sensoriales y nutricionales son diferentes.

Es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoelectrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogurt natural, sin aromas ni colorantes (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Según la investigación realizada por Sampablo (2018), las leches

fermentadas se clasifican en:

Leches fermentadas con bacterias lácticas termófilas: son los más comercializados, los microorganismos presentes son cepas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, cuya temperatura de crecimiento debe ser entre 42 y 43 °C. Durante el proceso de fermentación láctica que se lleva por las bacterias antes mencionadas se originan metabolitos como el acetaldehído y el diacetilo que brindan un sabor y aroma particular. También se forma el ácido láctico hasta llegar a un valor de pH de 3,8 a 4; este incremento de acidez hace que la caseína de la leche cuaje, ayudando a su conservación. Dentro de este grupo se encuentran:

- **Leche acidófila:** es origina de EEUU, es una leche fermentada por *Lactobacillus acidophilus* de textura coagulada, mezclada o líquida y cuyo sabor es suave.
- **Yogur:** es definido como el producto de leche coagulada que se obtiene por la fermentación láctica a través de la acción del *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de la leche o leche concentrada. Dependiendo de los productos que se añadan y al tratamiento térmico posterior a la fermentación pueden originarse diferentes tipos de yogurt como azucarado, edulcorado, aromatizado, con fruta, entre otros.

Leches fermentadas con bacterias lácticas mesófilas

- **Filmjök:** de origen sueco pero se consume en el norte de Europa

generalmente. Las bacterias involucradas en el proceso de fermentación son: *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis cremoris*, *Lactococcus lactis diacetylactis* y *Leuconostoc mesenteroides cremoris*; la temperatura óptima para su crecimiento debe oscilar entre los 20 a 22 °C.

Leches fermentadas con bacterias lácticas y levaduras: producidas por una fermentación heteroláctica de la leche por acción de bacterias y levaduras; son bebidas con hasta un 2% de etanol, espumosas (por la presencia de CO₂) y ácidas (por el ácido láctico).

- **Kéfir:** su contenido alcohólico es bajo, para la fermentación se usan las bacterias que estén dentro de los grupos: *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Lactococcus* y levaduras tanto fermentadoras de lactosa como de aquellas que no necesitan lactosa para la fermentación.
- **Kumys:** originario de Mongolia, antiguamente se usaba la leche de yegua pero actualmente se realiza con leche de vaca, contiene hasta un 3% de alcohol más que el kéfir esto es por adición de sacarosa a la leche. Intervienen bacterias como *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subesp bulgaricus* y levaduras como: *Kluveromyces marxianus*.

Leches fermentadas con bacterias lácticas y mohos

- **Villi:** originaria de Finlandia es una leche fermentada viscosa; se requiere de un cultivo iniciador conformado por bacterias lácticas y mohos como *Geotrichum candidum*. La leche que se

usa como materia prima no debe ser homogenizada después de la pasteurización, por lo que la nata se halla separada en la superficie y es allí en donde va a desarrollarse el moho, el cual durante la fermentación producirá una gran cantidad de CO₂.

Según la normativa ecuatoriana la leche fermentada tiene la siguiente clasificación:

Según el contenido de grasa:

- Entera
- Semidescremada
- Descremada

De acuerdo a los ingredientes:

- Natural
- Con ingredientes

De acuerdo al proceso de elaboración:

- Batido
- Coagulado
- Tratado térmicamente
- Concentrado
- Deslactosada

De acuerdo al contenido de etanol, el kéfir se clasifica en:

- Suave
- Fuerte (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

7.3. Valor nutricional de las leches fermentadas

Como se ha mencionado la leche es un alimento cuyo valor nutricional es alto, es una combinación adecuada y equilibrada de proteínas, grasa, hidratos de carbono, minerales, vitaminas y otros componentes. Para definir el valor nutritivo de los productos derivados de la leche se requiere analizar la leche de partida es decir la materia prima y adicionalmente influirán también elementos como el tratamiento térmico, almacenado, desnatado, entre otros.

Al hablar específicamente de las leches fermentadas y el yogurt, un factor que influye en la determinación del valor nutricional son los microorganismos usados en el proceso, generalmente tanto el valor energético como la composición de macronutrientes son similares a los de la leche de partida, así también las vitaminas y minerales cuyos cambios no son muy grandes. Recalcando que desde el criterio nutricional, la leche fermentada es un alimento que contiene alta concentración enzimática y un ligero incremento de vitaminas del grupo B.

- **Aporte energético:** es similar al de la leche natural pero también dependerá de los ingredientes que se añadan en el proceso de elaboración de leche fermentada.
- **Proteínas:** tiene similitud con los valores de la leche natural, la diferencia radica en la digestibilidad de la proteína en la leche fermentada gracias a las enzimas proteolíticas de los microorganismos fermentadores que son los encargados de hidrolizar de forma parcial a las proteínas.

- Hidratos de carbono: mejora la asimilación y digestión de este tipo de hidrato con relación a la leche normal.
- Grasas: dependería del contenido grado de la leche de partida es decir depende si es entera, semidescremada o descremada. La materia grasa será variable ya que depende las bacterias usadas en el proceso.
- Minerales: son ricos en magnesio, zinc, fósforo y calcio.
- Vitaminas: es difícil de establecer ya que influyen varios factores como: la asimilación o no de los microorganismos (Anexo 5 y 6).

7.4. Beneficios de las leches fermentadas para la salud

A este tipo de alimentos se han atribuido propiedades saludables desde hace cientos de años, algunas referencias de lo mencionado se encuentran en la Biblia y otros documentos antiguos. Sin embargo, no es hasta principios del siglo XIX que Metchnikoff otorga el valor científico al concebir que los microorganismos del yogurt eran capaces de debilitar los efectos putrefactivos del metabolismo gastrointestinal, postulando la longevidad de las localidades caucásicas como resultado del alto nivel de consumo de estos productos.

Los yogures que se consumían en la actualidad están muy diferentes a los de la actualidad, su composición bacteriana era variante y se mezclaba con diferentes especies, a partir de estos descubrimientos se han profundizado los estudios acerca de los efectos de dichos alimentos sobre la salud, como los que se mencionan a continuación:

Efectos fisiológicos

- Las cepas son resistentes al pH biliar y actividad enzimática.
- Mejora la digestión de quien lo consume.
- Produce bacteriocinas.
- Tiene un efecto antagonista del *helicobacter pylori*.

Acción en el trato digestivo

- Mejora la digestión de la lactosa.
- Ayuda a prevenir molestias intestinales.
- Ayuda a estabilizar la enfermedad de Crohn.
- Ayuda a regular la motilidad intestinal.
- Adhesión a los cultivos de la línea celular intestinal humana.

Alteración de la microflora intestinal

- Genera balance de las bacterias intestinales.
- Disminuye la mutagenicidad fecal.
- Incrementa la bifidobacteria fecal.
- Colonización del tracto intestinal.
- Disminuye la actividad de las enzimas fecales.
- Disminuye el tiempo de residencia de *Salmonella spp.*

Acción sobre la diarrea

- Previene y trata la diarrea aguda.
- Tratamiento de la diarrea que es recurrente por *Clostridium difficile*.

- Previene y trata la diarrea por rotavirus.
- Previene la diarrea que se asocia con antibióticos.

Sistémicos

- Estimula la actividad fagocítica de la producción de interferones.
- Alivia los síntomas de dermatosis atópica.
- Disminuye la hipertensión.
- Disminuye el colesterol sérico.
- Efectos positivos en diferentes tipos de cáncer.

El consumo de leches fermentadas ayuda a mejorar la digestión de la lactosa, varios estudios han demostrado que aquellas personas que son intolerantes a la lactosa pueden consumir estos productos sin ningún inconveniente, siendo este uno de los beneficios más corroborados por varios investigadores incluso ha sido aceptado por la Agencia Francesa de Seguridad Alimentaria (AFSSA). Dentro de los factores que influyen en este beneficio son: las cepas usadas y el nivel de tolerancia de los sujetos a la lactosa (Comunidad de Madrid, 2020).

Así también se ha observado muchos estudios que los prebióticos ayudan a equilibrar la flora intestinal, es usado en el tratamiento de ciertos tipos de diarrea especialmente en los niños, incluso es recomendado por la OMS en lugar de consumir leche mientras tienen estas dolencias, adicionalmente puede usarse para combatir el estrés en adultos. Algunas bifidobacterias refuerzan las defensas de la población y ayudan a disminuir alergias en los niños.

Dentro de los beneficios también se ha descubierto que el crecimiento

de bacterias produce metabolitos (ácido láctico, enzimas, antibióticos) que son inhibidoras de células tumorales (Condony et al., 1988). Así también estudios demuestran que el consumir las bifidobacterias permiten que se elimine la enzima glucoronidasa las cuales están asociadas con el cáncer de colon; las leches fermentadas con *L. casei* disminuyen la actividad de las enzimas glucoronidasa de colon.

Es importante mencionar que los resultados de las investigaciones han sido preliminares por lo que requiere de mayor profundización, lo que sí se sabe es que se han observado resultados indirectos que sugieran un efecto antagonista notándose una disminución de los niveles de algunas enzimas procancerígenas (Amores et al., 2004).

También se ha relacionado que al consumir entre 4 a 5 litros diarios de yogurt o leches fermentadas existe una disminución del colesterol sanguíneo (LDL o colesterol malo). Amores et al (2004). también da a conocer que se ha comprobado que alguna de las cepas que se presentan en la leche fermentada son capaces de asimilar el colesterol de los medios de cultivo, determinando así que el efecto varía en función del cultivo iniciador de la fermentación.

7.5. Proceso de fabricación del yogurt

7.5.1. Descripción del proceso

Para el proceso de elaboración del yogurt se debe seguir con los siguientes pasos:



Figura 63. Elaboración de yogur.

a. Recepción y almacenamiento de la materia prima

La materia prima a emplear es la leche, por lo que se debe proceder a realizar un análisis organoléptico y verificar el cumplimiento de las especificaciones dispuestas en la NTE INEN 09.

Se procede a filtrar la leche haciendo uso de un cedazo, con la finalidad de separar las impurezas que pueden existir para luego almacenar en el tanque de enfriamiento a 4 °C.

b. Estandarización

Consiste en estandarizar la relación de materia / grasa con la finalidad de ajustarla al tipo de leche que se desea obtener.

c. Pasteurización de la leche

Se debe pasteurizar a 85 °C por 30 minutos.

d. Enfriamiento de la leche

Se apaga el motor de la cuba y debe pasar el agua fría hasta obtener una temperatura de 45 °C.

e. Inoculación

En el momento en que la leche tenga una temperatura de 45 °C debe apagarse el agitador y se agrega el cultivo pertinente en la dosis requerida.

f. Incubación

Luego de añadir el fermento la leche debe mantenerse aproximadamente por 5 horas hasta alcanzar el nivel de acidez de 70 °Dornic y el cultivo pueda desarrollarse en óptimas condiciones.

g. Enfriamiento del yogurt

Se reduce la temperatura a 20 °C para lo cual se requiere de un segundo enfriamiento hasta lograr la temperatura deseada.

h. Preparación del jarabe

Este paso es opcional, básicamente se traduce en añadir el jarabe de frutas en el yogurt. Para la elaboración del jarabe de debe identificar las cantidades necesarias considerando la cantidad de yogurt.

i. Mezclado

Cuando el yogurt tiene una temperatura de 20 °C debe mezclarse con el jarabe, el cual debe tener la misma temperatura.

j. Envasado

Se procede a envasar los yogures en las presentaciones requeridas, considerando todos los factores de inocuidad para evitar

contaminaciones.

k. Almacenamiento

El producto final debe mantenerse refrigerado a una temperatura de 4 ° C.

7.5.2. Flujograma

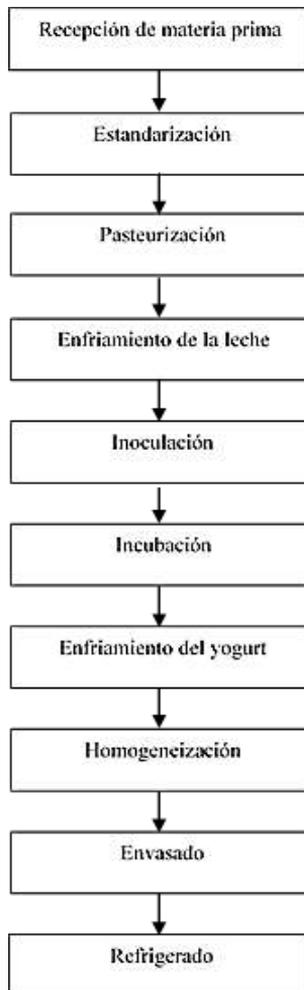


Figura 34. Flujograma elaboración del yogurt.

Nota: Se presenta la Figura 64 el proceso para la elaboración de yogurt, tomado de

(Zamorán, 2018).

7.6. Leches fermentadas normativa ecuatoriana

Tal como lo expresa el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2011) en la norma INEN 2395:2011, dentro de las disposiciones específicas se indica que:

- La leche usada debe cumplir con la NTE INEN 09 y al ser pasteurizada la NTE INEN 10, debe ser manipulada en óptimas condiciones sanitarias de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.
- Puede utilizarse otro tipo de leche diferente al de vaca, debe siempre declararse el tipo de leche que se ha utilizado.
- La leche fermentada debe tener características de homogeneidad, no debe contener materias extrañas, debe ser blanco cremoso u otro como resultante de la fruta o colorante añadido.
- Tanto los residuos de medicamentos como metabolitos no deben ser mayor al permitido por el Codex Alimentario.
- Se puede usar vitaminas, minerales y otros nutrientes siempre y cuando cumplan con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

En cuanto a los requisitos específicos:

- Puede añadirse azúcares o edulcorantes, frutas enteras o en trozos o algún otro preparado a base de frutas. El contenido de la fruta no debe ser menos al 5% (m/m) del producto final.

- Puede agregarse otros ingredientes como hortalizas, miel, chocolate, y otros ingredientes naturales. Al utilizar café el contenido máximo será de 200 mg/kg en el producto final. Y el peso total de las sustancias no lácteas que se agreguen a las leches fermentadas no debe ser más del 30% del peso total del producto.
- Al realizar el análisis histológico la leche fermentada con frutas debe contener características propias de la fruta u hortaliza.
- De acuerdo con la normativa ecuatoriana, la leche fermentada debe cumplir con varias especificaciones (Anexo 8).
- Las leches fermentadas deben cumplir con las cantidades mínimas de cultivos de microorganismos específicos y de bacterias prebióticas (Anexo 9), hasta la fecha de vencimiento.
- Las leches tratadas de forma térmica, y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial basándose en la NTE INEN 2335.
- Pueden usarse aditivos siempre y cuando estén alineados a lo establecido en la norma NTE INEN 2074.
- El límite máximo de contaminante no debe superar lo establecido en el *Codex Alimentarius*.

Finalmente, para el envasado, embalado y etiquetado deben considerarse los puntos que se detallan a continuación:

- Las leches fermentadas deben comercializarse en envases asépticos y deben estar cerrados herméticamente, de esta forma se asegura la conservación y calidad del producto.
- Así también deben acondicionarse en envases hechos con

material que no altere las características organolépticas del producto.

- El embalaje debe realizarse en condiciones que garanticen la inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.
- El rotulado debe cumplir con los requisitos presentes en el RTE INEN 022.

UNIDAD 8

PROCESAMIENTO DE LECHE CONCENTRADAS

8.1. Generalidades

La leche concentrada es un producto en el que se ha removido una fracción del agua a través de procesos de evaporación; básicamente dentro de este grupo se encuentra la leche evaporada y la leche azucarada (condensada); dicho en otras palabras la leche concentrada posee mayor contenido de sólidos lácteos o menor contenido de agua original (Ramírez, et al., 2018).

Para eliminar el agua de la leche generalmente se procede a usar la técnica de la evaporación hasta que se logre el punto de ebullición, esta propiedad termodinámica a nivel del mar sucede a 100 °C; en un alimento líquido al no contener ningún sólido la temperatura de ebullición debe ser mayor a 100 °C ya que es una propiedad coligativa.

Ramírez et al (2018) en su estudio afirma que

Las ventajas inmediatas de la concentración por evaporación son la disminución de la actividad de agua, la cual ejerce un efecto conservador; se tiene una disminución de peso y de volumen, se obtiene una concentración del resto de los componentes lácteos, por lo que se puede realizar la conservación de la leche producida en exceso durante ciertas épocas, aunque como consecuencia del procesamiento se genera la modificación de las propiedades de la leche (Ramírez, et al., 2018 pág. 24).

La evaporación es una actividad que se ha realizado desde la antigüedad

y ha sido usada ampliamente en la industria alimenticia para la conservación de sopas, jarabes, jugos, productos lácteos, entre otros; adicionalmente se ha utilizado para facilitar el transporte, inducir la consistencia y cambio de sabor, incrementando la estabilidad de los productos concentrados o como una fase previa del proceso de secado ya que en términos económicos es más barato concentrar por aplicación de vapor que por aplicación de aire.

La leche sufre cambios en sus propiedades cuando se realiza el proceso de evaporación, por ejemplo el pH disminuye en 0,3 unidades cuando se remueve la mitad de agua, y 0,5 unidades cuando la remoción ha sido de la tercera parte de agua del producto; también se visualiza un incremento en la viscosidad.

El precalentamiento en la leche evaporada aumenta la estabilidad térmica de la leche, la esterilización en cambio ayuda a la destrucción de microorganismos y enzimas, en la evaporación existe una pérdida de la mitad de agua y en el producto final, tanto la lactosa como proteínas son las causantes que escita un cierto nivel del oscurecimiento; por su lado, la leche condensada azucarada se diferencia de la evaporada por la adición de azúcar en condiciones asépticas, el azucarado contribuye a la preservación de la leche. En el caso de la leche condensada azucarada se requiere no menos del 8,5% de grasa de leche, 28% de sólidos totales y una concentración del 61,5% de sacarosa en agua (véase Tabla 17); no requiere ser esterilizada, tiene un sabor menos cocido, su color es blanco cremoso y con consistencia de jarabe.

Tabla 17. Composición química.

Componente	Leche		Leche concentrada			Leche en polvo	
	Fresco	Entera	Descremada	Evaporada	Azucarada	Entera	Descremada
Agua	87,5	66	68,5	≤ 73,6	26	4	5
Sólidos	12,5	34	31,5	≥26,4	74	96	95
Grasa	3,5	10	0,5	≥7,7	9	26	1,5
Proteína	3,3	9	12	≥6,3	9	27	34
Lactosa	4,9	13	16	≥10,9	12	37	50
Minerales	0,8	2	2	≥1,5	0,8	6	8
Sacarosa	0	0	0	0	41	0	0

Nota: En la Tabla 17 se presenta en porcentaje la composición química de algunos productos lácteos para que se pueda realizar la comparación requerida, tomado de (Ramírez, et al., 2018 pág. 30).

8.2. Materia prima para la elaboración de leches concentradas

Para la elaboración de la leche concentrada se requiere de la siguiente materia prima:

- Leche.
- Enzima lactasa.
- Azúcares (sacarosa, glucosa, lactosa, jarabes, otros).
- Bicarbonato de sodio.
- Citratos de sodio.

8.3. Descripción del proceso de leche concentrada

- **Estabilidad térmica de la materia prima:** es la capacidad que tiene la leche para resistir a los tratamientos térmicos fuertes, en gran medida depende de su acidez la cual debe ser baja, así como el equilibrio salino de la leche.
- **Tratamiento previo:** es indispensable que se cuente con un

tratamiento previo en la leche concentrada ya sea o no azucarada, debe incluirse la normalización del contenido graso así como el del contenido sólidos no graso y el tratamiento térmico.

- **Normalización:** generalmente este producto se expende con un contenido fijado de grasa y sólidos, las cifras pueden ser variable dependiendo del estándar que se aplique; frecuentemente son un 8% de grasa y 18% de sólidos no grasos; la proporción de grasa y sólidos no grasos se representa 8:18 o 1:2:25. Los porcentajes presentados son valores mínimos que deben mantenerse. Antes de la evaporación se debe realizar la normalización del contenido en grasa y sólidos no grasos; adicionalmente se realiza un tratamiento térmico con la finalidad de destruir microorganismos y enzimas que pueden provocar problemas, además dicho tratamiento térmico ayuda a desarrollar la viscosidad del producto durante el almacenamiento.

8.4. Procesamiento de leche evaporada no azucarada

8.4.1. Descripción del proceso

a. Recepción de la materia prima:

Se procede a receptor la leche fresca en el centro de acopio debe ser enfriada y almacenada.

b. Higienización:

Se deben eliminar las impurezas presentes en la leche, si la leche no cumple con los requisitos de calidad se procede a rechazarla.

c. Estandarización

Consiste en estandarizar la relación de materia / grasa con la finalidad de ajustarla al tipo de leche que se desea obtener.

d. Pre calentamiento

Tiene por objetivo la reducción de la flora microbiana que está presente en la leche, estabilizar las proteínas para que la leche evaporada sea más resistente a la esterilización, destruir las lipasas para evitar el sabor rancio y finalmente incrementar la eficacia del evaporador permitiendo de esta manera que la leche soporte altas temperaturas. Luego se somete a un segundo precalentamiento a una temperatura más alta (100-120 °C) durante 3 minutos o a una temperatura de 150 °C por 25 segundos.

e. Pasteurización

Con este proceso la leche debe calentarse a temperaturas determinada para proceder con la eliminación de patógenos y otras bacterias.

f. Concentración por evaporación

Es un proceso en el que la leche se calienta rápidamente de forma que las transformaciones químicas no son considerables y el producto tampoco puede caramelizarse. En la industria se utiliza con frecuencia el evaporador continuo, los cuales tienen la ventaja de minimizar el tiempo de contacto entre la leche y el líquido calefactor.

g. Homogenización

Cuando la leche ya se encuentra en el evaporador debe pasar al homogeneizador, este proceso incrementa la viscosidad debido al incremento de superficie que experimentan los glóbulos grasos en las

que se fijan las partículas de caseína.

h. Envasado, etiquetado y embalaje

Se procede a esterilizar los envases para posteriormente proceder al envasado de la leche evaporada; para el etiquetado se debe cumplir con la normativa correspondiente.

8.4.2. Flujograma

Se presenta a continuación el siguiente flujograma de proceso para la elaboración de la leche evaporada:

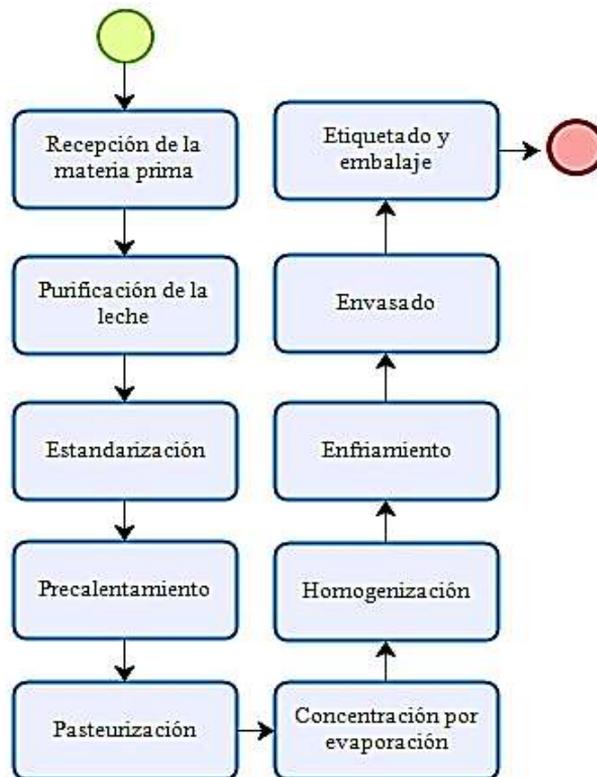


Figura 65. Flujograma elaboración de la leche evaporada.

Nota: Se presenta en la Figura 65 el proceso para la elaboración de leche evaporada,

tomado de (Matiz, 2017).

8.5. Procesamiento de leche evaporada azucarada (condensada)

8.5.1. Descripción del proceso

Para la elaboración de la leche condensada se presenta el siguiente procedimiento, cabe recalcar que está libre de modificaciones ya que cada empresa cuenta con su estilo propio de fabricación, además debe adaptarse a la maquinaria y equipo que posean.

a. Recepción de la materia prima

La leche debe estar en el punto de calidad idóneo ya que debe resistir tratamientos térmicos fuertes, para ellos es ideal que la acidez sea baja así también el equilibrio salino.

b. Tratamiento previo

Es ideal que se cuente con un tratamiento previo, en el cual debe incluirse la normalización del contenido graso y sólidos no grasos además de un tratamiento térmico.

c. Normalización

Las leches concentradas son comercializadas con un contenido previo que ha sido establecido de grasa y sólidos, las cifras pueden variar dependiendo del estándar aplicado, generalmente son el 8% de grasa y 18% de sólidos no grasos es decir 8:18 o 1:2,25.

Previo a la evaporización se debe realizar la normalización de contenido en grasa y sólidos no grasos de la leche; así también se procede a un

tratamiento térmico con el propósito de eliminar microorganismos y enzimas que pueden estar presentes evitando así cualquier problema posterior, el tratamiento térmico además ayuda a generar la viscosidad final del producto.

d. Evaporación

La evaporación para la leche condensada es realizada de la misma manera que la leche evaporada. Cuando el azúcar se añade en el evaporador el jarabe entra y se mezcla con la leche a mitad del proceso, la evaporación continua hasta que se alcance el contenido en sólidos que se requiera. Este contenido debe comprobarse indirectamente por la determinación de la densidad del concentrado. Aproximadamente debe ser 1.30 para la leche entera condensada y 1.35 para la leche desnatada condensada, al haber alcanzado el contenido correcto en sólidos.

e. Enfriamiento y cristalización

La leche condensada debe enfriarse después del proceso de evaporación, este se convierte en el momento más crítico e importante de todo el proceso; el agua que se encuentra presente en la leche condensada puede mantener en solución a mitad de la cantidad de lactosa, por ende la otra mitad precipitará en forma de cristales.

Cuando la leche es de calidad, los cristales más grandes deben tener un máximo de 10 micras, además deben permanecer dispersos en la leche a una temperatura normal de almacenamiento (15 °C – 25 °C) y no deben notarse en el paladar. La cristalización puede realizarse por enfriamiento rápido de la mezcla bajo agitación vigorosa, para provocar dicha

cristalización deben sembrarse cristales de lactosa.

f. Llenado e inspección

El producto final debe ser de color amarillento y debe tener la apariencia de mayonesa, se envasa en latas las cuales deben ser previamente lavadas y esterilizadas antes de su llenado ya que no existirá una esterilización posterior.

8.5.2. Flujograma

Se presenta el flujograma de procesos para la elaboración de la leche condensada:

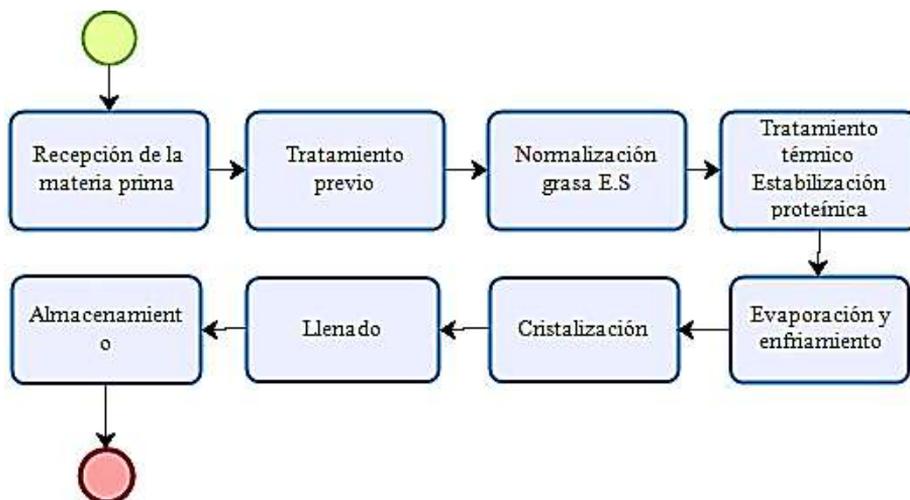


Figura 66. Flujograma elaboración de la leche condensada.

Nota: Se presenta en la Figura 66 el proceso para la elaboración de leche condensada, tomado de (Matiz, 2017).

8.6. Leches concentradas normativa ecuatoriana

De acuerdo a la normativa ecuatoriana, la norma INEN que hace referencia a los requisitos de la leche evaporada es la NTE INEN

703:2011, la misma que sostiene que:

La leche evaporada se clasifica en leche evaporada entera, parcialmente descremada y descremada. Dentro de los requisitos específicos se encuentran:

- La leche utilizada para el proceso debe estar pasteurizada.
- El contenido de grasa y/o proteínas se debe ajustar solo para dar cumplimiento con los requisitos estipulados en la norma.
- En lo referente a los requisitos físicos y químicos debe cumplir con lo establecido en la norma (Véase Anexo 10).
- En cuanto al análisis microbiológico la leche evaporada debe tener ausencia de patógenos, metabolitos y toxinas.
- Se debe demostrar la esterilidad comercial según lo basado en la NTE INEN 2335.
- Los residuos de medicamentos y metabolitos no deben superar los límites que establece el *Codex Alimentarius*.
- Se pueden usar los aditivos destallados en la NTE INEN 2074.
- Para la comercialización de producto debe cumplirse con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de Calidad.

Al hablar del envasado y etiquetado se debe considerar:

- Deben comercializarse en envases asépticos y herméticamente cerrados asegurando su conservación y calidad.
- El envase no debe alterar las características organolépticas del producto.

- El embalaje debe realizarse en condiciones que mantenga las características del producto asegurando su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y comercialización.
- Para el rotulado debe cumplir con lo mencionado en el RTE INEN 022.

Al hablar de la leche condensada se debe considerar la NTE INEN 704:2011, en la cual se establece que la leche condensada se clasifica en entera, semidescremada y descremada. En cuanto a los requisitos específicos se detallan:

- Debe presentar un aspecto viscoso, densos, homogéneo, cuyo sabor sea dulce y con un olor característicos sin indicios de rancidez, debe ser de color blanco o ligeramente cremoso.
- Debe usarse leche pasteurizada para su elaboración evitando cualquier tipo de contaminación.
- Debe constar en la etiqueta el o los tipos de azúcares que se ha usado en el proceso
- El contenido de grasa y proteínas puede ajustarse para dar cumplimiento con la normativa.
- Se debe cumplir con los siguientes requisitos físicos y químicos para leches condensada, como se indica en el Anexo 11.
- La leche condensada de tener ausencia de microorganismos patógenos, metabolitos y toxinas.
- Deben cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos (Anexo 12).
- Se permite el uso de aditivos que se indican en la NTE INEN 2074.

- Debe dar cumplimiento con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad.

Para el envasado, embalado y rotulado se debe considerar:

- Deben comercializarse en envases asépticos y cerrados herméticamente.
- El material del envase debe ser resistente y que no altere las características organolépticas.
- El embalaje debe realizarse en condiciones que garanticen la inocuidad en el almacenamiento, transporte y expendio.
- Se debe cumplir con los requisitos para el rotulado según lo dispuesto en la RTE INEN 022.

8.7. Procesamiento de la leche en polvo

La leche en polvo es conocida también como leche deshidratada la cual se obtiene a través de la deshidratación de la leche pasteurizada; posee un característico color blanco conservando las propiedades naturales y características nutricionales de la leche en su condición natural. La leche en polvo puede ser: entera, semidescremada, descremada y deslactosada.

8.7.1. Descripción del proceso

a. Recepción de la materia prima

La leche debe estar en el punto de calidad idóneo ya que debe resistir tratamientos térmicos fuertes, para ellos es ideal que la acidez sea baja así también el equilibrio salino.

b. Separación y estandarización

Se procede a separar la crema de la leche cruda por medio de la estandarización; debe manipularse con cuidado e higiene.

c. Pasteurización

Es realizado como tratamiento térmico tradicional con la finalidad de reducir y eliminar las bacterias y esporas.

d. Mezcla y estandarización

Se procede a añadir la lactosa para lo cual se utiliza un mezclador de embudo estándar, el producto debe atravesar por un tubo de retención para que exista la garantía de que se disolvió por completo. Dicha mezcla debe enfriarse a $<8^{\circ}\text{C}$ para finalmente ser enviada al almacenamiento.

e. Pre concentración por filtración

El grado de concentración depende netamente del tratamiento térmico que se va a utilizar y de las características del producto final; el proceso debe funcionar en frío entre $5-8^{\circ}\text{C}$ por un máximo de 20 horas CIP.

f. Evaporación

Se debe aplicar un tratamiento térmico adicional al producto formulado en el evaporador, debe usarse diferentes soluciones que garanticen la estabilidad y seguridad microbiológica; luego el producto debe concentrarse antes de secarse.

g. Homogeneización

Debe hacerse uso de homogeneizadores de alta presión, ya que esto ayudará a romper las partículas en el fluido a una escala nanométrica; el resultado de este proceso se basa en la formación de una emulsión estable.

h. Secado por aspersion

Permite la eliminación de la humedad de manera que se obtenga un polvo seco, funcional, consistente y definido con precisión, de fácil disolución en el agua.

i. Manejo del polvo

El polvo debe ser tamizado para la eliminación de aquellas partículas de gran tamaño; para reducir el aire intersticial el polvo debe ser extraído al vacío y enjuagado con nitrógeno antes del envasado; como resultado de este proceso se obtiene un polvo con vida útil mejorada debido a su contenido de oxígeno residual bajo.

j. Llenado de polvo y paletizado

Para el empaquetado del producto final debe usarse bolsas con atmósfera modificada (MAP).

k. Almacenamiento

Se procede a almacenar el producto en óptimas condiciones para su posterior distribución.

8.7.2. Flujograma

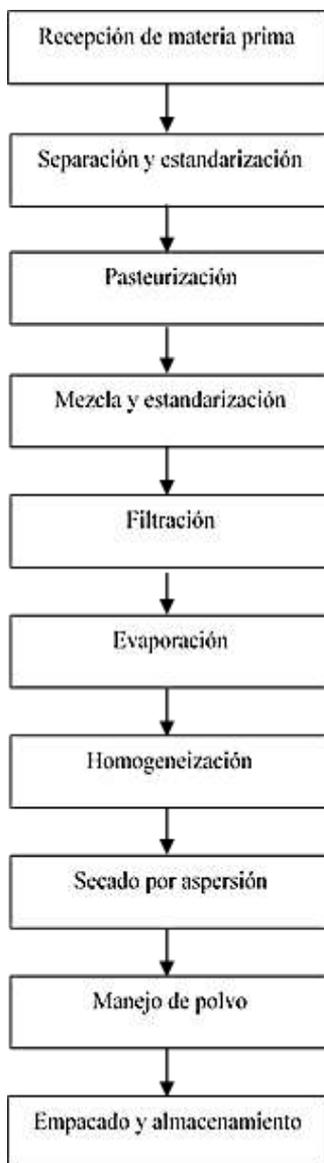


Figura 67. Flujograma elaboración de la leche en polvo.

Nota: Se presenta en la Figura 67 el proceso para la elaboración de leche en polvo, tomado de (Matiz, 2017).

8.7.3. Normativa

De acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 298:2011 según el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2011), la leche en polvo según su contenido graso puede clasificarse en: entera, semidescremada, descremada, leche en polvo reducida en lactosa; y según el proceso de deshidratación son de dos tipos: spray y roller.

Dentro de las disposiciones y requisitos específicos se mencionan:

- La leche en polvo y crema en polvo debe elaborarse con leche y crema que cumplan con lo dispuesto en la NTE INEN 9 y 712 respectivamente.
- La leche y crema en polvo deben presentar aspecto homogéneo, su color y sabor debe ser característicos del producto fresco.
- La leche y crema en polvo deben contener lecitina en cantidades limitadas por BPM.
- Los requisitos físicos y químicos se presentan en el Anexo 13.
- Los requisitos microbiológicos se presentan en el Anexo 14.
- Se pueden usar los aditivos que se muestran en la NTE INEN 2074.
- Se debe especificar la manera de reconstituir el producto.
- Las unidades de comercialización deben cumplir con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.
- Tanto la leche como la crema en polvo deben envasarse en envases de grado alimentario, asépticos y cerrados herméticamente, asegurando así su conservación del producto.

- El envase utilizado no debe afectar las características organolépticas del producto.
- Para el etiquetado debe cumplirse con lo especificado en el RTE INEN 022 vigente.

UNIDAD 9

ELABORACIÓN DE CREMA, MANTEQUILLA Y REQUESÓN

9.1. Crema de leche

9.1.1. Descripción del producto

La crema es la parte rica en grasa que posee la leche, y se obtiene a través de un descremado. El uso de este producto es diverso, se utiliza para la elaboración de postres, uso en la cocina doméstica y consumo directo. Es la grasa concentrada de la leche y sirve como materia prima para la elaboración de la mantequilla.

9.1.2. Descripción del proceso

1. Recepción y filtrado

Se receipta la leche y se procede a filtrar para evitar cualquier contaminante.

2. Descremado

Es el proceso en el que se separa la grasa de la leche o del suero. Existen dos tipos de descremado: el natural y el artificial.

Torres et al (1988) hablan acerca del descremado natural y sostienen que:

En razón del menor peso, los glóbulos grasos suben a la superficie cuando la leche está en reposo, formando la crema. El descremado natural

consiste, pues, en dejar la leche toda la noche en un recipiente de poco fondo y gran superficie, a baja temperatura y en un lugar muy limpio. A la mañana siguiente, se retira la crema con un cucharón o plato de plástico, tratando de agitar la leche lo menos posible (Torres, López, Ackermann, Soria, & Tonello, 1988).

Este tipo de descremado es muy antiguo y se lo realiza generalmente en aquellas queserías que no cuentan con la maquinaria necesaria, la desventaja es que suele dejar mucha grasa en la leche por lo cual el rendimiento es más bajo.

El descremado artificial consiste en someter la leche entera a la fuerza de la centrifuga de manera que gire a gran velocidad, lo cual hará que la crema que se forme se vaya acumulando en el centro, este suele ser más costoso pero es más efectivo.

3. Empacado

La crema que se ha obtenido se procede a empacar en bolsas de plástico de tipo alimenticio, las cuales deben asegurarse y encontrarse completamente limpias para evitar cualquier tipo de contaminación.

4. Almacenamiento

Debe almacenarse en refrigeración a 8°C en un ambiente libre de humedad y con acceso restringido.

9.1.3. Flujograma



Figura 68. Flujograma elaboración de la crema de leche.

Nota: Se presenta en la Figura 68 el proceso para la elaboración de crema de leche, tomado de (Zamorán, 2018).

9.2. Mantequilla

9.2.1. Descripción del producto

Este producto es una mezcla pastosa que tiene un alto contenido de grasa (superior o igual al 80%). Se obtiene de la crema de leche o nata.

9.2.2. Descripción del proceso

a. Pasteurización de la crema

La crema recién obtenida posee una gran cantidad de microbios que son dañinos para la mantequilla, por ello se procede a eliminar todos los microorganismos existentes y se agregan microbios lácticos del fermento de la quesería. Para la eliminación de los microbios se procede a un proceso de pasteurización esto evitará que se afecte el valor nutritivo de la crema; este tratamiento térmico debe ser más severo que el que se usa para la leche, ya que la crema es más viscosa y su calentamiento por ende es más complicado. La crema se debe pasteurizar a 85°C y se debe mantener dicha temperatura por un tiempo entre 10 y 20 minutos.

b. Maduración y acidificación de la crema

La crema ya previamente pasteurizada debe enfriarse a 25°C, temperatura óptima para el desarrollo de microbios lácticos. Debe agregarse el 5% de fermento láctico y dejar la crema a la misma temperatura por un tiempo entre 10 a 16 horas, hasta que la crema posea su sabor ácido. Si la crema tiene por demasiado tiempo el fermento provocará que aparezca el suero en el fondo del recipiente lo cual no es deseable. La crema debe tener una acidez entre 45 y 55° Dornic.

c. Batido de la crema

Antes del batido la crema debe enfriarse a 12°C y en esta operación la crema se transforma en mantequilla. Básicamente consiste en golpear la crema contra la superficie de manera que los glóbulos de grasa se unen hasta soldarse. Durante este proceso la crema suele volverse espesa,

después esponjosa y finalmente aparecen los finos granos de mantequilla y en ese momento debe parar el batido y sacar el suero blanqueado. El batido puede realizarse de manera manual o usando una batidora.

d. Lavado de la mantequilla

Para poder arrastrar el suero de mantequilla en caso de que existiera, se debe lavar con agua fría de 10 a 12°C, la cantidad de lavadas generalmente es de 3, lo que se busca es sacar todo el suero. Debe lavarse hasta que el agua salga clara, el agua a utilizar debe ser lo más limpia posible caso contrario se estaría introduciendo una gran cantidad de microbios en el producto que podría llegar a dañarlo.

e. Salado de la mantequilla

La mantequilla suele recibir entre 2 y 3% de sal, esto ayuda a generar más sabor, incrementar su conservación y ayuda a sacar el agua del interior de la masa. Pueden hacerse dos tipos de salado: en seco y húmedo. En el primero caso se realiza e durante el amasado para ello se debe contar con sal limpia y fina para equilibrar la mezcla evitando que existan partes sin salar y otras con exceso de sal. En el segundo caso se realiza con sal gruesa, debe disolverse en el agua del último lavado y se introduce al interior de la mantequilla.

f. Amasado de la mantequilla

La finalidad de esta operación es sacar el agua del lavado en su totalidad; si no se amasa, el producto final estará demasiado húmedo y al momento de su consumo aparecerán gotitas de agua. Además, mientras más

humedad posee será atacada más rápido por los microbios reduciendo así su conservación.

g. Moldeado y empaquetado

Se procede a moldear en pequeños bloques que se llenan con el producto para luego ser retirado. Para que el producto no se pegue en el molde deben estar fríos y húmedos, así también deben envolverse en papel manteca y deben mantenerse en la oscuridad ya que si se expone a la luz pueden volverse rancios.

9.2.3. Flujograma

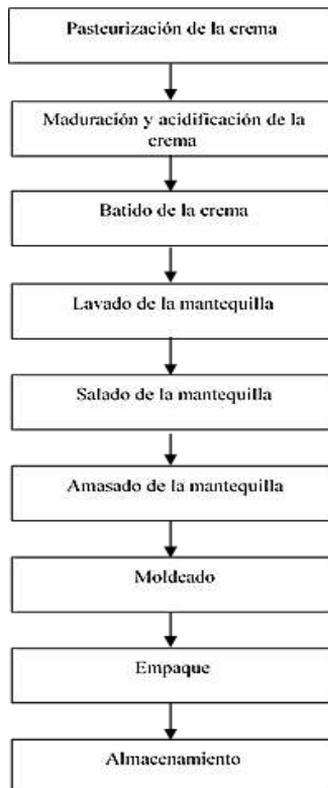


Figura 69. Flujograma elaboración de la mantequilla.

Nota: Se presenta en la Figura 69 el proceso para la elaboración de mantequilla,

tomado de (Torres, López, Ackermann, Soria, & Tonello, 1988).

9.3. Requesón

9.3.1. Descripción del producto

Conocida también como ricotta es un alimento a base de albúmina la cual puede o no contener grasa, se obtiene a través de la acidificación y calentamiento del suero de las queserías. La albúmina se coagula al aplicar calor al suero ácido “entonces se aglomera y puede separarse del resto del suero”.

De acuerdo con la investigación de Chérrez (2007) citando a Trillas (1993) manifiesta que un kilo de requesón posee 3000 calorías, dentro de sus componentes se encuentran: agua, materia grasa, materia proteica, lactosa, ácido láctico, sales y cenizas.

Este producto tiene un alto valor nutritivo en lo referente a proteínas y calorías, no contiene grasa ni sal.

9.3.2. Descripción del proceso

Para el proceso de producción del requesón se debe seguir los siguientes pasos:

a. Preparación del suero ácido

Para producir la acidificación del suero se debe usar un cultivo de microbios lácticos del mismo suero, para ello se toma un poco del suero y se procede a incubar a 38°C por 24 horas, se puede añadir un poco de yogurt o fermento láctico para estimular el desarrollo del ácido. Para que

el suero esté listo para la fabricación del producto se requiere que alcance una acidez cercana a 200 grados Dornic.

b. Obtención del requesón

Se procede a calentar el suero ya sea entero o descremado hasta alcanzar los 80°C, se agrega un poco del suero muy ácido y se espere que haga ebullición. Mientras el calor va aumentando empieza a aparecer una sustancia blanquecina sobre la superficie del suero.

Es importante recordar que se debe calentar el suero rápidamente o dejar hervir por mucho tiempo ya que esto provocará que la albúmina se pegue en el fondo y en las paredes del recipiente.

En el momento en que comienza la ebullición debe apagarse el fuego y se deja enfriar por unos cuantos minutos, posteriormente se procede a separar el requesón del suero, para lo cual se debe verter el contenido de la olla dentro de un balde forrado con una tela en la cual quedará la materia sólida, siendo este el producto final.

El suero debe escurrirse por un tiempo aproximado de 4 a 6 horas, posterior a ello el producto está listo para el consumo humano.

9.3.3. Flujograma

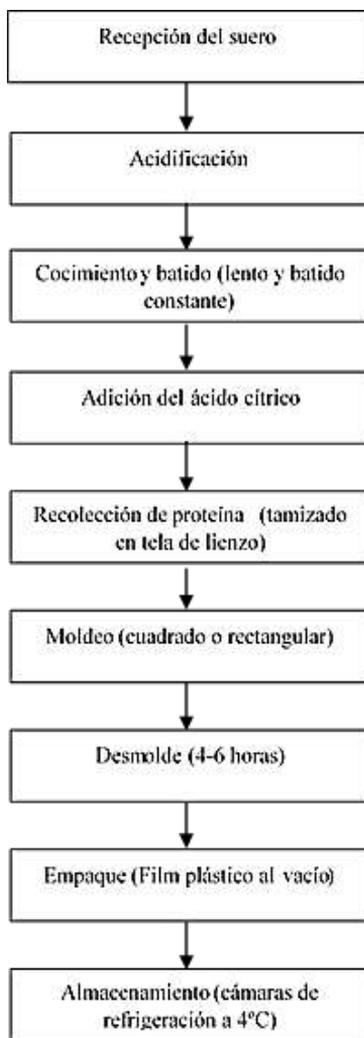


Figura 70. Flujograma elaboración de requesón.

Nota: Se presenta en la Figura 70 el proceso para la elaboración de requesón, tomado y adaptado a partir de (Chérrez, 2007) y (Torres, López, Ackermann, Soria, & Tonello, 1988).

CONCLUSIONES

- La industria láctea mantiene un papel fundamental dentro de la alimentación global, al proporcionar productos nutritivos y de alto valor agregado. La leche y sus derivados son esenciales para la salud humana, aportando vitaminas, proteínas y otros nutrientes esenciales para el desarrollo y mantenimiento del organismo.
- La industria láctea afronta desafíos técnicos y logísticos, debido a la naturaleza perecedera de la leche. La manipulación, análisis y conservación de la leche a lo largo de la cadena de frío son aspectos críticos para garantizar la calidad y seguridad del producto final.
- La investigación y el desarrollo tecnológico son claves para el crecimiento y la sostenibilidad de la industria láctea. La innovación en procesos, productos y estrategias de comercialización son fundamentales para satisfacer las demandas variables de los consumidores y enfrentar los retos del mercado global.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Agrocalidad . (2017). *Instructivo para la limpieza de superficies en contacto con alimentos, transporte de alimentos en su estado primario y alimentos en general previo al consumo*. Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/0046-Anexo4-Instructivo_higiene_cadena_alimentos.pdf
- 2) Aguilar, A., Urbano, E., & Bernal, C. (2015). Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. *Ciencia y Agricultura* , 11(2), 83-93. doi:0122-8420
- 3) Amores, R., Maestre, J., & Martínez, D. (2004). Probióticos. *Revista Española de Quimioterapia*, 17(2), 131-139.
- 4) Aponte, C. (2013). Fragmentos microbiológicos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 44(1), 63-69. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772013000100009
- 5) Callejo, A. (2018). Refrigeración de la leche en la granja. *Confederación de Asociaciones de Froisona Española*(165), 84-90.
- 6) Cámara Nacional de Industriales de la leche . (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos* . México: Litho Offset.
- 7) Celis, M., & Juárez, D. (2009). *Seminario de procesos fundamentales físico químicos y microbiológicos*. Obtenido de http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf
- 8) Centro de la Industria Láctea del Ecuador. (2015). *La leche del*

Ecuador. Historia de la lechería ecuatoriana . Quito: Effecto Studio.

- 9) Chérrez, A. (2007). *Elaboración de ricotta a partir de suero de leche con 4 niveles de acidez: 12, 13, 14 y 15ºD, en Alao provincia de Chimborazo*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- 10) Codex Alimentarius. (2019). Obtenido de Norma General para los aditivos alimentarios : https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
- 11) Comunidad de Madrid. (2020). *Leches fermentadas en la Comunidad de Madrid. Diagnóstico de situación del mercado y del etiquetado*. Obtenido de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009021.pdf>
- 12) Condony, R., Mariné, A., & Rafecas, M. (1988). Yogur: elaboración y valor nutricional. *Divulgación*, 1(10), 20-33.
- 13) Corporación Financiera Nacional . (2023). *Ficha sectorial. Leche y sus derivados* . Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>
- 14) Dávila, J., Reyes, G., & Corzo, O. (2006). Diseño de un plan HACCP para el proceso de elaboración de queso tipo Gouda en una empresa de productos lácteos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 17-25.
- 15) De los Reyes, G., Baldomero, M., & Coca, R. (2010). Calidad de la leche cruda. *Foro sobre f;ganadería lechera de la zona alta de Veracruz*, 1-10.
- 16) Di Barbaro, M. (2011). Breve historia de la microbiología. *Biología en agronomía*, 1-25.

- 17) Elika. (2020). *Aditivos Alimentarios*. Obtenido de https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/folleto_aditivos.pdf
- 18) FAO. (2022). *Definiciones para los fines del Codex Alimentarius*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w5975s/w5975s08.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20%22aditivo%20alimentario,%2C%20preparaci%C3%B3n%20tratamiento%2C%20envasado%2C>
- 19) FAO. (2023). *Producción lechera*. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- 20) Fernández, E., Martínez, J., Martínez, V., Moreno, J., Collado, L., Hernández, M., & Morán, F. (2015). Documento de consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche . *Nutrición hospitalaria*, 92-101.
- 21) González, P. (2018). Definiciones de leche y queso. *Asesoría Técnica Parlamentaria* , 1-4.
- 22) Guaraca, E., & Guaraca, L. (2019). *Guía técnica para la pasteurización de la leche*. doi:<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33798/2/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20del%20proceso%20de%20Pasteurizaci%C3%B3n%20de%20leche.pdf>
- 23) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011). *Leche condensada. Requisitos* .
- 24) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011). *Leche evaporada. Requisitos* .
- 25) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011). *NTE INEN 2395:2011 Leches fermentadas. Requisitos*.

- 26) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2011). *NTE INEN 298:2011 Leche en polvo y crema en polvo. Requisitos*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/5516962/n-te-in-en-0298--leche-en-polvo-y-crema-en-polvo.-requisitos>
- 27) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2012). *NTE INEN 0010: Leche pasteurizada. Requisitos*.
- 28) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2012). *NTE INEN 1528 Normal general para quesos frescos no madurados*. doi:<https://ia903209.us.archive.org/0/items/ec.n.te.1528.2012/ec.n.te.1528.2012.pdf>
- 29) Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2012). *NTE INEN 9:2012 Leche cruda. Requisitos*. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf
- 30) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. (2000). *Industria de la leche tratada térmicamente. Guía para la aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos ARCPC*. Cuadernos de calidad. doi:<http://repiica.iica.int/docs/B0404e/B0404e.pdf>
- 31) Iza, M. (2017). *Desarrollo de un queso semimaduro con hierbas aromáticas para la granja experimental UDLA*. Quito: UDLA.
- 32) Lema, C. (2020). *Generalidades de la virología*. Obtenido de https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-04/1_revisi3n_virologia_0.pdf
- 33) López, A., & Barriga, D. (2016). *La leche. Composición y características*. Sevilla : Consejería de Agricultura, Pesca y

Desarrollo Rural Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

- 34) Magariños, H. (2001). *Producción higiénica de la leche cruda* . Guatemala: Producción y servicios incorporados S.A.
- 35) Manfrey. (2023). *Elaboración de quesos* . Obtenido de <https://www.manfrey.com.ar/producto/azul/>
- 36) Matiz, S. (2017). *Diseño y desarrollo de un producto tipo leche concentrada azucarada para la empresa La Bugueña S.A.* Unisalle.
- 37) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Manual: Buenas prácticas de ordeño*. Nicaragua: Representación de FAO en Guatemala.
- 38) Organización Mundial de la Salud . (2018). *Aditivos alimentarios* . Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- 39) Pedregosa, Á., & López, A. (2020). *Instalaciones y maquinaria en la industria láctea*. Junta de Andalucía. doi:<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/bb5b94e6-fdd1-4c06-8585-1ca55e4117d5/download>
- 40) Ramírez, C., & Vélez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos* , 6(2), 131-148. doi:https://www.researchgate.net/profile/Carolina-Ramirez-Lopez/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_métodos_de_determinación_y_factores_que_afectan_su_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-

propiedades-metodos-de-determinacion-y-fa

- 41) Ramírez, J., Diafanr, A., Alvarado, J., González, K., Jesica, H., López, J., . . . Vélez, J. (2018). *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* . Cali: USC.
- 42) *Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados*. (2002). doi:<https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/REGLAMENTO-DE-BUENAS-PRACTICAS-PARA-ALIMENTOS-PROCESADOS.pdf>
- 43) Salvador, J. (2011). *“Breve historia contemporánea del Ecuador”* . Quito: FCE.
- 44) Sampablo, V. (2018). *Leches fermentadas. tradición e innovación* . Universidad Complutense . doi:<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/VIRGINIA%20SAMPABLO%20NU%C3%91EZ.pdf>
- 45) Sánchez, A. (2015). *Elaboración de un manual de operaciones para el proceso de fabricación de queso fresco de calidad en la empresa Aychapicho Asgro's S.A.* Escuela politécnica Nacional . doi:<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10471/1/CD-6193.pdf>
- 46) Tipán, M., & Flores, D. (2018). *Diseño y construcción de un prototipo de pasteurizadora para el procesamiento de 50 litros de leche/hora*. Universidad Politécnica Salesiana.
- 47) Torres, H., López, M., Ackermann, A., Soria, R., & Tonello, J. (1988). *El ABC para la quesería rural de Los Andes*. Quito: Proyecto queserías rurales del Ecuador Convenio MAG-Cotesu.
- 48) Universidad Nacional de la Plata. (2017). *Introducción a la*

elaboración de quesos. Obtenido de
<https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Guia-QUESOS.pdf>

- 49)** Vargas, T., & Kuno, A. (2015). Morfología bacteriana . *Revista de Actualización Clínica*, 49(2), 2594-2598.
doi:http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/1466/280_2.pdf?sequence=1
- 50)** Zamorán, J. (2018). *Manual de procesamiento lácteo*. Nicaragua : Inpyme-JICA.
- 51)** Zarazoga, Ó. (2018). *Los hongos microscópicos ¿Amigos o enemigos?* Los libros de la Catarata.
doi:<https://repisalud.isciii.es/bitstream/handle/20.500.12105/11824/HongosMicroscopicos.pdf?sequence=2>

ANEXOS

Anexo 1. Requisitos físico químicos de la leche pasteurizada.

Requisitos	Unidad	Entera		Semidescremada		Descremada		Método de ensayo
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Densidad Relativa								
a 15 °C	-	1,029	1,033	1,03	1,033	1,031	1,036	NTE INEN
a 20 °C	-	1,028	1,032	1,029	1,032	1,03	1,035	11
	%							
	fracción							NTE INEN
Contenido de grasa	de masa	3	-	≥1,0	<3,0	-	<1,0	12
Acidez titulable,	%							
expresada como ácido	fracción							NTE INEN
láctico	de masa	0,13	0,18	0,13	0,18	0,13	0,18	13
	%							
	fracción							NTE INEN
Sólidos totales	de masa	11,3	-	8,8	-	8,3	-	14
	%							
	fracción							NTE INEN
Sólidos no grasos	de masa	8,3	-	8,2	-	8,2	-	-
	%							
	fracción							NTE INEN
Ceniza	de masa	0,65	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	14
								NTE INEN
	°c	-0,536	-0,512	-0,536	-0,512	-0,536	-0,512	15
								NTE INEN
Punto de congelación	°h	-0,536	-0,53	-0,555	-0,53	-0,555	-0,53	15
	%							
	fracción							NTE INEN
Proteínas	de masa	2,9		2,9		2,9		16
				Negativ		Negativ		NTE INEN
Ensayo de fosfatasa		Negativo		o		o		19
								NTE INEN
Ensayo de peroxidasa		Positivo		Positivo		Positivo		2334
				Negativ		Negativ		NTE INEN
Presencia de conservantes		Negativo		o		o		1500
Presencia de		Negativo		Negativ		Negativ		NTE INEN

neutrolizantes			o	o	1500
Presencia de adulterantes	Negativo		Negativ	Negativ	NTE INEN
			o	o	1500
			Negativ	Negativ	NTE INEN
Grasa vegetal	Negativo		o	o	1500
			Negativ	Negativ	NTE INEN
Suero de leche	Negativo		o	o	2401
Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del <i>Codex</i>					
Residuos de medicamentos veterinarios	de ug/l	LMR establecido en el <i>Codex alimentarius</i>	LMR establecido en el <i>Codex alimentarius</i>	LMR establecido en el <i>Codex alimentarius</i>	LMR en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del <i>Codex</i>
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro del 68% en peso o 75% en volumen				NTE INEN 1500
Cuando el producto haya sido reducido en su contenido de lactosa					
Lactosa en el producto parcialmente deslactosada	% fracción de masa				AOAC 984.15.15 Edc. Vol 2
		1,4	1,4	1,4	
Lactosa en el producto bajo en lactosa	% fracción de masa				AOOAC 984.15.15 Edc. Vol 2
		0,7	0,7	0,7	

Nota: En el Anexo 1 se presentan los requisitos físico químicos para la leche pasteurizada de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 0010, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

Anexo 2. Requisitos microbiológicos quesos fresco no madurado.

REQUISITOS	n	m	M	c	Método de ensayo
<i>Enterobacteriaceas</i> , UFC/g	5	2x10 ²	10 ³	1	NTE INEN 1529-13
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991:14
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	5	10	10 ²	1	NTE INEN 1529:14
<i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	5	Ausencia	-	-	ISO 11290-1
<i>Salmonella</i> en 25g	5	Ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

n= número de muestras a examinar.

m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable calidad.

c= número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Nota: En el Anexo 2 se presentan los requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados de acuerdo a la normativa ecuatoriana, tomado de (*Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012*).

Anexo 3. Requisitos microbiológicos.

REQUISITOS	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos mesófilos, ufc/cm ³	5	30.000	50.000	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de coliformes ufc/cm ³	5	<1	10	1	AOAC 991.14
Detección de listeria <i>monocytogenes</i> /25g	5	0	-	0	ISO 11290-1
Detección de <i>salmonella</i> 25/g	5	0	-	-	NTE INEN 1529-15
Recuento de <i>Escherichia Coli</i> ufc/g	5	<10	-	-	AOAC 991.14

n= número de muestras a examinar.

m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable calidad.

c= número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Nota: En el Anexo 3 se presentan los requisitos físico químicos para la leche pasteurizada de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 0010, tomado de (Instituto

Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

Anexo 4. Límites máximos para contaminantes.

REQUISITOS	Límite máximo	Método de ensayo
Plomo, mg/kg	0,02	ISO /TS 6733
Aflatoxinas m1 ug/kg	0,5	ISO 14674

Nota: En el Anexo 4 se presentan los requisitos físico químicos para la leche pasteurizada de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 0010, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2012).

Anexo 5. Composición nutricional de diferentes tipos de leche fermentada.

	Agu a (g)	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de carbono (g)	Lípidos (g)
Leche entera	88,4	65,9	3,1	4,7	3,8
leche descremada	91	37,6	3,9	4,9	0,2
Yogurt natural entero	87,9	64,4	4	5,5	2,6
Yogurt natural descremado	89,1	47,8	4,3	6,3	0,32
Yogurt de sabores entero	75,6	114	5,4	15,6	3,4
Yogurt entero con frutas	78,7	95	3,8	14,3	2,3
Yogurt griego	78	139	6,4	5,4	10,2
Leche fermentada con bifidobacterias entera	88,6	62,6	3,6	4,4	3,4
Leche fermentada con bifidobacterias descremada	89,3	44,3	4,9	5,5	0,3
Leche fermentada con L <i>casei</i>	79,6	98,1	3	14,1	3,3
Leche fermentada con L. <i>acidophilus</i>	79,5	98,5	3,1	14,1	3,3

Nota: En el Anexo 5 se presenta la composición nutricional en agua, energía y macronutrientes de la leche líquida y diferentes tipos de leche fermentada, tomado de (Comunidad de Madrid, 2020).

Anexo 6. Vitaminas y minerales de la leche y la leche fermentada.

	Leche entera	Leche descremada	Yogurt natural entero	Yogurt natural descremado	Yogurt de sabores entero	Yogurt entero con frutas	Yogurt griego	Leche fermentada con bifidobacterias entera	Leche fermentada con bifidobacterias descremada	Leche fermentada con <i>L. casei</i>	Leche fermentada con <i>L. acidophilus</i>
B1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
B2	0,19	0,17	0,18	0,19	0,2	0,2	0,36	0,18	0,21	0,08	0,08
B3	0,73	0,9	0,44	1,2	0,44	1,4	1,6	0,42	0,42	0,42	0,42
B6	0,04	0,04	0,05	0,08	0,05	0,013	0,05	0,09	0,11	0,09	0,09
B9	5,5	5,3	3,7	4,7	13,5	18,1	6	5	5	2,6	2,6
B12	0,3	0,3	0,2	0,4	0,17	0,18	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
C	1,4	1,7	0,7	1,6	0,94	0,7	Tr	1	Tr	Tr	Tr
A	46	Tr	9,8	0,8	27,4	14,5	121	33,5	2	2,6	2,6
D	0,03	Tr	0,06	0	0,05	0,04	0,05	0,2	0	0,03	0,03
E	0,1	Tr	0,04	Tr	0,08	0,03	0,38	0,3	Tr	Tr	Tr
Calcio	124	121	1442	140	121	109	150	141	164	110	105
Fósforo	92	97	170	109	140	130	30	107	135	107	107
Zinc	0,38	0,54	0,59	0,44	0,52	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	0,7

Nota: En el Anexo 6 se detallan las vitaminas y minerales de la leche líquida y diferentes tipos de leche fermentada, tomado de (Comunidad de Madrid, 2020).

Anexo 7. Especificaciones de las leches fermentadas.

Requisitos	Entera		Semidescremada		Descremada		Método de ensayo
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2,5		1	<2,5		<1,0	NTE INEN 12
Proteína % m/m en yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7		2,7		2,7		NTE INEN 16
Alcohol etílico % m/v							
En kéfir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN
EN kéfir fuerte		3		3		3	379
Kumis	0,5		0,5		0,5		
Presencia de adulterantes ¹	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1501
Suero de leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

* Expresado como ácido láctico.

¹. Adulterantes: harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

Nota: En el Anexo 7 se presenta los valores mínimos y máximos según el tipo de leche para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Anexo 8. Microorganismos específicos en la leche fermentada.

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentadas concentrada Mínimo	Kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto.	10 ⁷ UFC/g	
Bacterias prebióticas.	10 ⁶ UFC/g	
Levaduras.		10 ⁴ UFC/g

Nota: En el Anexo 8 se presenta los valores mínimos de presencia de los microorganismos específicos en la leche fermentada para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011)

En lo referente a los requisitos microbiológicos, es importante señalar que los valores deben dar como resultado ausencia de patógenos, así como de sus metabolitos y toxinas. Además debe dar cumplimiento a lo establecido en la norma (véase Anexo 9).

Anexo 9. Requisitos microbiológicos leche fermentada.

REQUISITOS	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales UFC / g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> UFC 7g	5	<1	<1	0	NTE INEN 1529-8
Recuentos de mohos y levaduras	5	200	200	2	NTE INEN 1529-10

n= número de muestras a examinar.

m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable calidad.

c= número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Nota: En el Anexo 9 se presenta los requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación, para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Anexo 10. Requisitos físicos y químicos de la leche evaporada.

Requisitos	Leche evaporada entera		Leche evaporada parcialmente descremada		Leche evaporada descremada		Método de ensayo
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
	%	%	%	%	%	%	
Contenido de grasa % (m/m)	7,5	-	1	<7,5	-	<1	NTE INEN 12
Extracto seco % (m/m)	25	-	20	-	20	-	NTE INEN 14
Proteína de la leche % (m/m) en el extracto seco magro*	34	-	34	-	34	-	NTE INEN 16

* el contenido de extracto seco y de extracto seco magro de la leche incluye el agua de cristalización de la lactosa

Nota: En el Anexo 10 se presentan los requisitos físicos y químicos de la leche evaporada para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Anexo 11. Requisitos físicos y químicos de la leche condensada.

Requisitos	Leche condensada entera		Leche condensada parcialmente descremada		Leche condensada descremada		Método de ensayo
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
	%	%	%	%	%	%	
Contenido de grasa % (m/m)	8	-	1	<8	-	<1	NTE INEN 12
Extracto seco % (m/m)	28	-	24	-	24	-	NTE INEN 14
Proteína de la leche % (m/m) en el extracto seco magro*	34	-	34	-	34	-	NTE INEN 16

* El contenido de extracto seco y de extracto seco magro de la leche incluye el agua de cristalización de la lactosa

Nota: En el Anexo 11 se presentan los requisitos físicos y químicos de la leche condensada para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Anexo 12. Requisitos microbiológicos leche condensada.

REQUISITOS	n	m	M	c	Método de ensayo
Mohos ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1529-10
Levaduras ufc/g	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1529-10

n= número de muestras a examinar.

m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable calidad.

c= número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Nota: En el Anexo 12 se presentan los requisitos microbiológicos de la leche condensada para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Anexo 13. Requisitos físicos químicos de la leche en polvo.

Requisito	Unidad	Entera		Semidescremada		Descremada		Método de ensayo
		min	max	min	max	min	max	
Pérdida por calentamiento.	% (m/m)	-	5	-	5	-	5	NTE INEN 299
Contenido de grasa.	% (m/m)	26	<42	>1,5	<26	-	1,5	NTE INEN 300
Proteína de leche en los sólidos no grasos de la leche.	% (m/m)	34	-	34	-	34	-	NTE INEN 301
Ceniza	% (m/m)	-	6,5	-	7	-	8	NTE INEN 302
Acidez titulable expresada como ácido láctico.	%	-	1,35	-	1,7	-	1,8	NTE INEN 303
Índice de solubilidad.								
Proceso spray	cm ³	-	1	-	1	-	1,25	NTE INEN 306
Proceso roller		-	15	-	15	-	15	
Lactosa en el producto parcialmente deslactosada	% (m/m)	-	11,5	-	11,5	-	11,5	AOAC 984.15 15 Ed. Vol 2
Lactosa en el producto bajo en lactosa.	% (m/m)	-	5,7	-	5,7	-	5,7	AOAC 984.15 15 Ed. Vol 2
Partículas quemadas y sedimento.	Disco / mg	-	B/15	-	-	-	-	NTE INEN 2468
Para leche en polvo instantánea: humectabilidad a 40°C	.segundo	-	60	-	60	-	60	NTE INEN 2469
Presencia de conservantes ¹		Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²		Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³		Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa vegetal		Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de leche		Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

¹ **Conservantes:** Formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas y dióxido de cloro.

² **Neutralizantes:** carbonatos, hidróxido de sodio.

³ **Adulterantes:** harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes.

Nota: En el Anexo 13 se presentan los requisitos físicos y químicos de la leche en polvo para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).

Anexo 14. Requisitos microbiológicos leche en polvo.

REQUISITOS	n	c	M	M	Método de ensayo
Microorganismos aerobios mesófilos REPU UFC/g	5	2	5,0*10 ³	1,0*10 ⁴	NTE INEN 1529-5
Enterobacteraceas NMP/g	5	2	<3	10 ²	ISO 21528-1
Enterobacteraceas UFC/g	5	2	Ausencia	-	NTE INEN 1529-13
Mohos y levaduras UFC/g	5	0	<10,0	-	NTE INEN 1529-10
Estafilococos coag. pos. UTC/g	5	1	1,0*10 ¹	1,0*10 ²	NTE INEN 1529-14
Salmonella en 25g	10	0	Ausencia	-	NTE INEN 1529-5

n= número de muestras a examinar.

m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M= Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable calidad.

c= número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Nota: En el Anexo 14 se presentan los requisitos microbiológicos de la leche en polvo para dar cumplimiento con la normativa correspondiente, tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011).



INDUSTRIA LÁCTEA se publicó en el mes de mayo de 2024.

ISBN: 978-9942-45-665-6

**Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
Cel: +593 97 911 9620
investigoeditorial@gmail.com**

BIOGRAFÍA DEL AUTOR

Enrique César Vayas Machado es un catedrático con una trayectoria académica y profesional destacada. Inició su formación universitaria en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde cursó sus estudios de pregrado, obteniendo el título de Ingeniero Zootecnista. Durante esta etapa, realizó sus prácticas preprofesionales en el Istituto Sperimentale Lattiero e Caserío di Lodi, en Italia.

Posteriormente, continuó su formación académica obteniendo el grado de Magíster en Docencia Universitaria en la Universidad Particular de Loja; complementó su formación académica con un Diplomado en Producción Animal Sostenible con énfasis en industrialización de la leche, realizado en la Universidad de Granma - Cuba.

Su búsqueda constante de conocimiento lo llevó a participar en diversos cursos de capacitación, entre los que destaca, el Curso de capacitación docente sobre tecnología de la leche en la Universidad Autónoma de Chihuahua - México.

En el ámbito profesional, ha desempeñado roles importantes, como Técnico y Director de la Planta de lácteos en la ESPOCH. Además, continuó su servicio a la comunidad estudiantil siendo Docente Universitario a nombramiento y a base de esfuerzo llegó a ser Director de la Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias de la institución, lo que le ha permitido formar varias generaciones de profesionales de manera académica y en valores; además ha sido Coordinador de proyectos de maestría, Investigador y Miembro de proyectos de vinculación.

Su compromiso con la educación se refleja también en su labor como Director de tesis tanto de pregrado como de posgrado, guiando a estudiantes en la realización de trabajos académicos de calidad y relevancia.

Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
Cel: +593 97 911 9620
investigoeditorial@gmail.com

INDUSTRIA LÁCTEA

Estimado lector, Invitamos a embarcarse en el conocimiento y descubrimiento a través de las páginas de este libro, donde podrá adentrarse en los secretos de la industria láctea, un sector fundamental para la alimentación humana y pilar de la economía global.

Un recorrido exhaustivo por la cadena de producción: En este libro, encontrará una profunda exploración de temas, desde la producción de la leche en la granja hasta la elaboración de diversos productos derivados como quesos, yogures, leches concentradas, crema, mantequilla y requesón.

Descubra los procesos y técnicas de transformación: Aprenderá sobre los diferentes métodos de ordeño, las técnicas de enfriamiento y conservación de la leche, los procesos de pasteurización y homogeneización, así como los principios de la microbiología de la leche y su control de calidad.

Conozca los equipos y aditivos utilizados: Explorará los diversos equipos empleados en la industria láctea, desde tanques de almacenamiento hasta sistemas de envasado, y conocerá los diferentes aditivos utilizados para mejorar las características de los productos lácteos.

Adquiera conocimientos sobre la normativa: Este libro le proporcionará información actualizada sobre la normativa que regula la producción y comercialización de productos lácteos, asegurando la calidad e inocuidad para el consumidor. Esta obra es una herramienta valiosa tanto para profesionales del sector lácteo como para estudiantes de carreras relacionadas con la alimentación, la industria y la ingeniería.

¡Espero que este libro le sea de gran utilidad en su formación!

EDITORIAL
InvestiGO

ISBN: 978-9942-45-665-6

