

Cultura, tecnología y negocio en la producción artesanal de queso y suero de calidad



Cultura, tecnología y negocio en la producción artesanal de queso y suero de calidad

María Patricia Chombo Morales
Coordinadora

CONAHCYT - CIATEJ

***Cultura, tecnología y negocio en la producción artesanal
de queso y suero de calidad***

Coordinadora: María Patricia Chombo Morales

1ª. edición

268 pp.: 35 ilustraciones; 17 x 21.5 cm

México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de

ISBN 978-607-8734-81-8 (versión impresa)

ISBN 978-607-8734-82-5 (versión digital)

T. 664 Tecnología en alimentos – Ciencia y tecnología

TDCT - Tecnología de alimentos y bebidas

Primera edición, 2024

Obra realizada con el apoyo

D.R. © Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C.

Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal, 44270 Guadalajara, Jal., México

Tel: (33) 33455200 ext. 1118 <http://www.ciatej.mx>

Responsable legal: Dra. Eugenia Lugo Cervantes

Responsable administrativo: C.P. Citlalli Haidé Alzaga Sánchez

Está permitido descargar y compartir esta obra citando y acreditando correctamente a la misma, más no está permitido cambiarla de forma alguna ni usarla comercialmente. Atribución-NoComercial-SinDerivadas: CC BY-NC-ND

Código legal: <https://creativecommons.org>

Contribuciones

Alcázar Valle Elba Montserrat
Chombo Morales María Patricia
Flores López María de Lourdes
Franco Becerra Verónica
Gutiérrez Limón Angélica
López Ramírez Julisa Edith
Moreno Villet Lorena
Pérez Espinoza Moisés
Quiñones Muñoz Tannia Alexandra
Ramírez Cerda Elsa Leticia
Rodríguez González Ernesto
Romero Romero Yair
Salazar Gómez Salvador
Sánchez Gómez Julia
Suárez Jacobo Angela
Velázquez Rodríguez Alejandro

INDICE

Capítulo I

Problemáticas, acciones y prospectiva: aspectos de organización social con productores de queso en Santa Fe, Zapotlanejo

Flores-López, M. de L.; Sánchez-Gómez J. y Romero-Romero Y.

11

Capítulo II

Proceso administrativo en queserías artesanales. El caso de Santa Fe, Zapotlanejo

Gutiérrez-Limón A.

43

Capítulo III

Teoría y práctica del aseguramiento de la calidad y productividad (el caso de los queseros artesanales de Santa Fe, Zapotlanejo)

Salazar-Gómez, S.; Pérez-Espinoza, M. y Franco-Becerra, V.

51

Capítulo IV

Calidad de la leche y normatividad

López-Ramírez Julisa. E. y Ramírez-Cerda Elsa. L.

71

Capítulo V

Quesos de México y del mundo

Chombo Morales M. P.

95

Capítulo VI

Proceso de elaboración. calidad de quesos y suero

Chombo Morales M. P.

123

Capítulo VII

Principios del tratamiento térmico en la elaboración de productos lácteos

Rodríguez-González, E, Alcázar-Valle E. M., Suárez-Jacobo Á.

159

Capítulo VIII

Aspectos sanitarios y de higiene en las instalaciones del procesamiento de queso

Suárez-Jacobo, Á.; Rodríguez-González, E; Velázquez-Rodríguez, A. y Alcázar-Valle, E. M.

187

Capítulo IX

Lactosuero: calidad, inocuidad y pretratamientos

Quiñones-Muñoz, T. A.; Chombo-Morales, M.P. y Moreno-Villet, L.

209

Capítulo X

Transformación de lactosuero: Operaciones unitarias

Quiñones-Muñoz, T. A.; Chombo-Morales, M.P. y Moreno-Villet, L.

245

Prólogo

El presente libro **“Cultura, Tecnología y Negocio en la producción artesanal de queso y suero de calidad”** ha sido fruto de una travesía que se inició en Zapotlanejo desde hace más de una década, con la necesidad de ofrecer alternativas y respuestas a los retos de la actividad económica del sector lácteo de Zapotlanejo.

La necesidad de encontrar soluciones a los efluentes propios de la actividad industrial quesera de la comunidad de Santa Fe propició la colaboración de autoridades municipales de Zapotlanejo, institutos de investigación y educación, tales como el CIATEJ y el Tecnológico Superior de Jalisco, conocido también como Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez.

En el año 2021 se conformó un equipo interdisciplinario para atender los requerimientos del municipio de Zapotlanejo, en coordinación con el Tecnológico Superior de Jalisco y el CIATEJ. Por tal motivo se solicitó un financiamiento al gobierno del estado de Jalisco, a través de las convocatorias de investigación que el COECYTAL emite y una participación de capital concurrente al municipio de Zapotlanejo.

El proyecto COECYTJAL 9777 fue el aprobado en la convocatoria 2021 Fondo de Desarrollo Científico de Jalisco para Atender Retos Sociales. Su título fue: *“Percepción del consumidor y funcionalidad de prototipos desarrollados a partir de lacto suero de las queserías artesanales de Santa Fe, Jalisco, como alimentos saludables”*, Clave CIATEJ: ZASUETRL4, este proyecto dio a varios productos o entregables académicos y de innovación, dentro de ellos el Diplomado “Cultura, Tecnología y Negocio en la Producción Artesanal de Queso y Suero de Calidad” ofrecido a los(as) productores(as) de queso de Santa Fe, Zapotlanejo y ahora con la publicación del presente libro.

En el proyecto antes mencionado, tuvo que ir en contra de la corriente pese a una pandemia histórica en el mundo que intentó detener gran parte de las actividades planeadas, sin embargo, con la actitud y disposición de todos los colaboradores, investigadores, docentes, directivos y alumnos se pudo concluir satisfactoriamente.

Ha sido un honor para mí como director del Tecnológico Superior de Jalisco, Unidad Académica Zapotlanejo; ser un articulador de talento humano, dentro del municipio de Zapotlanejo y gestionando en coordinación con mis compañeros que han colaborado en la propuesta de valor del proyecto COECYTJAL 9777. Gracias a la participación de un gran equipo de personas dispuestas y con vocación de servicio se dio atención y rumbo con una perspectiva de sustentabilidad a la actividad de los lácteos en el municipio de Zapotlanejo.

Gran alegría compartir que los resultados han sido halagadores, por la participación profesional de los compañeros del CIATEJ; coordinados por la doctora María Patricia Chombo Morales quien ha conformado un gran equipo de personas dedicadas a la investigación y que han tenido la paciencia y la disposición de adaptarse y escuchar las necesidades de los productores de lácteos con esmero y con el propósito de maximizar el valor de sus negocios.

Importante resaltar que los docentes que participaron del Tecnológico Superior de Jalisco se destacaron por el entusiasmo y disposición de contribuir desde su función como agentes de cambio y de concientización para profesionalizar las actividades industriales de los lácteos y el servicio de calidad. Destaco la participación de la Maestra Teresa Álvarez quien en esta fase fue coordinar la actividad académica de los docentes y estudiantes del TEMMZ y que desde un inicio ha sido una gran entusiasta de este reto de nuestro municipio. Reconozco a los alumnos que se han dejado guiar por investigadores, docentes y personal de apoyo quienes han brindado su contribución para la gestión, el transporte, traslado de material y sobre todo la gratitud a las personas que han contribuido desde el anonimato, sin mucho aspaviento pero que, sin su apoyo, no hubiera sido posible este gran logro que tienes en tus manos, querido lector.

Héctor Dávalos Tinajero

Director de la Unidad Académica Zapotlanejo, Tecnológico Superior de Jalisco.

“Nunca dudes de que un pequeño grupo de ciudadanos reflexivos y comprometidos puede cambiar el mundo; de hecho, es lo único que lo ha logrado”. — Margaret Mead, antropóloga cultural estadounidense.

Capítulo I

Problemáticas, acciones y prospectiva: aspectos de organización social con productores de queso en Santa Fe, Zapotlanejo

Flores-López, M. de L.¹; Sánchez-Gómez J.² y Romero-Romero Y.³

1.1 Introducción

El presente documento forma parte de los contenidos impartidos en el diplomado Cultura, Tecnología y Negocio en la producción de queso y suero de calidad dirigido a productores de queso de Santa Fe, Zapotlanejo, como parte del proyecto “Percepción del consumidor y funcionalidad de prototipos desarrollados a partir de lactosuero de las queserías artesanales de Santa Fe, Jalisco, como alimentos saludables” Convocatoria Retos sociales 2021 del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYT-JAL).

Los contenidos que se desarrollaron aluden a aspectos de organización social y colectiva, expuestos en tres módulos convertidos en apartados de este capítulo. El primero módulo, denominado Dialogo introductorio: de la priorización de problemas al plan de acción, tuvo como objetivo el reconocimiento de algunos aspectos problemáticos que experimentan los queseros en su tarea diaria, a partir del diagnóstico que se elaboró como

¹ Unidad de Tecnología Alimentaria del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco A. C. lflores@ciatej.mx.

² Unidad de Planeación del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco A. C. yromero@ciatej.mx.

³ Unidad de Tecnología de Alimentaria del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco A. C. jsanchez@ciatej.mx..

parte del proyecto “Aprovechamiento de los componentes del lacto suero desechado en el municipio de Zapotlanejo para el desarrollo de alimentos y agro productos de alto valor agregado” en la comunidad de queseros de Santa Fe, Zapotlanejo, Jalisco. A través del recurso de taller se identificaron y priorización aquellos problemas con posibilidades de resolver considerando la metodología de priorización de problemáticas para finalmente concluir en un elaborando un plan de acción (apartado 1.2). El módulo II se denominó Economía social, organización e innovación, en este módulo se analizaron las formas de organización social y económica, experiencias, alcances y éxitos de las organizaciones. Se abordaron como puntos centrales la importancia y retos de la organización, las características y modelos de la economía social solidaria, los tipos de sociedades y el papel de la innovación en las organizaciones (apartados del 1.2 al 14). El módulo III se trabajó en forma de taller aspectos de prospectiva sobre el sistema de producción de queso con el objetivo de identificar escenarios y rutas para el impulso de la organización social. Cada módulo integró aspectos teóricos, dinámicas, mesas de trabajo, retroalimentación, plenarios, evaluación de contenidos, conclusión y cierre a modo de una prospectiva cuya teoría y metodología se presentan en el apartado 1.5. A continuación, se presenta el material y metodología desarrollado en cada módulo.

1.2 Dialogo introductorio: de la priorización de problemas al plan de acción.

El objetivo de este módulo es generar una priorización de problemas, así como un plan de trabajo basado en la identificación de problemas derivadas de las actividades de diagnóstico y mesas de trabajo del proyecto ZASUE realizado como parte del proyecto “Aprovechamiento de los componentes del lacto suero desechado en el municipio de Zapotlanejo para el desarrollo de alimentos y agro productos de alto valor agregado” financiado por el Fondo de Desarrollo Científico de Jalisco a través de su oficina de Innovación, Ciencia y Tecnología, que tenía entre sus objetivos

el aprovechamiento de lactosuero en la comunidad de queseros de Santa Fe, Zapotlanejo, Jalisco.

Dentro de los alcances se propone la elaboración de un plan de acción que permita planificar las actividades, metas y objetivos, siendo una herramienta que brinde elementos para la toma de decisiones para la solución de los principales problemas que enfrentan los productores de queso en Zapotlanejo.

Se retomaron las actividades del diagnóstico elaboradas en el proyecto ZASUE, mesas de trabajo, talleres y entrevistas donde se realizará un ejercicio respecto a priorizar los principales problemas de los queseros, a partir de recrear la dinámica del Árbol de problemas, que nos permitirá identificar las raíces, causas y problemas del sector. Posteriormente a través del diálogo y la discusión se priorizarán los principales problemas que son factibles de solucionar en función de criterios específicos de viabilidad técnica, económica y sustentabilidad. Una vez consensuado los problemas y posibles soluciones se elaborará un plan de acción para contar con elementos para la toma de decisiones, considerando actividades que pueden realizarse, en qué tiempo y los responsables para el cumplimiento de los objetivos plasmados en este plan de acción.

Se abordarán las siguientes temáticas que permitirán cumplir con el objetivo propuesto:

1. Diagnóstico de la producción de quesos en Santa Fe, Zapotlanejo.
2. Dinámicas de trabajo grupales o plenarias:
 - Árbol de problemas
 - Matriz de priorización de problemas.
 - Plan de acción o de trabajo.

1.2.1 El diagnóstico de los productores de Santa Fe

Este diagnóstico se elaboró como parte de la colaboración en el proyecto “Aprovechamiento de los componentes del lacto suero desechado en el municipio de Zapotlanejo para el desarrollo de alimentos y agro productos de alto valor agregado” financiado por el Fondo de Desarrollo Científi-

co de Jalisco a través de su oficina de Innovación, Ciencia y Tecnología. Este diagnóstico fue elaborado junto con la colaboración de estudiantes del Tecnológico Mario Molina de Zapotlanejo y la participación de queseros de la comunidad de Santa Fe.

La intervención social fue diseñada utilizando como marco metodológico la etnografía y la perspectiva del actor como agente social de cambio. El diseño del instrumento para acopio de información derivó en un guion de entrevista semiestructurada que incluyó como ejes temáticos: las condiciones en que se desenvuelve la actividad de quesería, los procesos que se implementan y cómo se efectúan, las problemáticas que han enfrentado en esta actividad; considerando desde la producción, elaboración, empaquetamiento, distribución y venta; los apoyos que ha recibido de otros sectores, las ventajas o beneficios que perciben de su actividad, aspectos relacionados a capacitaciones y cursos, se abordaron los temas de organización y los aspectos de asociatividad, finalmente se incorporaron temas de prospectiva de su actividad.

La elaboración del diagnóstico se realizó de manera conjunta con alumnos del tecnológico Mario Molina de Zapotlanejo. Se capacitó a los alumnos a través de sesiones en línea donde se probó el instrumento de recolección de información, posteriormente se organizaron las actividades para realizar el trabajo de campo y su análisis. Los productores participantes en este proyecto fueron contactados vía telefónica, se estableció de manera coordinada el día y hora del encuentro. Se iniciaron las entrevistas con los productores ubicados en la parte del centro de Santa Fe y según su disponibilidad y tiempo. En total se entrevistaron a 12 productores dedicados a la producción de queso que nos recibieron en sus domicilios y unidades de producción. Se documentaron algunos procesos utilizando la observación participante y notas de campo.

La información obtenida en los encuentros fue grabada en audio con autorización de los productores y se tomaron fotografías. Las entrevistas fueron transcritas en documentos de texto en programa Word. Posteriormente se diseñó una guía para codificar la información transcrita considerando los ejes temáticos del guion de entrevista. La información

transcrita, codificada y sistematizada se organizó en carpetas electrónicas.

Se realizaron dos encuentros de trabajo, el primero se denominó “Diálogo para la construcción de trabajo colaborativo. Queseros de Santa Fe, Zapotlanejo, Jalisco” el objetivo que propuesto fue dialogar con los queseros de la comunidad de Santa Fe, sobre los principales retos que identifican para impulsar acciones que les permitan hacer un uso más eficiente del suero de la leche, así como otras acciones que favorezcan su quehacer y fomenten el bienestar social y ambiental de su comunidad. Se establecieron una serie de preguntas con la intención de propiciar el diálogo, se abordaron: Experiencia respecto a la producción de queso, uso del lactosuero, qué están haciendo con el suero de leche, qué podrían hacer para no tirarlo, cómo se podrían organizar, cómo se podrían organizar para acopiarlo, distribuirlo o venderlo, qué otros retos identifican, cómo resolver estos retos. En este primer taller participamos con una actividad interactiva estableciendo el diálogo con los queseros sobre los principales retos que ellos identifican para impulsar acciones que les permitan hacer un uso más eficiente del suero de leche, así como otras acciones que favorezcan su quehacer. Esta dinámica buscó estimular la participación y la voz de los productores de queso, quienes comenzaron a manifestar algunos casos particulares que han vivido y solucionado, a veces parcialmente, en los años que llevan producción queso y algunos de sus derivados.

1.2.2 Principales resultados del diagnóstico

Respecto a la producción, elaboración, comercialización de queso y uso del suero se resumen en el siguiente cuadro.

Tabla 1.1. Problemáticas identificadas con los queseros de Santa Fe, Zapotlanejo, Jalisco.

- Problemáticas identificadas
- Deterioro de la infraestructura (pisos) por desechar suero a la alcantarilla.
- Desaprovechamiento del suero de leche
- Desconocimiento del daño que causa el lactosuero en el ambiente.
- Dificultades de organización para el acopio y venta del lactosuero (experiencia negativa en el pasado)
- Desconocimiento para recolectar adecuadamente el lactosuero
- Falta de organización productores y ganaderos
- Recepción de leche en malas condiciones
- Desconocimiento de las condiciones en que reciben la leche

- Incorporación de otros elementos para subsanar el desabasto (leche en polvo) esto demerita su producto.
- Falta de infraestructura adecuada para elaborar quesos
- Deterioro en la infraestructura (áreas de trabajo, conexiones eléctricas)
- Accidentes de trabajo
- Constantes renunciaciones del personal
- Competencia desleal de grandes empresas y otros productores de la zona
- Asaltos en la ruta de distribución
- Disminución de venta de producto, derivado de las medidas de mitigación por la pandemia
- Falta de educación financiera.
- Falta de liquidez.
- Muchos gastos y pocos ingresos
- Puntos de venta
- Marcas propias sin registrar
- Deterioro de la infraestructura (pisos) por desechar suero a la alcantarilla.
- Desaprovechamiento del suero de leche
- Desconocimiento del daño que causa el lactosuero en el ambiente.
- Dificultades de organización para el acopio y venta del lactosuero (experiencia negativa en el pasado)
- Desconocimiento para recolectar adecuadamente el lactosuero
- Falta de organización productores y ganaderos

Una vez expuesta esta problemática contenida en la **Tabla 1.1** se procederá a realizar una dinámica para discutir la relevancia de las problemáticas planteadas, conocer sus causas y posibles soluciones a través de una herramienta metodológica denominada árbol de problemas, la cual detallamos a continuación.

1.2.3 Árbol de problemas. Herramienta.

La herramienta árbol de problemas convoca a todos los actores involucrados en torno a una situación particular para identificar la problemática principal y sus vínculos entre qué los originó y cuáles son los efectos que, a manera de obstáculos, impiden el avance y crecimiento de algún caso específico (Hernández, et. Al., 2015). Por mencionar un ejemplo: el sistema de producción de quesos artesanales en Santa Fe, Zapotlanejo, Jalisco. Esta es una herramienta dinámica y participativa que, dependiendo de la actitud proactiva de los actores interesados, permitirá mapear y localizar las principales barreras (problemáticas), así como las causas y efectos que se originan en ella, convirtiéndose en instrumento poderoso para la definición de objetivos, metas y estrategias para impulsar, desde abajo, proyectos e iniciativas con amplios alcances.

Para que un proyecto colectivo tenga éxito es necesario que la identificación de los problemas y sus necesidades surja del análisis meditado de sus interesados, a partir del contexto real de sus existencias. Pero también, es crucial que todos los actores involucrados adopten la iniciativa y se comprometan a impulsarlo según las tareas y compromisos individuales adquiridos. Es importante la participación, además de los actores principales involucrados, participantes que podrían apoyar e impulsar la iniciativa desde otros espacios: investigadores, socios potenciales, centros de investigación, instituciones gubernamentales, entre otros. Cabe resaltar que la identificación de las problemáticas, su solución y el camino por recorrer debe estar en mano de los actores colectivos o emprendedores, en este caso de los productores de queso.

La actividad árbol de problemas se debe llevar a cabo en forma de taller, en un evento interactivo donde se den cita los interesados en mejorar una actividad o impulsar un proyecto colectivo o de un grupo de personas con interés a fines. Partimos de una lluvia de ideas donde los asistentes identifican los principales problemas u obstáculos que impiden el crecimiento del sistema de producción, muchos de esos problemas en realidad son relaciones que se establecen entre las causas y los efectos generados/surgidos de los problemas por resolver (Hernández-Hernández & Garnica-González, 2015) En tal sentido, de manera consensuada se deben jerarquizar los problemas a partir de la relación causa y efecto: los problemas que son resultado de las causas se colocan abajo, equiparando a la raíz; mientras que los problemas considerados como efectos se colocan arriba, asimilando las hojas y las ramas (CEPAL, 2011). Él o los problemas principales se ubicaron en el tronco del árbol. Se debe atender a las preguntas: ¿Es un problema principal? ¿Es una causa? ¿Es un efecto? También se debe tener claro la relación: causa → problema → efecto. Cuando se logre un efecto visual de esa relación se analiza toda la actividad (árbol de problemas) esperando un acuerdo mutuo entre todos los actores participantes.

La implantación correcta de esta actividad va más allá de identificar la relación causa → problema → efecto, sus síntomas y sus dolores específicos. También incide individual y colectivamente en una toma de

conciencia, cómo es que las problemáticas principales tienen consecuencias significativas para el despegue amplio del sistema de producción, pero también, cómo ello impacta en las vidas.

Algunas ventajas de trabajar con la herramienta árbol de problemas, según Hernández y Garnica (Hernández-Hernández & Garnica-González, 2015), son las siguientes:

- Un mejor manejo y definición de los problemas, priorización más clara de factores y determinación de objetivos.
- A partir de la relación causa, problema y efecto se pueden comprender mejor los problemas.
- Al escuchar a los actores involucrados se ponen en la mesa diversos temas y sus argumentos, pero también se establecen algunos procesos para su solución.
- Se identifican los problemas actuales que dificultan el avance del sistema de producción.
- El diálogo, la lluvia de ideas, la disposición de escuchar al otro ayuda a co-crear un plan de acción.

1.2.4 Priorización de problemas

Una vez que se ha complementado el árbol de problemas, se procederá a priorizar dichas problemáticas a través de otra herramienta metodológica.

La priorización de problemas significa ordenar las dificultades según la importancia que tienen para los actores. Esto con el objetivo de clasificar los problemas para tomar decisiones acertadas y viables, ayudar al abordaje y solución de los problemas y apoyar al proceso de planificación (CEPAL, 2011). Priorizar problemas permite identificar problemas raíz (con mayor impacto), valorar cada uno de los problemas analizados, así como, aplicar las filosofías de Toyota referidas al Nemawashi, debatir problemas, soluciones potenciales, riesgos, entre los involucrados; y al Kaizen, planificación participativa, flexible, de requerimientos reales y alcanzar la proactividad del grupo de actores; y finalmente, brindar soluciones eficaces.

En general, para elaborar una matriz de priorización se deben identificar previamente las problemáticas, las causas y efectos de esas problemáticas. Posteriormente, se debe elaborar una matriz de criterios y otorgar un valor a los criterios (**Figura 1.1**).

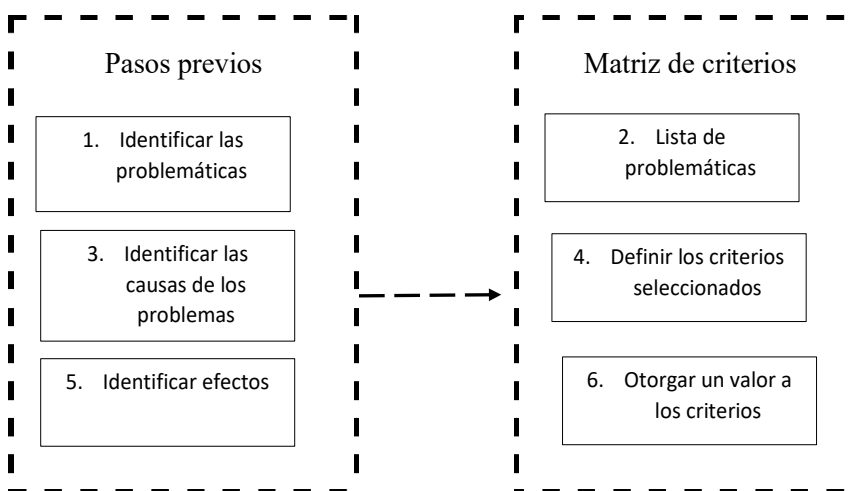


Figura 1.1 Proceso para elaborar una matriz de criterios.

Cabe precisar, que los criterios para evaluar cada problemática se establecen según el interés de los actores. Para fines de este ejercicio, se abordan siete criterios, su descripción y valor se muestra en la **Tabla 1.2**

Tabla 1.2. Criterios establecidos para la valorar las problemáticas.

Criterio	Descripción	Rango del valor
Posibilidad de solución	El problema puede resolverse por los afectados, depende de actores externo o es un hecho que no se puede modificar.	Si=1, No=0
Magnitud	¿A cuántos afecta del grupo?	Más del 50%=2, Menos del 50%=1, Ninguno=0
Gravedad del problema	En qué grado afecta a la población.	Ninguna=0, Media=1, Alta=2

Grado de interés	Expresa el interés de los afectados por darle solución al problema.	Si=1, No=0
Apoyo de actores relevantes:	Cuenta con el apoyo de autoridades locales, asociaciones, entre otros actores de apoyo para su solución.	Si=1, No=0
Efecto en el corto plazo	Resultados visibles en menos de un año.	Si=1, No=0
Costo/beneficio:	El beneficio de solucionar el problema es mayor que el costo.	Positivo=2, Igual=1, Negativo=0

El proceso detallado para realizar una priorización de problemas consiste en ocho pasos (**Figura 1.2**). El primero de ellos consiste en la formación de grupos o equipos de trabajo, después utilizar la matriz de criterios previamente elaborada para reflexionar y valorar cada problemática mostrada en la **Tabla 1.3**. Una vez que ya se evaluó cada problemática, se realiza la suma total del puntaje obtenido en cada criterio y se ordenan según el puntaje obtenido.

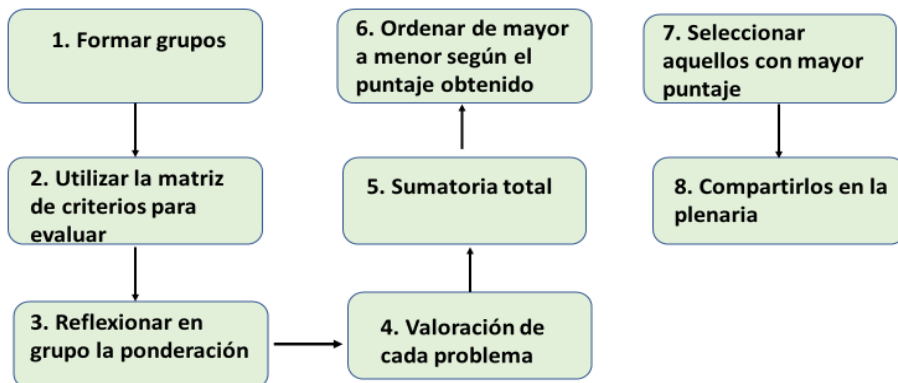


Figura 1.2. Proceso detallado para realizar la priorización de problemas.

Tabla 1.3. Matriz de criterios para la priorización de problemas.

	Posibilidad de solución del actor	Magnitud	Gravedad	Grado de interés	Apoyo de actores	Efecto a corto plazo	Costo/Beneficio	Suma total del puntaje
Problemas identificados/criterios	(si=1, no=0)	(Más del 50%=2, Menos del 50%=1, ninguno=0)	(ninguna=0, media=1, alta=2)	(si=1, no=0)	(si=1, no=0)	(si=1, no=0)	(positivo=2, igual=1, negativo=0)	
Resultado								

1.3 El plan de acción

Esta es una herramienta metodológica que tiene como objetivo ayudar a planificar o trazar la ruta que debemos seguir para solucionar los problemas identificados, permite contar con elementos para la toma de decisiones a partir de actividades que se deben realizar, cómo se deben realizar y qué tiempo debemos considerar, así como los responsables de su cumplimiento (Cepal, 2011). Se pretende que a través de esta herramienta se pueda priorizar las iniciativas más relevantes para cumplir con los objetivos planteados, ayude a establecer plazos y responsabilidades y permita trabajar de forma coordinada para lograr objetivos.

1.3.1 Pasos principales para elaborar un plan de acción

Se recomienda seguir estos simples pasos, dependerá de la disposición de los asistentes para construir lo más detallado posible dicho plan.

1. Formular objetivo general relacionado con la actividad priorizada
2. Formular objetivos específicos relacionados con actividades priorizadas o problemas detectados en el diagnóstico
3. Determinar los recursos para llevar estas actividades
4. Listar cuáles alianzas son necesarias para realizar las actividades

5. Establecer quiénes son los responsables de cada actividad
6. Determinar el tiempo que se necesita para desarrollar estas actividades.

Un insumo básico será la elaboración de una tabla que permita visualizar de manera fácil este plan de acción. Se podrán realizar planes de acción para cada objetivo que se haya determinado en la priorización de problemas y el consenso de los participantes decidan que es relevante trabajar en el plan de acción.

1.4 Economía social, organización e innovación.

El objetivo de esta sección es analizar algunas formas de organización social y económica, sus experiencias, alcances y éxitos para identificar áreas de oportunidad e impulsar la producción de queso en Zapotlanejo. La idea central del módulo es abordar conceptos generales sobre economía, organización e innovación. Así como, identificar algunas formas de organización social y económica existentes para conocer cómo operan, casos de éxito o fracaso. Esto con la finalidad de llevar a los diplomantes a los temas específicos de la economía social y solidaria, la cooperativa y la innovación social-tecnológica.

Las temáticas que se abordarán para cumplir con el objetivo propuesto del módulo son las siguientes:

- Importancia y retos de la organización económica.
- Características y modelos de organización económica (Economía circular y economía social y solidaria).
- Tipos de sociedades, formas jurídicas y responsabilidades (La cooperativa)
- Casos de éxitos o fracasos de las organizaciones económicas.
- El papel de la innovación en las organizaciones (concepto y tipos de innovación).

1.4.1 Importancia y retos de la organización económica

Las organizaciones económicas son entidades económicas que colaboran en el desarrollo económico de la sociedad. Estas se pueden clasificar en tres tipos:

- Organizaciones lucrativas
- Organizaciones no lucrativas
- Organizaciones gubernamentales

Las organizaciones económicas son importantes debido a que: asocian a personas, permiten el acceso al financiamiento y otros servicios, incrementan el poder de negociación, facilitan la ejecución de operaciones, permiten la autonomía financiera y auto gestión, integrarse a las cadenas productivas; y contribuyen al desarrollo y bienestar de los agremiados.

Algunos elementos a considerar para la organización económica son: las necesidades y objetivos en común de los potenciales agremiados (por consenso, mayor beneficio/costo, oportunidad); el compromiso de las personas (disposición para actividades en conjunto y aportar recursos, puntos de identificación social, cultural); su potencial para la división del trabajo; recursos con los que cuenta para iniciar (con enfoque cuantitativo y cualitativo); bases constitutivas y reglamentos, sistemas y procedimientos para la planeación, coordinación y control; planes y proyectos a corto, mediano y largo plazo; y muchas de ganas de trabajar de forma colectiva.

Por otro lado, entre las limitantes para el desarrollo de una organización económica se encuentra: la promoción de las figuras jurídicas condicionadas a los apoyos institucionales, promoción de la organización como un fin y no como un medio, sobreposición y duplicidad de funciones generando conflicto de intereses entre los agremiados; y retiro de instituciones y apoyos gubernamentales.

En adición, entre los retos que enfrentan de las organizaciones económicas se relacionan con: la capacitación y asistencia técnica, financiamiento, apoyos institucionales, comunicación, unidad de las personas, infraestructura, participación, alianzas estratégicas. En el caso del eslabón productivo, avanzar en los segmentos de cadenas productivas generando

valor agregado en ambos sentidos y diversificar su capacidad de generación de riqueza y de calidad de vida. En el ámbito social los principales retos que enfrentan las organizaciones son: la alimentación y nutrición, es decir, no basta con producir, sino que los productos deben ser nutritivos, envejecimiento de la población y salud, educación y recursos naturales y económicos.

1.4.2 Sobre las economías sociales, una aproximación conceptual

A diferencia del razonamiento económico convencional las economías sociales suponen un giro crítico a partir de su naturaleza, orientación y objetivos, por ejemplo, existen preocupaciones centradas más en el ámbito humano, los efectos del consumo sobre el medio ambiente, la reorganización colectiva de las comunidades, entre otros, y que pueden incidir directamente en la salud, el medioambiente y quizá en reorganizaciones sociales a través de cambios y estilos de vida. En las siguientes líneas presentaremos brevemente algunas ideas centrales en torno a dos economías con giros sociales: economía circular y economía social y solidaria.

1.4.2.1 Economía circular

Algunos supuestos indican que la economía convencional se base en procesos lineales con el objetivo de lograr un crecimiento económico sin reparar en la sustentabilidad ambiental, calidad de vida e indicadores de bienestar humano, siguiendo el proceso de *producir, consumir, tirar – comprar, tirar, comprar*, etc. Bajo esa concepción se comienza a observar el agotamiento de los recursos naturales, así como de combustibles fósiles, considerando que los recursos son finitos y que con el aumento de la población su demanda va en aumento.

Una mirada contraria es la economía circular, la cual es un modelo de producción y consumo que postula como principio compartir, reutilizar, reparar, renovar y reciclar aprovechando al máximo los recursos disponibles generando valor en los diferentes procesos de producción. Algunos de los beneficios son los siguientes:

- Es amigable con el medio ambiente.

- Mejora en los resultados económicos al reducir el uso de los recursos.
- Impulso de la innovación y competitividad a través de nuevas oportunidades de crecimiento económico.
- Preservación, aseguramiento y continuidad de los recursos naturales.
- Puede reducir el efecto sobre el cambio climático.
- Generación de empleo socialmente responsable.
- Buenas prácticas en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

1.4.2.2 Economía Social y Solidaria.

La economía circular puede tener diferentes concepciones, a partir de la naturaleza de su concepción o función particular del colectivo social que lo impulsa. Se asocia a un conjunto de prácticas que de manera diferenciada y solidaria pretende crear economía: esto implica, desde un primer momento, visualizar nuevas formas de producción, así como de distribución y consumo de algún producto o servicio específico, bajo el ideal de lograr una transformación real a partir de una actividad económica.

Algunos de sus planteamientos, dependiendo de sus objetivos generales y específicos, son los siguientes:

- Transformación de las formas de producción, distribución y consumo.
- Proceso crítico y consciente con valores encaminado a la responsabilidad social comunitaria.
- Transformación social a partir de la organización de los actores interesados.
- Horizontalidad en la toma de acuerdos y decisiones. Se premia la participación antes que los recursos económicos invertidos.
- La empresa, colectividad u organización no tiene un dueño, es una propiedad colectiva.
- La organización puede ser de varios tipos: cajas de ahorro, cooperativa, asociación, etc.

- Los principales valores son la honestidad, solidaridad, cooperación, democracia, justicia, entre otros.

1.4.2.3 Tipos de sociedades, formas jurídicas y responsabilidades: la cooperativa.

Este módulo tiene como intención abordar y reflexionar sobre el tipo de sociedades que se pueden constituir para el desarrollo de una actividad con tintes empresariales. Se esbozan de manera general algunas definiciones que ayudarán a precisar y establecer un cuerpo de conocimiento, lo que, a su vez, brindará de elementos conceptuales para que puedan utilizarse en la reflexión y análisis entre diferentes actores involucrados en la actividad de la quiería.

Iniciamos esbozando algunas definiciones conceptuales que nos permitirán entrar en materia. La sociedad, hacemos referencia a la definición del diccionario de la Real Academia española (RAE), define como “un conjunto de personas, pueblos o naciones que conviven bajo normas comunes, o como una agrupación natural o pactada de personas, organizadas para cooperar en la consecución de determinados fines o como una agrupación comercial de carácter legal que cuenta con un capital inicial formando con las aportaciones de sus miembros”.

En estas definiciones encontramos elementos específicos que aluden al establecimiento de un conjunto o agrupación de personas, la cooperación o interacción entre los miembros del grupo, la intención de congregarse que persigue un fin y la importancia de aportar algo al grupo. Por tanto, podemos pensar que estas agrupaciones responden a diferentes fines por lo para la cual se pueden clasificar por tipos de sociedades. Algunos ejemplos serían la sociedad de padres de familia en una escuela o una asociación de ganaderos de determinada localidad.

En términos de legislación se pueden distinguir dos tipos de sociedades: civiles o mercantiles. Según el artículo 25 fracción II del código civil de la federación son reconocidas ambos tipos de sociedad como personas morales, porque según este reglamento surgen de la misma forma (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018). Refiere que se inicia con

el consenso de varias personas para emprender un negocio, existen entre ellas la confianza para aportar su capital y conjuntar esfuerzo para trabajar de manera conjunta y generar un incremento de su patrimonio.

La diferencia entre una sociedad civil y una mercantil radica, según lo establecido en el artículo 2688 del código Civil Federal mexicano, en las actividades que se van a desarrollar como parte de su objeto social. Concretamente podemos decir que las sociedades mercantiles tienen como actividad principal la realización de actos de comercio, mientras que las sociedades civiles ejecutan actividades que no están relacionadas con el comercio, sino con otros servicios como de tipo profesional o la educación, es decir la actividad no se vincula directamente con la especulación comercial (Arroba López, 2021).

Las sociedades civiles, según lo establecido en la legislación mexicana, pueden conformarse como sociedades o asociaciones. Estas sociedades son definidas como organizaciones creadas con un fin específico que no involucra la especulación comercial. Ejemplos de lo anterior: sería un bufet de abogados o contadores. Estas asociaciones no tienen un fin económico sino altruista, como asociaciones contra el hambre, la salud mental o el tratamiento a adicciones.

Las sociedades mercantiles, que como se ha mencionado, son agrupaciones que se constituyen por grupos de personas con la finalidad de realizar especulaciones comerciales, entendida esta como cualquier acción que implique el comercio con la finalidad de incrementar el patrimonio de los miembros. Recientemente la reforma en la legislación mercantil permite la creación de una empresa a partir de una sola persona, es decir, no se requiere asociatividad. Vamos a distinguir algunas sociedades mercantiles. La clasificación de este tipo de sociedades está en función del propósito, la participación de los miembros y las formas de administración. Los tipos de sociedades mercantiles deben formalizarse por medio notario público que emitirá un acta constitutiva e implica contar con cierto capital social que podrá ser o no variable.

En México las sociedades mercantiles están reguladas en la Ley General de sociedades mercantiles (LGSM). Esta Ley fue publicada en el

Diario Oficial de la Federación el 4 de agosto de 1934 y el texto se encuentra vigente con algunas reformas, la última publicada en 2009 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018). En este marco se reconocen las siguientes (Flores Pérez, 2015):

1. Sociedad en nombre colectivo;
2. Sociedad en comandita simple;
3. Sociedad de responsabilidad limitada;
4. Sociedad anónima;
5. Sociedad en comandita por acciones, y
6. Sociedad cooperativa.

Revisaremos brevemente cada una de ellas en términos de las obligaciones que tiene para los socios, las aportaciones monetarias, es decir, el capital necesario para su constitución y una serie de datos a considerar según lo enmarcado en la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM, Diario Oficial de la federación 1934).

LA SOCIEDAD EN NOMBRE COLECTIVO. Es detallada en el capítulo II de la LGSM, del artículo 25 al 50. En su artículo 25 define a esta sociedad cómo aquella que existe bajo una razón social y en la que todos los socios responden de las obligaciones sociales de forma subsidiaria, ilimitada y solidaria. Los derechos de los socios pueden cederse a la compañía sin el consentimiento de todos los demás. Aunque el consentimiento para modificar el contrato social debe ser unánime. No necesita contar con mínimo de capital. Otras características respecto a la reserva de las utilidades anuales deben representar 5% hasta el 20% del capital social fijo. Se señala la herencia como parte de las membresías a la sociedad. En el Artículo 27 refiere que la razón social debe incluir el nombre de los socios y distinguirse con la palabra compañía. El resto de los artículos detalla el papel de los socios, la forma de administración, la toma de decisiones para la sociedad y el papel de los miembros.

LA SOCIEDAD EN COMANDITA SIMPLE. Descrita en el capítulo III de LGSM constituida por siete artículos, define que esta sociedad puede conformarse

por una razón social y los socios comanditados pueden tener responsabilidades de forma subsidiaria, ilimitada y solidaria respecto a las obligaciones sociales y los otros sólo estarían obligados a pago de las aportaciones. Se distingue en su razón social con las abreviaturas “S. en C.” (Sociedad en Comandita). Los artículos 53 al 56 señalan las obligaciones de los socios y la forma de administración, toma de decisiones y rol de los miembros de la sociedad.

LA SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. En el capítulo IV de la LGSM se describen las características de esta sociedad. En el artículo 58 refiere a la obligatoriedad de los socios a la obligatoriedad del pago de las aportaciones. La denominación de la razón social se conforma con los nombres de uno o más socios y se caracteriza por señalar la sociedad con el acrónimo “S. de R.L.” En este caso se limita el número de socios. En los artículos 62 al 86 detallan el papel de los socios, el tratamiento del contrato social, la admisión de nuevos socios, la transmisión por herencia, aportaciones y correspondencia de la parte social, el manejo del contrato social y la asamblea como mecanismos de decisión, las formas de administración de la sociedad, así como el papel y facultades de la asamblea como órgano máximo de gestión de la sociedad.

LA SOCIEDAD ANÓNIMA. Se detalla en el capítulo V de la LGSM, esta constituida por los socios que tienen como obligación máxima el pago de sus acciones. La razón social se genera de forma libre a diferencia de las anteriores, acrónimo distintivo es “S.A”. Esta constituida por seis secciones, es la sociedad más detallada de la LGSM. La primera sección remite a la constitución de la sociedad, tanto de los socios, el monto o capital, las aportaciones, las faltas a las obligaciones, la función de la asamblea constitutiva, los bonos de los fundadores. En la segunda sección remite a las acciones y manejo del capital social, la distribución de las utilidades, la venta de acciones, la adquisición de acciones, etc., En la tercera sección remite a la administración de la sociedad. La sección cuatro refiere a la vigilancia de la sociedad, la quinta describe sobre el manejo de la informa-

ción financiera y la sexta sobre las asambleas de accionistas.

La sociedad en comandita por acciones. Se detalla en el capítulo VI de la LGSM y refiere desde el artículo 207 al 211 las características de esta sociedad, puede estar constituida por uno o varios socios con obligación al pago de sus acciones, sin limitación de ellos. La razón social estará conformada por los nombres de los miembros, utiliza el acrónimo “S. en C. por A”. las acciones remiten a las mismas que de la sociedad en nombre colectivo y la sociedad en comandita simple.

LA SOCIEDAD COOPERATIVA. La LGSM refiere en su capítulo VII que esta sociedad tiene un régimen de legislación especial. La Ley General de Sociedades Cooperativas (LGSC) fue publicada en 1994 y la última reforma fue en 2018 (Diario oficial de la federación, 1994). Según la LGSC dice en su artículo 1 “es una forma de organización social integrada por personas con base en intereses comunes, esfuerzo y ayuda mutua” tiene como objetivo “satisfacer las necesidades individuales y colectivas mediante la realización de actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios”. Se exponen en cuatro títulos que refieren 94 artículos referentes a las disposiciones generales, de la constitución y registro, de las distintas clases y categorías de las sociedades cooperativas, del funcionamiento y la administración, del régimen económico, del papel de los socios, de la disolución y liquidación, de los organismos cooperativos, tanto de producción y de consumo como de cooperativas de ahorro y préstamo, así como del apoyo a las sociedades cooperativas.

LA SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADAS. Se detalla en el capítulo XIV de la LGSM, puede constituirse por una o más personas que están obligados al pago de sus aportaciones. Limita a las personas miembros a ser simultáneamente accionistas de otro tipo de sociedades mercantiles. Se remite a un límite de acciones que podrá manejar la sociedad, con ajustes anuales. La razón social puede elaborarse de forma deliberada y se especifica con el acrónimo “S.A.S”. Se puede constituirse con uno o más accionistas, no requiere el requisito de escrituración pública. Existe un registro

en el sistema electrónico a cargo de la Secretaría de Economía y se rige con la normativa de esta entidad.

LA SOCIEDAD ANÓNIMA PROMOTORA DE INVERSIÓN (SAPI). Estas sociedades son reguladas por la Ley del Mercado de Valores (LMV, Diario oficial de la Federación, 2005), se detalla en el capítulo I la forma en que podrán constituirse en esta modalidad considerando las disposiciones generales emitidas por la LGSM. Su constitución deberá estar acordada por medio de asamblea. Su denominación integrará la expresión “Promotora de Inversión” o su acrónimo “P.I”. En la LMV se detalla la administración y vigilancia de esta sociedad, sobre la asamblea de accionistas y convenios entre socios, refiere el papel como sociedades anónimas promotoras de inversión bursátil. Una variante es la sociedad anónima de inversión de capital variable (SAPI de CV)

LA SOCIEDAD ANÓNIMA DE PROMOTORA DE INVERSIÓN DE CAPITAL VARIABLE (SAPI DE CV Y LA SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE. Se detalla en la LGSM en su capítulo VII donde refiere como diferencia sustantiva el aumento de aportaciones de los socios, la admisión de nuevos socios y la disminución del capital total o parcial. Se añade en la razón social el tipo de sociedad con la palabra “de capital variable”. Se definen en los artículos 213 al 221 el contrato, el funcionamiento de la asamblea, las responsabilidades de los socios, los montos de capital mínimo, los aumentos o disminuciones del capital, el retiro de las aportaciones.

1.4.2.4 Las sociedades cooperativas

En este módulo nos centraremos en detallar la sociedad cooperativa. Según el artículo 212 de la Ley general de sociedades mercantiles, este tipo de sociedades se rigen por una legislación especial, la ley general de Sociedades cooperativas (LGSC) emitida por el Diario Oficial de la Federación en agosto de 1994 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018).

La sociedad cooperativa es una forma de organización social integrada por personas físicas con base en intereses comunes, basada en

principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua. El propósito es satisfacer necesidades individuales y colectivas a través de la realización de actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios (Mozas & Puentes, 2010).

Existen tres clases de sociedades cooperativas (Bastida, 2012).

1. Sociedad cooperativa de consumo
2. Cooperativa de producción
3. Cooperativas de ahorro y préstamo

Las sociedades cooperativas de consumo, según la LGSC “son aquéllas cuyos miembros se asocian con el objetivo de obtener en común artículos, bienes o servicios para ellos, sus hogares o sus actividades de producción”. Las cooperativas de producción “son aquellas cuyos miembros se asocian para trabajar en común en la producción de bienes o servicios, aportando su trabajo personal, físico o intelectual, independientemente del tipo de producción que realicen”.

Las cooperativas de ahorro y préstamo son aquellas sociedades constituidas y organizadas conforme a la LGSC que, independiente del nombre comercial o denominación social que adopten el objetivo es realizar operaciones de ahorro y préstamo con sus socios, y que quienes forman parte del sistema financiero mexicana con el carácter de integrantes del sector social sin ánimo especulativo (Mozas & Puentes, 2010).

La actividad que se realizará por grupo y en equipos será identificar los pro y contras de las sociedades mercantiles, los requisitos mínimos para su constitución y los beneficios a los socios.

1.4.3 Casos de éxito o fracaso de las Organizaciones económicas

En el libro de Malcom Gladwell, titulado “Fueras de serie (Outliers)” hace la reflexión del por qué unas personas tienen éxito y otras no (Gladwell, 2009), en este documento realizamos una reflexión similar, pero considerando grupos de trabajo, ¿Por qué unos grupos de trabajo tienen éxito y otros no? ¿Qué características deben tener los elementos? Para llegar a una conclusión propusimos el análisis del ejemplo: ACDRA-SURJA (Desarrollo Regional Alternativo del Sur de Jalisco).

ACDRA-SURJA

Desarrollo Regional Alternativo del Sur de Jalisco (ACDRA-SURJA) es “Una organización de ciudadanos, generadora de procesos alternativos para la transformación (digna) en el sur de Jalisco, inspiradora, exigente consigo misma, formadora de cuadros y conciencias, e integradora de organizaciones ciudadanas desde una visión crítica de la realidad y una perspectiva de derechos.”

¿Cuáles fueron las causas por la que decidieron organizarse?

Algunas de las problemáticas identificadas en el transcurso de un siglo, se lo atribuyen al desarrollo que promueve el neoliberalismo, realizando una gradual y consistente reconversión agro-productiva que impulsa los cultivos de alta rentabilidad, utilizando altos consumos de agroquímicos, que en primera instancia violan los derechos laborales.

Si bien es de reconocerse que la incorporación de empresas agro-productoras poco a poco han ido cambiando las estadísticas económicas de la región, viéndolo más profundamente afectan la vida de las poblaciones, las relaciones sociales, políticas y culturales que tienen consecuencias ambientales, trabajo infantil y semi-esclavitud.

Además, el terremoto del 1985 perjudica el bienestar social por la destrucción de viviendas, templos, causa que promueve y fortalece la organización y participación ciudadana, alentados por la comunidad Eclesiástica. Las problemáticas descritas en párrafos anteriores es el antecedente principal que promovió la constitución del grupo.

¿Cuál fue su forma de trabajo?

A partir de su formación en el 2007, buscan coordinarse de manera efectiva formando varios grupos de vecinos, que les da la oportunidad de construir o detectar problemas centrales, comunes y transversales. Algunos de las problemáticas fueron: bajos ingresos de la población, problemática ambiental, baja participación sociopolítica, apropiación de agua de riego por grupos de poder económico y político. Sin embargo, lo que hay que recalcar, es la estructura organizativa, el proceso participativo y la forma de administración social, que tenía como base un representante de cada uno de los municipios los cuales constituían el equipo promotor de la ACDRA,

¿Qué han logrado?

Medio ambiente

- Se realizan actividades formativas, talleres y proyectos como la Red de Cuidado del Agua, Medio ambiente y separación de desechos sólidos.
- Grupos que producen fertilizantes como Red de abono y maíz, la Red de abasto y Consumo, Red de lombricomposta.

Economía solidaria

- Realiza eventos de formación y seguimiento a emprendimientos solidarios.
- Experiencias de intercambio (trueque).
- Tianguis regionales solidarios.
- Parcela ejidal para el desarrollo de diversos proyectos comunitarios.

Cívico – político

- Se generan procesos de formación en derechos.
- Formas de difundir información de y para la comunidad por parte de los propios actores de la organización.
- Se crea la Red Nacional Socio-Académicas de organizaciones del Buen vivir, el logro fue: conocer, entrevistarse, observar, dialogar, constatar prácticas, procesos e impactos de grupos como Tosepan, Unión Regional de Apoyo Campesino-Cosechando, Movimiento Popular de Pueblos, etcétera.

Renovación, Re-ingeniería

También reconocen que algunos proyectos locales y regionales no logran consolidarse momentos que la organización les llamaba “claroscuro” o “aletargamiento” por lo que la organización busco la forma de renovarse y decidió hacerlo por medio de atraer recursos de otras instituciones y energías sociales mediante la incorporación de nuevos grupos ciudadanos simpatizantes, así como de ir expulsando de su interior prácticas no ciudadanas, antidemocráticas o ajenas a sus aspiraciones. Busca expandir sus proyectos comunitarios, articular mediante redes lo que está disperso y, al tiempo que asciende en el cumplimiento de sus retos, en mayores escalas y dimensiones, mediante diálogos con otros actores, acercarse a nuevos grupos sociales organizados (Igual que lo hizo la familia Toyoda).

1.4.4 El papel de la innovación en las organizaciones

En el Manual Oslo (2005) la innovación se define como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (OECD/Eurostat, 2005). La introducción significa, en el caso de los productos a que estos sean comercializados, y en el caso de los métodos, procesos e innovaciones organizativas, a su desarrollo en las operaciones de la empresa.

El criterio mínimo para que un cambio en los productos o en las funciones de una empresa sea considerado como una innovación es que sea “nuevo para la empresa” (OECD/Eurostat, 2005). Otras características de la innovación son: genera novedad, cambia o reorienta el curso de las cosas, la innovación es un proceso dinámico e “incontrolable”, puede ocurrir en cualquier eslabón de la cadena y con cualquier actor involucrado, las fuentes de innovación puede ser la propia empresa o adquirida de otras empresas o instituciones, es decir, el origen de las innovaciones puede ser resultado de una invención o de la transferencia de tecnologías. La difusión es el proceso mediante el cual las innovaciones se extienden o se dan a conocer (COTEC, 2007).

Por su origen o intensidad las innovaciones pueden ser incrementales o radicales:

- Las innovaciones radicales hacen referencia a la introducción de nuevos bienes de consumo en el mercado, métodos de producción y transporte, la apertura de un nuevo mercado, la generación de

una fuente de oferta de materias primas, y cambio en la organización o en su proceso de gestión (Montoya, 2004).

- Las innovaciones incrementales se refieren a mejoras sucesivas que se realizan en un producto, servicio o proceso productivo existente con la finalidad de incrementar sus prestaciones (Hidalgo Nuchera et al., 2008).

De acuerdo con el contexto específico, las innovaciones se clasifican en:

- Institucionales: tienen el fin de crear un ambiente más dinámico y propicio para mejorar el desempeño de una institución o de un sistema y hacerlo más interactivo y competitivo. Estas consisten en un cambio de políticas, normas, regulaciones, procesos, acuerdos, modelos, formas de organizarse, prácticas institucionales o relaciones con otras organizaciones.
- Tecnológica: es la aplicación de nuevas ideas, conocimientos científicos o prácticas tecnológicas dirigidas al desarrollo, la producción y la comercialización de productos o servicios nuevos o mejorados, la reorganización o mejora de procesos productivos o la mejora sustancial de un servicio.
- Social: trata del desarrollo o mejora sustancial de estrategias, conceptos, ideas, organizaciones, productos o servicios, que cambian positivamente la manera en que se satisfacen y responden a las necesidades sociales o que tienen propósitos sociales.

El Manual Oslo (OECD/Eurostat, 2005) define cuatro tipos de innovaciones según el área de aplicación que incluyen una amplia gama de cambios en la actividad de la empresa: de producto, proceso, mercadotecnia y de organización.

- Producto. Introducción de un nuevo bien o servicio, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Mejora de las características técnicas, componentes y los materiales, de la composición, del uso u otras características funcionales.

- **Proceso.** Son cambios significativos en los métodos proceso de producción o de distribución. Cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.
- **Mercadotecnia.** Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, promoción o su tarificación.
- **Organización.** Es la introducción de un nuevo método organizativo, cambios en las prácticas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.

En específico se hace énfasis en la innovación social que refiere “Una solución novedosa a un problema social que crean valor y beneficia a la sociedad en su conjunto” (Barraket & Furneaux, 2012)

- **Por sus fines:** Satisface una necesidad social.
- **Por sus medios:** Procesos con participación social de una variedad de actores.
- **En general,** la innovación social es la aplicación de nuevos arreglos sociales e institucionales, nuevas formas de movilizar recursos, nuevas respuestas a los problemas. Algunas características de la innovación social son:
- **Propósitos:** Orientada a la solución de los problemas o necesidades sociales.
- **Colaboración:** Participación e interacción de los diferentes actores involucrados.
- **Versátil:** Una iniciativa, producto, proceso, programa o ideas que cumplen necesidades sociales y crean relaciones o colaboraciones.
- **Valor compartido:** Focaliza en el bien común y en su replicabilidad.
- **Inclusión social:** Inclusión de grupos excluidos y la participación ciudadana.
- **Intersectorial:** Puede provenir de cualquier sector de la sociedad (público, privado, académico, comunitario, ciudadano).
- **Sostenibilidad:** Para la comunidad económica y ambientalmente.

Tipología de la innovación social

- Organizativa: Implica la vinculación y cooperación (sistemas de intercambio).
- Financiera: Pequeños créditos con política de género (microcréditos).
- Comercial: Con beneficios a los productores de origen (circuitos cortos, comercio justo, etc.)
- Medioambiental: Preservación del medioambiente, explotación de recursos y contaminación (reciclaje y agricultura agroecológica).
- Gobernanza: Implica la colaboración público-privada para la actuación local (presupuestos participativos).

La importancia de la innovación en las organizaciones: 1) Las empresas tienen que adecuar los productos y servicios que ofrecen al mercado, y las formas en las que los producen y entregan a los consumidores para sobrevivir en un entorno competitivo; 2) Innovar no es sólo hacer algo nuevo, es lograr materializarlo y comercializarlo exitosamente, que involucra no sólo la innovación tecnológica, sino también cambios organizacionales y comerciales; y 3) La innovación no es un fin en sí mismo sino un medio para que crezca la producción y la productividad, que contribuye a incrementar la competitividad de una empresa, a reducir los costes de producción y a estar presente en nuevos mercados.

De manera específica en las cadenas alimentarias el uso de tecnologías en alimentos en los próximos años, estarán dirigidas a proporcionar salud y bienestar a los consumidores.

Se demandan productos:

- Mejor calidad
- Inocuidad
- Resistencia
- Conservación
- Con más nutrientes
- Con mejor distribución

1.5 Prospección del sistema de producción de lácteos

Objetivo general: realizar una prospección sobre el sistema de producción de queso con los productores de Zapotlanejo con la finalidad de identificar escenarios y rutas para su crecimiento e impulso. Alcances: crear escenarios y mapas de ruta del sistema de producción de queso en Zapotlanejo. Descripción: se retoma el módulo I y II. La idea es elaborar una planeación futura del sistema de producción a partir de identificar el lugar dónde estamos, qué se está haciendo y qué se debe hacer para conseguirlo. Con un mapa de ruta es posible identificar retos y barreras para proyectar un mejor futuro del sistema de producción.

1.5.1 ¿Qué es la Prospección?

Desde el inicio de los tiempos, el hombre y la mujer han tenido el interés sobre lo que les preparará el futuro, sin embargo, fue hasta los años 40 que el alemán Ossip Flechteim introduce la *futurología* como primer intento de crear una ciencia del futuro (de Jouvenel, 2019) Pero fue hasta los 50's con un enfoque anglosajón (Alemania y Estados Unidos) donde se propone el término *pronóstico*.

La corriente de pensamiento anglosajón considera que la tecnología es el principal motor de cambio en la sociedad y que al tener datos históricos de la tecnología incorporada en los sistemas de producción nos servirán como base para identificar el futuro más probable.

Otra de las corrientes y de la cual nos queremos enfatizar en este documento es la fundada por los franceses Bertrand de Jouvenel y Mihel Godet en la década de los 60's la cual bautizaron con el nombre de *prospección*, y definido como “lo que una determinada empresa investiga en su sector, sobre cómo evolucionará con los cambios previsibles externos, para intentar situarse en una posición adecuada en el futuro mediano y a largo plazo” (Hernández, 2020) y que a diferencia de la escuela americana, le daban todo el poder al humanismo en vez de a la tecnología. Los franceses mencionan que el futuro puede ser creado y modificado por las acciones de los actores sociales, ya sean individuales u organizados.

Además, mencionan que no existe uno sino muchos futuros, y que la prospección no le interesaba el futuro “probable” sino los “futuros posibles o futuribles”. La importancia de obtener los futuros posibles es que se pueden considerar las diferentes variables para alcanzar el objetivo deseado y alejarse de los futuros no deseados a través de considerarlos en la planeación estratégica.

Por lo que, para las empresas, organizaciones, asociaciones e individuos que tengan como objetivo realizar su planeación estratégica (largo plazo), planeación táctica (mediano plazo) y planeación operativa (corto plazo) deberían considerar realizar antes su prospección para identificar los futuros posibles e identificar y seleccionar el que les deje mayor beneficio, el beneficio no necesariamente es económico.

El taller se realizó y dividió en tres momentos. El primero de ellos se plantearon los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cómo nos vemos en 3, 5 y 10 años?
- ¿Cuál sería el mejor escenario para los productores de queso?
- Después se solicitó a través de una lluvia de ideas, se escribiera en un papel:
- ¿Cómo me veo o quisiéramos vernos en 10 años?
- ¿Cómo me veo o quisiéramos vernos en 5 años?
- ¿Cómo me veo o quisiéramos vernos en 3 años?

En cada una de las etapas, se pidió se seleccionará las tres más importantes o las que se pueden considerar con mayores posibilidades de realizarse.

En un segundo momento se traen nuevamente a la mesa las principales problemáticas identificadas y se pide a los participantes responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué podemos hacer para solucionar los principales problemas detectados?
- ¿Cómo incidir en la solución de problemas específicos?

Finalmente, se pidió a los participantes generar rutas de trabajo para cumplir con la resolución de los problemas identificados.

Este capítulo muestra la información teórica y la metodología para

conducir a los artesanos a visualizar su organización y negocio bajo concepto colectivo, los resultados de podrán resaltar en la publicación de las investigadoras Flores y colegas realizadas en los años 2021 y 2022 y publicadas en la revista del Colegio de San Luis (2024).

1.6 Bibliografía

- Arroba López, D. A. (2021). Naturaleza jurídica de las “sociedades civiles y mercantiles” y su relación con la práctica notarial. *Visionario Digital*, 5(4). <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v5i4.1916>
- Barraket, J., Furneaux, C. (2012). *Social Innovation and Social Enterprise: Evidence from Australia*. In: Franz, HW., Hochgerner, J., Howaldt, J. (eds) Challenge Social Innovation. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32879-4_14
- Bastida, R. (2012). Cooperativas: Aspectos diferenciales, fortalezas y debilidades. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 14, 51-71. https://accid.org/wp-content/uploads/2018/10/Cooperativas_Aspectos_diferenciales_fortalezas_y_debilidades.pdf
- CEPAL. (2011). *La matriz de marco lógico: el árbol de problemas y resumen narrativo*. En Formulación de programas con la metodología de marco Lógico. Instituto latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3a461d89-8650-4dc1-acb9-127fa65bc97f/content>
- COTEC. (2007). *La Persona Protagonista de la Innovación*. Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Madrid, España. ISBN: 978-84-95336-71-2 <https://www.cienciacanaria.es/files/La-persona-protagonista-de-la-innovacion.pdf>
- de Jouvenel, H. (2019). Futuribles: Origins, Philosophy, and Practices—Anticipation for Action. *World Futures Review*, 11(1), 8-18. <https://doi.org/10.1177/1946756718777490>
- Flores Pérez, E. M. (2015). Clasificación de las sociedades mercantiles. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 4(7). <https://doi.org/10.29057/icea.v4i7.197>

- Flores-López, M. L., Sólís-López, M. K., Chombo-Morales, M. P., & Jacobo Suárez, A. (2024). Los desafíos de la producción artesanal de quesos y uso del lactosuero en Zapotlanejo, Jalisco, México. *El Colegio de San Luis*, 14(25), 1-32. <https://revista.colsan.edu.mx/index.php/COLSAN/article/view/1594>
- Gladwell, M. (2009). La clave del éxito. *La Clave Del Éxito*, 77(4).
- Hernández, C. G. (2020). Planeación estratégico prospectivo: métodos Mactor y SMI TT. *Dimensión Empresarial*, 18(1). <http://ojs.uac.edu.co/index.php/dimension-empresarial/article/view/2127>
- Hernández-Hernández, N., & Garnica-González, J. (2015). Árbol de problemas del análisis al diseño y desarrollo de productos. *Conciencia Tecnológica*, (50), 38-46. <https://www.redalyc.org/pdf/944/94443423006.pdf>
- Hidalgo Nuchera, A., Vizán Idoipe, A., & Torres, M. (2008). Los factores clave de la innovación tecnológica: claves de la competitividad empresarial. *Dirección y Organización*, 36. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i36.67>
- Diario Oficial de la Federación 1994. Ley General de Sociedades Cooperativas (LGSC). Última reforma 2018. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/143_190118.pdf
- Diario Oficial de la Federación 1934. Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM). Última reforma 2023. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGSM.pdf>
- Diario oficial de la federación 2005. Ley de Mercado de Valores (LMV). Última reforma 2024. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMV.pdf>
- Montoya, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et Technica*, 10(25) 209-213. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911685037.pdf>
- Mozas, A., & Puentes, R. (2010). La responsabilidad social corporativa y su paralelismo con las sociedades cooperativas. *Revesco: Revista de Estudios Cooperativos*, (103), 75-100. <https://www.redalyc.org/pdf/367/36715601004.pdf>

OECD/Eurostat. (2005). Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación. En *OCDE y Eurostat*. <https://acceso.prochile.cl/servicios/manualdeoslo.pdf>

Capítulo II

Proceso administrativo en queserías artesanales. El caso de Santa Fe, Zapotlanejo

Gutiérrez-Limón A.²

2.1 Introducción

El presente trabajo se desarrolla con la intención de facilitar el diseño de la estructura organizacional de las empresas productoras de queso y definir las líneas de autoridad requerida para el óptimo funcionamiento de las MIP y MES.

Dada la importancia de la fabricación de queso artesanal en el municipio de Santa Fe que tiene un valor cultural en la elaboración del queso ya que se transmite de una generación a otra y la relación con una zona o región productora de un queso.

A demás la industria del queso ha crecido a pesar del aumento de las materias primas “alrededor de 448.000 toneladas métricas de queso fueron producidas en México, representando un crecimiento de 2.000 toneladas métricas respecto al año anterior” (Statista, 2023). Cabe mencionar que “En México, el 92.6 por ciento de las empresas registradas tienen menos de diez empleados, es decir, son microempresas. En Jalisco hay 72 mil 368, equivalentes al 91 por ciento del total, de acuerdo con los datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano” (Jalisco, 2023).

Es en este contexto que se hace necesario fortalecer el proceso administrativo en las MIP y MES ya que al ser empresas familiares algunas carecen de una administración formal.

² Docente de la Unidad Académica de Zapotlanejo del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Enríquez.
angelica.limon@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

2.2 Fases del proceso administrativo.

Se destaca la importancia de aplicar las fases del proceso administrativo, Planeación, Organización, Dirección y Control, en las cuales se puede plantear las siguientes preguntas de acuerdo con el investigador (López 2012). Con estas preguntas podemos guiar las actividades de la empresa.

- *Planeación*: ¿Que se quiere hacer? Aquí se pueden plantear metas y objetivos de la empresa.
- *Organización*: ¿Cómo se va a hacer? Se dividen las actividades y se agrupan por áreas como se muestra en la **Figura 1**.
- *Dirección*: Ver que se haga. Después de definir las actividades y los responsables ya sea encargados y personal operativo. Se verifica la comunicación y la capacidad para la ejecución de las tareas y se da seguimiento a la realización de estas.
- *Control*: ¿Cómo se ha realizado? En esta etapa se establecen instrumentos de control ya sea graficas de Gantt o puntos de equilibrio entre ingreso y costo, entre otros.

2.3 Tipo de estructura organización

La organización es relevante porque define las áreas, crea niveles de autoridad, comunicación, delegación, divide el trabajo y sistematiza los métodos para asignar los recursos para el logro de objetivos.

A demás, la estructura organizacional es necesaria para sistematizar los recursos, mediante la determinación de jerarquías y agrupación de actividades con el fin de realizar y simplificar las funciones de la empresa.

Si bien hay varios tipos de estructuras como la horizontal, presenta las unidades de mando de izquierda a derecha y circular, presenta los puestos en círculos y puede confundir porque no se identifican las unidades de mando.

Se considero la propuesta de una estructura vertical “con el propósito de que la conducta organizacional sea vigorosa, debe existir una

intervención activa de los gerentes debido a que son ellos quienes han de construir los objetivos y optar las vías que permitan alcanzar las metas organizacionales” (Ulloa 2019. Pp.123).

En este punto del diplomado se les otorgó una plantilla de trabajo de un organigrama vertical para que los participantes plasmaran el organigrama de su empresa y se les asesoro para que la practica resultara de utilidad para los productores. Cabe mencionar que resulto una agradable sorpresa para los asistentes al curso, plasmar en un documento las actividades realizadas y la jerarquización de estas.

Para dicha tarea se siguieron los siguientes pasos.

- Definir el organigrama vertical y los niveles de autoridad.
- Identificar las áreas en las que se agruparon las tareas y actividades.
- Enumerar los requisitos de cada actividad los conocimientos y actitudes del puesto.
- Describir las instalaciones, maquinaria equipo y herramientas en cada área.

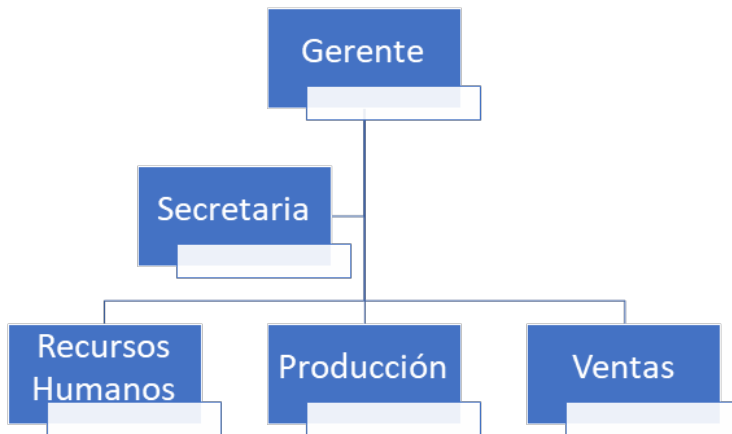


Figura 2.1. Organigrama Vertical.

2.4 Dirección

Si bien la dirección es la capacidad de influir en las personas que están a cargo del gerente y mediante una comunicación efectiva se logren las metas y objetivos de la empresa. En general es la autoridad, la motivación y liderazgo, necesarias para dirigir a los empleados para que se cumpla lo establecido en la planeación y organización.

Es tan importante iniciar el proceso de producción de la figura 2 y que se mantiene en marcha y cumplir en tiempo y forma las tareas y actividades de empresa.

El líder toma decisiones para ayudar a los empleados a cumplir los objetivos y para ello es necesario motiva y recompensar al trabajador para que haga su mejor esfuerzo en el trabajo.

El jefe puede ser un buen líder en el sentido en que se cumpla una orden mediante una buena comunicación que oriente al personal para seguir el proceso productivo, la dirección es una relación interpersonal compleja ya que implica la responsabilidad de toma de decisiones que beneficie a la organización con los principios de armonía entre los objetivos del personal y los de la organización.

Un líder democrático que involucra al personal y alinea las necesidades de los individuos como las básicas, las de seguridad, las de pertenencia, las de reconocimiento y auto realización, con las metas de la empresa.

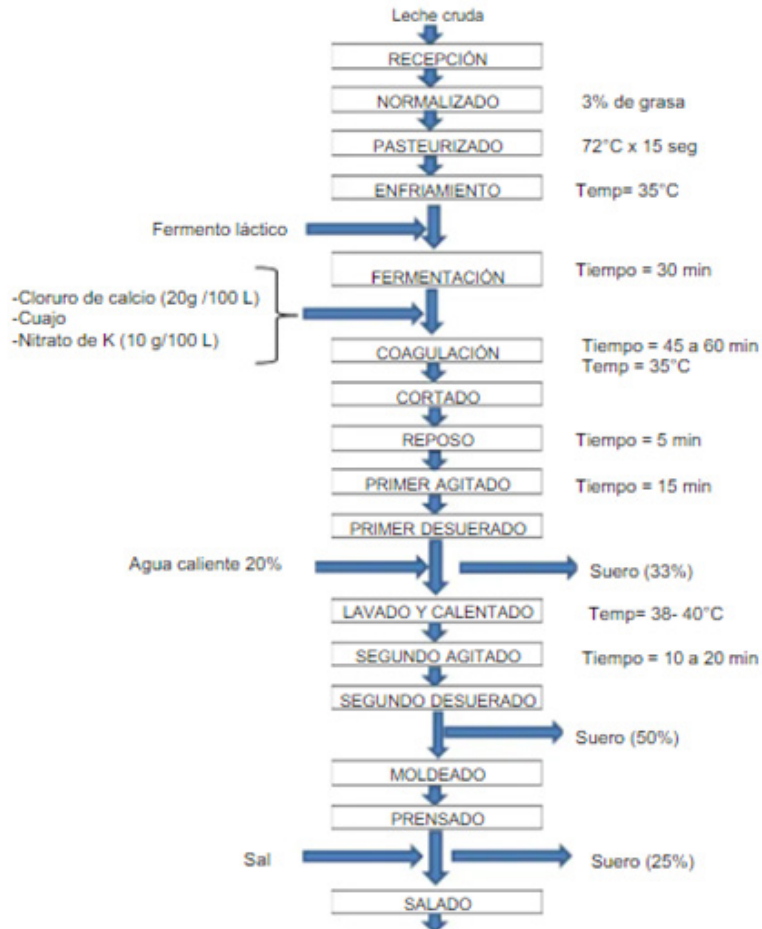


Figura 2. Diagrama de flujo elaboración de queso suizo (Scribd, 2023)

En este punto, a los integrantes del diplomado se les pidió una reflexión al respecto del tema y ellos hicieron un ejercicio con respecto al tiempo y secuencia del proceso de tal manera que se pudo determinar los tiempos de inicio y final de la jornada laboral.

Una de las integrantes comento con respecto al corte de la cuajada que debería hacerse a las 10:30 am y en algunas ocasiones su empleada hacia el corte a las 10:00 am para terminar antes el proceso.

2.5 Control

Control es verificar que todo lo planeado se cumpla y si no corregir. Controlar también puede significar establecer estándares y verificar su cumplimiento. Dichos estándares pueden ser de calidad, de volumen de producción o de costos.

Podemos ver una tabla de costos en la figura 3. En los costos se incluyen materias primas, mano de obra y costos indirectos.

 VACUNO VACUNO EMPRESA AGROPECUARIA Costo de Producción del Queso Fresco sin Sal Mes: XXXXXXX			
Elementos del costo	Cantidad	Monto o precio	Costo total mensual
Materia prima:			
Leche fresca de vaca - recién ordeñada (en litros)	37.500	0,32 €	12.000,00 €
Cunjo de temera (en litros)	37	51,50 €	1.905,50 €
Mano de obra directa:			
Sueldo de los maestros queseros (salario más seguridad social)	2	1.300,00 €	2.600,00 €
Costos indirectos de fabricación:			
Sueldo de la persona que ordeña las vacas (salario más seguridad social)	1	1.100,00 €	1.100,00 €
Cloruro de calcio (en litros)	37	23,56 €	871,72 €
Envases para el queso (en unidades)	6.000	0,10 €	600,00 €
Monto mensual de la factura de servicios públicos (incluye servicios de agua, electricidad y teléfono)	1	360,00 €	360,00 €
Amortización de la cuba de cuajar - capacidad 600 litros (7.200 euros amortizados a 15 años /12 meses)	1	40,00 €	40,00 €
Amortización de las mesas de desuerado de acero inoxidable (4.050 euros amortizados a 15 años /12 meses)	2	22,50 €	45,00 €
Amortización del refrigerador industrial - capacidad 1.200 litros (1.230 euros amortizados a 10 años /12 meses)	1	10,25 €	10,25 €
Amortización de los contenedores para almacenar la leche fresca (24 euros amortizados a 5 años /12 meses)	10	0,40 €	4,00 €
Amortización de los moldes para queso (3,60 euros amortizados a 5 años /12 meses)	200	0,06 €	12,00 €
Costo total mensual			19.548,47 €
Vacuno Vacuno produce 6.000 Kg. de queso fresco sin sal al mes			
Costo unitario (para cada Kg. de queso fresco sin sal):	3,26 €		
Precio de venta de un Kg. de queso fresco sin sal:	4,89 €		
		50 % de rentabilidad	

Figura 3. Costo de producción de queso fresco (Fácil, 2023)

En el grupo se hizo un ejercicio para calcular los costos del queso panela, en dicho ejercicio participaron dos productores y se encontró que los productores más chicos trabaja con menor margen de ganancia.

2.6 Conclusión

Finalmente, la riqueza de ofrecer este tema entre los queseros de Santa Fe, Zapotlanejo es el aprendizaje teórico-practico con el que cada participante se queda. Al compartir experiencias entre las personas con la mis-

ma actividad permite aprender más, cooperar con ideas, proyectarse con problemas semejantes y llegar a conclusiones, con la idea de mejorar sus empresas.

Fue grato observar que el diplomado les dio a los productores un espacio de comunicación y para discutir lo que aprendieron en este tema y compartir las estrategias para enfrentar retos comunes.

2.7 Bibliografía

- Fácil, G. (12 de Febrero de 2023). Gestor Facil. Obtenido de ¿Cómo calcular el costo de producción del queso?: <https://www.gestionar-facil.com/costo-de-produccion-del-queso/>
- Jalisco, G. d. (12 de Febrero de 2023). Jaslico. Obtenido de IMPULSA EL GOBIERNO DEL ESTADO LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA: <https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/7523>.
- López, R. C. (2012). Proceso administrativo. *Red Tercer Milenio*.
- Scribd. (12 de Febrero de 2023). Obtenido de Diagrama de Flujo de Elaboración de Queso Tipo Suizo: <https://es.scribd.com/document/188047914/DIAGRAMA-DE-FLUJO-DE-ELABORACION-DE-QUESO-TIPO-SUIZO#>
- Statista. (12 de Febrero de 2023). statista. Obtenido de Valor de la producción agrícola en México de 2007 a 2021: <https://es.statista.com/estadisticas/592284/valor-de-la-produccion-agricola-en-mexico/>.
- Ulloa, W. L. O., Mazacon, N. H., & Rodríguez, A. F. C. (2019). La estructura organizacional en función del comportamiento del capital humano en las organizaciones. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 3(4), 114-137.

Capítulo III

Teoría y práctica del aseguramiento de la calidad y productividad (el caso de los queseros artesanales de Santa Fe, Zapotlanejo)

Salazar-Gómez, S.³;Pérez-Espinoza, M.⁴ y Franco-Becerra, V.⁵

3.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es aplicar las herramientas y principios de los sistemas de gestión integral basado en manufactura Lean, implementación y mejora del modelo de calidad e inocuidad en las empresas, con la finalidad de hacerlas más productivas en un entorno de competitividad y lograr una trascendencia en los productos lácteos. Así como también tener los requisitos mínimos para la certificación de las normas de inocuidad y de la norma ISO 9001 con el propósito de poder exportar los productos lácteos.

3.2 Problemática

Como ejercicio de esta teoría no enfocaremos a las unidades productivas de Santa Fe quienes conocen los procesos y las oportunidades que hay en ellas, sin embargo, al no contar con una producción estándar y con métri-

³ Tecnológico Superior de Jalisco Unidad Académica Zapotlanejo (TecNM) Av. Tecnológico No. 300, Predio Huejotitán, C.P. 45430 Zapotlanejo, Jalisco, México. salvador.salazar@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

⁴ Tecnológico Superior de Jalisco Unidad Académica Zapotlanejo (TecNM) Av. Tecnológico No. 300, Predio Huejotitán, C.P. 45430 Zapotlanejo, Jalisco, México. moises.perez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx.

⁵ Tecnológico Superior de Jalisco Unidad Académica Zapotlanejo (TecNM) Av. Tecnológico No. 300, Predio Huejotitán, C.P. 45430 Zapotlanejo, Jalisco, México. veronica.franco@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

cos debidamente establecidos, no permiten el poder controlar el proceso, aunado a esto es sabido que al implementar alguna de las metodologías, lo más difícil es generar ese hábito y lograr la permanencia de la misma. Algunos de los productores refieren que no cuentan con métricos para detectar algunos problemas como lo son la cantidad de grasa, pues no cuentan con un laboratorio de pruebas y el desconocimiento de herramientas que ayudan el buen manejo de un sistema de gestión de la calidad e inocuidad.

3.3 Objetivo

Aplicar las herramientas y principios de los sistemas de gestión integral basado en manufactura Lean, implementación y mejora del modelo de calidad e inocuidad en la organización, con la finalidad de hacerlas más productivas en un entorno de competitividad y lograr permanencia y trascendencia de los productos lácteos. Ingeniería Tecnológico.

3.4 Alcances

Para cada negocio buscaremos que el artesano adquiera los siguientes alcances:

- Conoce los sistemas integrados de gestión con la finalidad de identificar los aspectos de calidad e inocuidad, mejora y los riesgos laborales, en los procesos productivos.
- Comprende los elementos básicos y compara los sistemas tradicionales de los sistemas de manufactura, así como las diferentes métricas útiles para medir su rendimiento.
- Conoce los conceptos y el proceso del programa de auditoría y las competencias requeridas para los auditores para que se tenga conocimientos para corregir, mejorar e informar las acciones preventivas y correctivas.

3.5 Temáticas

1. Introducción a los Sistemas de Calidad.
2. Importancia de los estándares ISO en el mercado: ISO 9001.
 - Ciclo de DEMING
 - Objetivos SMART
3. Herramientas para asegurar la calidad y la mejora.
 - KAIZEN
 - POKA YOKE
 - ANDOM
 - Desarrollo de talento humano
4. Auditoría

3.5.1 *Introducción a los sistemas de gestión.*

Se comenzó a realizar una breve explicación sobre la importancia de tener un sistema de gestión de calidad y cuál es su importancia, pero sobre todo los beneficios que se tendrían al contar con él. Los productores de lácteos de Santa Fe mencionan que tienen un conocimiento vago del SGC, dentro de la explicación se demostró la necesidad, como estrategia competitiva para cada una de las unidades productivas el tener un sistema que les permitiera tener un proceso estandarizado y controlado en todas las etapas, esto con la finalidad de crecer a una posible exportación de los productos.

Al dar a conocer la necesidad del sistema de gestión de calidad se demostró que el conocer a la competencia y estar muy de cerca de los clientes, se entienden las necesidades operativas que se deberán de mejorar con el propósito de brindar un buen producto y/o servicio, pero sobre todo de dar el crecimiento a la marca y a la fidelidad por parte de los consumidores.

Cuando existe un buen sistema de gestión de calidad se garantiza una trazabilidad dentro de los productos para poder detectar algún tipo de anomalía y dar cumplimiento para que los mismos lleguen a los clientes en las mejores condiciones y cumplan con los parámetros establecidos en el empaque.

También se pidió que los productores realizaran un análisis FODA para detectar las principales fortalezas y oportunidades en la calidad del producto, sin dejar de lado el identificar las debilidades y amenazas que limitan a las unidades productivas, esto con la finalidad de generar una política de calidad basada en la realidad de los productores considerando la visión institucional de la empresa y la satisfacción al cliente.

Como resultado del FODA, se identificó las necesidades de los clientes y las fortalezas de las unidades productivas, además se generó un compromiso para establecer la política de calidad y que esta permita garantizar, producir los mejores productos de la región y tener una mejora continua.

3.5.2 Importancia de los estándares ISO en el mercado: ISO 9001

Se presentó la norma internacional ISO 9001, donde se mostraron los numerales de la misma, los movimientos que conlleva la aplicación, así como la certificación por un organismo externo, los productores mostraron mucho interés de poder conseguir una certificación, ya que comentaron que esto les permitirá realizar exportaciones de una manera más sencilla, además, al contar con los mecanismos necesarios les permitirá dejar de ser auto empleados y la capacitación al nuevo personal será más rápida y sencilla.

Después de la presentación de la norma ISO 9001, se mostró el ciclo de Deming, el cual es una filosofía que permite a las empresas identificar y sistematizar las soluciones y mejoras para la misma, también se le conoce como el ciclo PDCA por sus siglas en ingles (Plan, Do, Check y Act), es un proceso interactivo de mejora continua desarrollado por W. Edwards Deming y es utilizado como base de la filosofía de las normas ISO y de muchas otras estrategias de gestión de calidad; Este ciclo incluye cuatro etapas: planificación (Plan), ejecución (Do), verificación (Check) y acción correctiva (Act). El objetivo es identificar y solucionar problemas de manera sistemática y mejorar continuamente los procesos y productos, esto garantiza la competitividad y crecimiento de la organización.

Se explicó el ciclo de Deming y su aplicación en la producción de productos lácteos de la siguiente manera:

- **Planificación (Plan):** Establecer objetivos y metas claras para la mejora de la calidad de los productos lácteos, identificar los procesos críticos y los puntos débiles en la producción.
- **Ejecución (Do):** Implementar las mejoras identificadas en la etapa de planificación, monitorear y controlar los procesos de producción para garantizar que se cumplan los estándares de calidad.
- **Verificación (Check):** Realizar pruebas y verificaciones regulares en los productos lácteos para evaluar su calidad, compararlos con los estándares y medir los resultados.
- **Acción Correctiva (Act):** Identificar y solucionar cualquier problema o desviación de los estándares de calidad, y aplicar las lecciones aprendidas en la etapa de planificación para mejorar continuamente el proceso de producción de productos lácteos.

A través de la aplicación repetida del ciclo PDCA, se puede mejorar constantemente la calidad de los productos lácteos y garantizar que se cumplan los estándares de calidad exigidos no solo por los clientes sino también por las normas de inocuidad vigentes. (Norma)

Se plantean diferentes herramientas de mejora para las unidades productivas y se aclara que no es necesario realizar grandes gastos para la implementación de las mejoras que muchas veces son realmente sencillas, también se resaltó que las innovaciones fueran prácticas y no burocráticas a tal punto que pudieran entorpecer el proceso y tener resultados contrarios a los que se busca.

Los participantes se muestran interesados en aplicar y establecer los objetivos para realizar la implementación del ciclo de Deming, para esto se les ayuda a identificar y formular de manera efectiva el ¿Quién?, ¿Cómo? y ¿Cuándo?, se deben realizar las actividades para cumplir con el mismo, para esto se presentó una técnica llamado Objetivos S.

Los objetivos SMART (Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y con un Tiempo límite) son una herramienta útil para establecer objetivos claros y alcanzables en cualquier área de una organización, incluyendo la fabricación de productos lácteos. Aquí está un ejemplo de cómo aplicar los objetivos SMART en la fabricación de productos lácteos:

- **ESPECÍFICOS:** Establecer objetivos claros y precisos, por ejemplo: “Mejorar en un 5% la calidad de los productos lácteos en los próximos seis meses”.
- **MEDIBLES:** Definir métricas claras para medir el progreso y el éxito, por ejemplo: “Reducir en un 5% el número de productos rechazados en los controles de calidad”.
- **ALCANZABLES:** Asegurarse de que los objetivos sean realistas y que la empresa tenga los recursos necesarios para lograrlos, por ejemplo: “Desarrollar un plan de capacitación para mejorar las habilidades de los trabajadores en la producción de productos lácteos”.
- **RELEVANTES:** Asegurarse de que los objetivos estén alineados con los objetivos a largo plazo de la empresa y que sean importantes para la fabricación de productos lácteos, por ejemplo: “Mejorar la eficiencia en la producción de productos lácteos para reducir los costos y aumentar la satisfacción del cliente”.
- **CON UN TIEMPO LÍMITE:** Establecer una fecha límite para alcanzar los objetivos, por ejemplo: “Implementar el plan de capacitación en los próximos 3 meses y medir los resultados en los próximos 6 meses”.

La aplicación de objetivos SMART en la fabricación de productos lácteos puede ayudar a la empresa a establecer metas claras y medibles y a mejorar continuamente la calidad de sus productos y los procesos de producción.

Cada uno de los participantes realizó los objetivos siguiendo la técnica SMART, una de las principales problemáticas dentro del grupo fue la dificultad para definir las métricas y establecer los parámetros necesarios para fijar el objetivo, dentro de la plenaria realizada después de aplicar esta técnica, se identificó una necesidad en común entre los productores, la importancia de generar mecanismos necesarios para verificar el porcentaje de grasa que contiene la leche, ya que de ello depende el buen rendimiento dentro del proceso de fabricación de los diferentes productos.

3.5.3 Herramientas para asegurar la calidad y la mejora

Se ofrecerá una teoría básica y se realizarán prácticas en cada herramienta:

3.5.3.1.. Kaizen. El kaizen es un enfoque de mejora continua desarrollado en Japón que se centra en la eliminación constante y sistemática de desperdicios y la mejora continua de los procesos y productos.

El objetivo principal del kaizen es aumentar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente a través de pequeñas mejoras constantes y el compromiso de todos los empleados en la organización. Se basa en la filosofía de que todo puede ser mejorado y que las mejoras pequeñas y constantes pueden tener un impacto significativo en el desempeño y la productividad a largo plazo.

El kaizen se puede aplicar en cualquier organización o industria y se utiliza para mejorar los procesos de producción, la calidad del producto, la motivación de los empleados y la satisfacción del cliente. Además, promueve una cultura de mejora continua y permite a las empresas mantenerse competitivas en un mercado en constante cambio.

Una de las herramientas utilizadas y que sirve de base para las demás, es que siempre se debe estar mejorando lo que ya se tiene, siempre se puede mejorar, siempre se debe de mejorar. Esta herramienta llamada Kaizen se deriva de dos signos japoneses cuyo significado es bueno y cambio, lo cual se puede traducir a una mejora continua; los japoneses siempre están innovando y mejorando lo que está en sus manos tan es así, que ellos no son los inventores de carros ni de motos, pero actualmente tienen las mejores marcas de motos y de carros. Esto se debe a que siempre están innovando y mejorando tanto sus productos como sus procesos.

Una mejora no siempre debe de ser costosa, ni mucho menos difícil de implementar, simplemente se debe de escuchar a los colaboradores, conocer el proceso y saber que es lo que necesita el cliente. Pero mejorar no solo es eso sino también poder aumentar la productividad, la eficiencia para poder estar dando la batalla con la competencia.

Para determinar si la filosofía Kaizen es aplicable en las unidades productoras de lácteos, es necesario evaluar si se cumplen los siguientes criterios:

- Existe un deseo de mejora continua en todos los niveles de la organización.
- La cultura organizacional permite y fomenta la participación activa de todos los empleados en el proceso de mejora.
- La organización está dispuesta a invertir tiempo y recursos en la implementación de mejoras pequeñas y graduales.
- La dirección está comprometida a implementar y sostener los cambios a largo plazo.

Si se cumplen estos criterios, entonces la filosofía Kaizen puede ser un enfoque efectivo para mejorar la eficiencia y la calidad en una productora de lácteos. (Fernandez Gómez , 2015)

Resultados de la práctica recomendada para la herramienta Kaizen.

Con la finalidad de entender que es un evento kaizen se realizó una dinámica que permitió comprender el poder de esta filosofía y que no necesariamente debe de ser costosa y complicada de ejecutar, para la dinámica se realizaron 2 equipos conformados por 6 personas cada uno, se les entregó hojas blancas y etiquetas redondas de 4 colores diferentes, una muestra de una hoja con las diferentes etiquetas pegadas como en la figura 1, simulando un proceso de producción, se le indicó los diferentes roles y limitaciones (integrante 1 solo podía coordinar y proporcionar las hojas blancas, los integrantes 2, 3, 4, 5 eran los encargados de colocar las etiquetas conforme la muestra proporcionada y finalmente el integrante 6 era el encargado de almacenar y revisar la producción para su entrega) para esta actividad tenían un tiempo limitado de 8 minutos.

Cuando el tiempo se terminó se procedió a revisar cuantos de hojas realizadas por los equipos cumplían con las especificaciones de la hoja muestra. Esta información fue colocada en la tabla 1 para poder realizar una gráfica y poder hacer evidente la eficiencia de cada uno de los productos y poder hacer que los participantes pudieran ver la necesidad de tener un control del proceso y da la calidad de los productos.



Figura 1: Dinámica Kaizen

En plenaria se analizaron los resultados de ambos equipos y los participantes llegaron diferentes conclusiones algunas de ellas fue:

- No es importante producir mucho si al final el desperdicio es más grande que lo que produces
- Es importante tener mecanismos que ayuden a identificar a tiempo los errores para no pasarlos a la siguiente estación
- Las habilidades y destrezas de las personas son importantes para una buena producción
- Las mermas generadas en los procesos conllevan a un elevado costo de producción lo que no ayuda a competir.
- Una estrategia ayudará a realizar las cosas más rápidas y con menos errores.

Los observadores y participantes pueden interpolar esto con las actividades de la producción de lácteos y proceso de distribución de estos, identificando problemas que generan pérdidas, aquí se recalcó lo importante de establecer métricos y herramientas que permita medir cada una de las variables que influyen en sus procesos con la finalidad de plantear estrate-

gias para poder controlar. En conclusión, de esta primera etapa fue que **“si no se mide no se puede controlar”**. (Perez Gómez, 2019)

Siguiendo con la dinámica se les pide a los participantes que generen estrategias para que se revisen hojas rechazadas (mermas) y aumentar la cantidad de hojas terminadas. Se repitió esta acción por dos ocasiones mas para ver los resultados y analizar qué es lo que pasa cuando se mejora los procesos. A continuación, se muestra los resultados obtenidos de las 3 réplicas de esta dinámica.

Grafica 1: Resultado de equipo 1 y equipo 2

Equipo 1			
	Rechazadas	Aprobadas	Producción
1	17	4	21
2	9	15	24
3	7	18	25

Tabla 1: Resultados del equipo 1

Equipo 2			
	Rechazadas	Aprobadas	Producción
1	19	5	24
2	11	14	25
3	9	17	26

Tabla 2 Resultados de equipo 2

Con la obtención de los indicadores se puede observar que cuando se empieza a medir se identifica un sinnúmero de posibles soluciones, es importante determinar de forma oportuna los instrumentos de medición y las variables a medir de los productos, en la **Tabla 9.2** se puede observar cómo es que con cada una de las réplicas se redujo considerablemente la cantidad de errores cometidos en el proceso, pero también cómo es que se aumentó la producción, sin necesidad de invertir muchos recursos, para este proceso el único recurso necesario es el ingenio y saber identificar las habilidades y destrezas de las personas.

Una de las principales causas de los errores es ocasionado por el factor de la mano de obra o error aleatorio donde invariablemente se presentará siempre que el factor humano este presente, sí es necesario realizar mejoras y estrategias, pero dentro de estas hay que buscar formas y elementos que le permitan al humano dejar de cometer fallas en su participación, es por eso que se recomienda a los productores no solo la implemen-

tación de sistemas de mejora sino también la búsqueda de herramientas que ayuden a los colaboradores del proceso a no cometer fallas durante las diferentes etapas del proceso y si las comenten puedan ser fácilmente identificados.

3.5.3.2. *Poka Yoke*

El Poka Yoke es una técnica de mejora continua en la calidad que ayuda a prevenir errores y defectos en un proceso de producción. Sirve para:

- Reducir los errores humanos: el Poka Yoke utiliza dispositivos y sistemas para detectar y prevenir errores antes de que ocurran.
- Mejorar la calidad: la prevención de errores y defectos en la producción ayuda a mejorar la calidad de los productos finales.
- Ahorro de costos: al prevenir errores y defectos, el Poka Yoke también ayuda a reducir los costos asociados con la corrección de estos.
- Mejora la eficiencia: la prevención de errores y la eliminación de pasos innecesarios en un proceso de producción pueden mejorar la eficiencia y aumentar la capacidad de producción.

En resumen, el Poka Yoke es un enfoque efectivo para mejorar la calidad, reducir costos y aumentar la eficiencia en un proceso de producción. (Perez Gómez, 2019) El uso del Poka Yoke en la industria de los lácteos puede ser muy útil para mejorar la calidad y la seguridad de los productos. Algunos ejemplos de cómo se puede utilizar el Poka Yoke en este sector incluyen:

- Verificación de la fecha de caducidad: se puede utilizar un dispositivo para verificar automáticamente la fecha de caducidad de los productos lácteos antes de su envío.
- Verificación de la cantidad de líquido: se puede utilizar un dispositivo para medir automáticamente la cantidad de líquido en cada envase con leche antes de su embalaje.
- Verificación de la presencia de contaminantes: se pueden utilizar sensores para detectar la presencia de contaminantes como bacterias o sustancias químicas en la leche antes de su procesamiento.

- Verificación de la temperatura: se puede utilizar un dispositivo para verificar automáticamente la temperatura de la leche antes de su almacenamiento, asegurándose de que se encuentre dentro del rango adecuado para su conservación.

Estos son solo algunos ejemplos de cómo el Poka Yoke puede ser utilizado en la industria de los lácteos para mejorar la calidad y seguridad de los productos. Al implementar estos dispositivos, se puede disminuir la probabilidad de errores humanos y mejorar la eficiencia en el proceso de producción.

En la vida diaria hay un mundo de ejemplos de cómo los diferentes empresas colocan herramientas en los diferentes dispositivos que se utilizan habitualmente con la finalidad que no se genere un accidente o que no se dañe una máquina, como ejemplo podemos hacer notar la máquina para cortar el pasto, esta tiene un mecanismo que solo funciona cuando tus manos presionan el mismo, pero al mismo tiempo asegura que tus manos están lejos del corte y evitar así un accidente, otro claro ejemplo es el sonido que emite un vehículo cuando dejas las llaves o las luces encendidas, al abrir la puerta se enciende un indicador de advertencia recordando quitar las llaves o apagar las luces encendidas. Al igual que estos ejemplos hay muchos más; por lo tanto, para el aseguramiento de la calidad de los productos es necesario incorporar esta técnica en los procesos que coadyuven a la reducción de accidentes y de errores en cada una de sus fases.

Resultados de la práctica recomendada para la herramienta Poka Yoke

Para que esta herramienta se entendiera de mejor forma, se realizó la actividad de doblar camisas y colocarlas en una bolsa para su venta, esta dinámica se dividió en 2 etapas, las cuales se describen a continuación:

Etapas I

Primeramente, se conformaron 2 equipos de 1 persona cada uno, a las cuales se les proporcionó 10 bolsas y 10 playeras, con el objetivo de terminar en el menor tiempo posible de doblar las playeras y colocarlas en la bolsa

que les correspondía, cuando terminaron esta actividad se observó que ambas personas doblaron las prendas de diferente manera, y esto generaba mala presentación además de que tardaron demasiado tiempo en embolsar las prendas, se identificó en esta primera etapa que los participantes no tenían el conocimiento para doblar las playeras de forma uniforme y tuvieron dificultad para estandarizar un tiempo prudente en esta actividad, es por ello que identificamos que es necesario capacitar a las personas y elaborar los manuales de procedimientos adecuados que ayuden a una buena ejecución de las actividades para reducir la cantidad de errores que se puedan cometer.

Etapas II

Se les mostró un video a los participantes de como doblar una playera en 3 pasos, este tutorial explica de forma detallada el proceso, sin duda esto ayudó a reducir la cantidad de errores y estandarizar el doblado, si bien se pudo controlar y mejorar el aspecto del producto se motivó a seguir innovando en la aplicación del sistema poka yoke. De igual manera se resaltó la importancia de hacer un registro de las repeticiones que se hacen con la finalidad de medir y detectar las causas de los problemas que se presentan, además se sugirió realizar una herramienta física que permita hacer el doblado de las playeras, para lograr este proyecto se les entregó a los participantes una navaja, una cinta canela una regla y cartón, con este material se dieron indicaciones para la elaboración de una herramienta que de forma fácil pudiera doblar la camisa, se explicó el funcionamiento de la misma y se procedió a utilizarla obteniendo excelentes resultados al evaluar esta herramienta.



Figura 2: dinámica doblado de playera

Se observó que al utilizar esta herramienta no solo se estandariza el proceso, sino que también se reducen los tiempos de doblado y al mismo tiempo permite el acomodo más rápido dentro de la bolsa. En este punto, en plenaria con los involucrados, se hicieron diferentes aportaciones directas e indirectas de las herramientas de aseguramiento de la calidad, igualmente se comentó que no es necesario la inversión de mucho tiempo para la implementación de éstas pero se reciben beneficios con su uso.

3.5.3.3. *Andon*

Otra herramienta que permite el aseguramiento de la calidad es “Andon” este es un sistema de monitoreo visual en tiempo real utilizado en la industria para mejorar la eficiencia y calidad en la producción. Funciona mediante la visualización de información crítica, como la velocidad de producción, el estado de las máquinas y los problemas de calidad, en una pantalla o luz en la línea de producción. Los trabajadores pueden activar el Andon para solicitar ayuda en caso de un problema, y los supervisores pueden monitorear y responder a las situaciones en tiempo real.

La herramienta Andon se aplica en la industria para mejorar la eficiencia y calidad en la producción a través de la visualización de información crítica en tiempo real. Algunos de los pasos para su aplicación incluyen:

- Definición de indicadores críticos: Se deben identificar los indicadores clave de producción, calidad y eficiencia que se deben monitorear y visualizar en tiempo real.
- Instalación de un sistema de visualización: Se requiere un sistema de visualización, como una pantalla o luces, para mostrar la información de manera clara y fácilmente accesible.
- Integración con los sistemas de producción: El sistema Andon debe integrarse con los sistemas de producción para recopilar y mostrar la información en tiempo real.
- Entrenamiento del personal: Es importante capacitar a los trabajadores para que comprendan cómo funciona el sistema Andon y cómo utilizarlo adecuadamente.
- Monitoreo y respuesta en tiempo real: Los supervisores deben monitorear constantemente el sistema Andon y responder rápidamente a cualquier situación que requiera atención.

Resultados de la práctica recomendada para la herramienta Andon

El objetivo de la herramienta Andon es mejorar la comunicación, la colaboración y la resolución de problemas en la línea de producción, lo que puede resultar en una mejora en la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente. (Perez Gómez, 2019)

3.5.3.4. Desarrollo de talento humano

Una de las problemáticas de las industrias es la gran rotación de personal y los gastos que conlleva el poder proveer a los colaboradores de las herramientas necesarias para que puedan desarrollar las actividades encomendadas. Se puede esperar que el personal se valla de la empresa, lo que no se debe permitir es que los procesos que realice se queden sin seguimiento por falta de capacitación a los nuevos talentos, también esta herramienta busca el poder enfocar a un grupo de trabajo colocándolo en las posiciones donde más se pueda desarrollar y que el ambiente laboral sea grato.

El desarrollo del talento humano es un proceso continuo que busca mejorar las habilidades, conocimientos y competencias de los empleados en una organización. Esto puede incluir una variedad de actividades, como capacitación, educación, coaching y mentoring. Algunos de los objetivos comunes del desarrollo del talento humano incluyen:

- Mejorar las habilidades técnicas: Capacitación en habilidades específicas relacionadas con el trabajo, como la programación, la gestión de proyectos, etc.
- Fomentar el crecimiento profesional: Oportunidades de desarrollo profesional, como programas de liderazgo, mentorías y rotaciones de trabajo.
- Fortalecer las habilidades blandas: Capacitación en habilidades blandas, como la resolución de conflictos, la negociación, la comunicación efectiva, etc.
- Mejorar la satisfacción laboral: Ofrecer oportunidades de crecimiento y desarrollo para mejorar la motivación y la satisfacción de los empleados en su trabajo.
- Preparar a los empleados para futuros roles: Identificar las fortalezas y debilidades de los empleados y desarrollar su potencial para futuros roles y responsabilidades en la organización.

El desarrollo del talento humano es una inversión en el capital humano de una organización que puede tener un impacto positivo en la productividad, la retención de empleados y la satisfacción del cliente.

Práctica recomendada para la herramienta de desarrollo humano.

Se invitó a los productores a participar en la dinámica denominada el globo, es una actividad en la cual se les proporciona a todos los integrantes un globo, se les pide que lo inflen y lo amarren. Se les da la indicación que no lo pueden sostener y que deben de buscar que este no se trueque y no se caiga, se pide comenzar la actividad y a lo largo de la misma el instructor comienza a tronar y golpear los globos para generar incertidumbre en los jugadores.

En esta dinámica se destacó el trabajo en equipo, así como la iniciativa por parte de los jugadores que no tenían globo, pues apoyaron a sus compañeros, también se observó cómo entre ellos cuidaban cuando se acercaba el instructor a querer tronar o aventar el globo. Estas actividades se relacionan con el esfuerzo del trabajo en equipo en las empresas, ya que es importante que todos colaboren; dentro del proceso se tendrán muchos altibajos y la coordinación y el esfuerzo comunitario darán las bases para que la empresa pueda superar la adversidad y pueda ser resiliente a cualquier evento que se le presente.

Uno de los principales problemas después de la aplicación de las herramientas mostradas en este documento es la permanencia de éstas a lo largo del tiempo, es decir, son fáciles de aplicar, pero si no se les da el seguimiento adecuado en el transcurso del tiempo y no son evaluadas y actualizadas periódicamente no se llevará a las políticas de calidad establecidas al inicio.



Figura 3: Dinámica de globos

3.6 Auditoría

Para asegurar el cumplimiento y actualización constante, es necesario tener el sistema de gestión de calidad que permita las auditorías internas y cruzadas que garanticen el buen funcionamiento y permanencia de las herramientas

Una auditoría de calidad se puede aplicar de la siguiente manera:

- **Planificación:** Define los objetivos de la auditoría, seleccione los auditores, establezca un calendario y determine los procesos y áreas que se van a auditar.
- **Preparación:** Los auditores deben estudiar los documentos relevantes, como manuales de calidad, registros de calidad y procedimientos operativos, antes de comenzar la auditoría.
- **Ejecución:** Durante la auditoría, los auditores deben revisar los procesos y áreas seleccionadas para asegurarse de que cumplen con los estándares de calidad. Los auditores deben documentar sus hallazgos y obtener información de los empleados sobre sus procesos y procedimientos.
- **Informe de hallazgos:** Los auditores deben preparar un informe detallado de sus hallazgos y recomendaciones para mejorar la calidad. Este informe debe incluir una evaluación de los procesos y áreas auditable, una lista de fortalezas y debilidades, y una lista de acciones correctivas.
- **Acciones correctivas:** Una vez que se han identificado las debilidades y se han recibido las recomendaciones, la organización debe tomar acciones para corregir los problemas y mejorar la calidad.
- **Seguimiento:** La organización debe monitorear y evaluar regularmente los procesos y áreas auditable para asegurarse de que las acciones correctivas han sido implementadas y han mejorado la calidad.

Es importante que las auditorías de calidad se lleven a cabo de manera regular para garantizar la continuidad y la consistencia en la mejora de la calidad. Principio del formulario

3.7 Conclusión

El uso de herramientas para el aseguramiento de la calidad es esencial para garantizar la eficiencia, la efectividad y la consistencia en la producción, algunas de estas herramientas, como el Ciclo de Deming, Poka Yoke, Andon y el Desarrollo del Talento Humano, pueden mejorar la comunicación, la colaboración y la resolución de problemas en la línea de producción. Otros, como la auditoría de calidad y la planificación estratégica, ayudan a garantizar que los procesos estén diseñados y monitoreados adecuadamente para alcanzar los objetivos de calidad, en última instancia, el uso de herramientas para el aseguramiento de la calidad puede mejorar la satisfacción del cliente, la retención de empleados y la productividad de una organización.

3.8 Bibliografía

- Fernandez Gómez , M. (2015). *lean Manufacturing en español* . Estados Unidos de America : Imagen .
- Norma. (s.f). *ISO 90001:2015 Sistema de Gestión de Calidad*.
- Perez Gómez, L. V. (2019). *Lean Manufacturing, paso a paso*. Valencia, Barcelona : Marge Books. doi:978-84-17903.03-09

Capítulo IV

Calidad de la leche y normatividad

*López-Ramírez Julisa. E.^{*6} y Ramírez-Cerda Elsa. L.^{*7}*

Introducción

Para los queseros es muy importante conocer la leche como la materia prima. Este conocimiento le permitirá elaborar diferentes productos lácteos y saber que debe cumplir con requerimientos normativos de composición, higiene y sanidad para un adecuado rendimiento y calidad del producto.

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales. La calidad higiénica de la leche es un factor determinante en la inocuidad de los productos lácteos. Para lograrlo, se han de aplicar buenas prácticas de higiene y manejo a lo largo de toda la cadena láctea. Factores como la contaminación y el crecimiento microbiano, así como un inadecuado manejo favorecen la descomposición de los nutrientes lo que puede tener impacto negativo en el producto y en la salud de los consumidores.

En esta sección se da una breve introducción sobre las características que debe cumplir la leche para ser utilizada en la elaboración de queso y se describen las pruebas de laboratorio básicas para evaluar su calidad en la recepción. Describe los efectos de la composición microbiana y quími-

⁶ Unidad de Tecnología Alimentaria del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normalistas No. 800 CP 44270, Guadalajara, Jalisco México. jelopez@ciatej.mx.

⁷ Desarrollo Institucional del Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normalistas No. 800 CP 44270, Guadalajara, Jalisco México. eramirez@ciatej.mx.

ca, y el efecto de la lactancia, la dieta animal y la variación estacional en las propiedades de coagulación (cuajada) en la leche para queso, centrándose en el rendimiento y la calidad del queso.

4.1 Leche. Composición química

De acuerdo con la NOM-243-SSA1, leche es la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o de cualquier otra especie animal, excluido el calostro. El Manual de Buenas Prácticas de la SAGARPA tiene una definición más completa y la describe como el producto íntegro, no alterado, ni adulterado, del ordeño higiénico, regular, completo y no interrumpido de vacas sanas y bien alimentadas, que no contenga calostro y que esté exento de color, olor, sabor y consistencia anormales.

En la práctica se considera una leche de buena calidad, aquella que proporciona un rendimiento y una calidad de queso óptimos, procede de animales sanos, tiene buen sabor, se ha almacenado en frío durante un tiempo limitado y tiene un alto contenido de proteínas.

La leche de cada especie y raza tiene una composición específica, en la que los componentes que la constituyen guardan semejanza, sin embargo, la proporción de cada componente como es el caso de la relación grasa/proteínas, o el perfil de ácidos grasos, por ejemplo, son distintivos entre cada especie. La alimentación puede impactar, en el contenido y la composición de la grasa, a nivel perfil de ácidos grasos; la evolución de la lactancia imprime variaciones en cuanto a sólidos totales y cantidad de proteína y grasa (**Tabla 4.1**); el estado de salud de la vaca, puede afectar varios parámetros como el pH, la acidez, las células somáticas totales, entre otros; el clima y el medio ambiente, puede repercutir en el contenido de sólidos totales de la leche. Considerar estas variaciones nos permite entender la compleja y delicada naturaleza de la leche (McSweeney & Fox, 2015). Estas variaciones en la composición de la leche se suman al impacto del proceso para finalmente observarse en la calidad de los productos.

Tabla 4.1. Evolución de la composición de la secreción de la glándula mamaria tras el parto

Ordeño tras el parto	Densidad (g/mL)	Extracto seco (g/L)	Materia grasa (g/L)	Materia nitrogenada (g/L)	Lactosa (g/L)	Sales (g/L)
Calostro del 1er. ordeño	1.06	252	50	160	30	12
Calostro del 1er. día	1.04					
Calostro del 2o. día	1.034	176	46	85	35	10
Calostro del 3er. día	1.032	158	43	65	41	9
Calostro de los primeros 12 días	-	136	40	45	43	8
Leche una vez establecida la ordeña	1.032	131	39	35	49	8
Leche promedio	1.032	125-130	35-40	28- 35	47-52	9

Fuente: Madrid V. A. (1996)

La leche que se industrializa para su conservación y aprovechamiento en la producción de derivados lácteos debe seguir la normatividad oficial mexicana, establecida en la Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1.

En la siguiente tabla, se muestran especificaciones de la leche una vez procesada para su conservación en México (**Tabla 4.2**). Se puede observar que en promedio debe contener un 3 % mínimo de proteína y un 3 % mínimo de grasa.

Tabla 4.2. Especificaciones de leche pasteurizada, ultrapasteurizada y microfiltrada ultra.

Especificaciones	Límite		
	Entera	Parcialmente descremada	Descremada
Densidad a 15 °C, g/ml	1,029 mín.	1,029 mín.	1,031 mín.
Grasa butírica, g/L	30 mín.	6 mín. 28 máx.	5 máx.
Acidez (expresada como ácido láctico), g/L	1,3 mín. 1,7 máx.	1,3 mín. 1,7 máx.	1,3 mín. 1,7 máx.
Sólidos no grasos, g/L	83 mín.	83 mín.	83 mín.

Punto crioscópico, °C (°H)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)
Lactosa g/L	43 mín. 52 máx.	43 mín. 52 máx.	43 mín. 52 máx.
Proteínas propias de la leche g/L	30 mín.	30 mín.	30 mín.
Caseína g/L	24 mín.	24 mín.	24 mín.
Nota: La leche ultrapasteurizada y microfiltrada ultra debe tener un punto crioscópico de entre - 0,499 °C (- 0,520 °H) y - 0,529 °C (- 0,550 °H). °H = grados Horvet (1 °H es equivalente a 1,0356 °C). Nota: En leche, la relación caseína proteína debe ser al menos de 80 % (m/m).			

Fuente: Madrid V. A. (1996)

Los componentes mayoritarios de la leche se agrupan en proteínas, grasas y carbohidratos, mientras que los componentes minoritarios, aunque igualmente importantes, son enzimas, minerales y vitaminas. Las proteínas se subdividen en dos grupos, las proteínas insolubles o caseínas y las proteínas solubles, seroproteínas o proteínas del suero. Estos componentes se encuentran en la leche en diferente estado fisicoquímico, dependiendo de su naturaleza química. Por ejemplo, las caseínas que son un 80 % del total de proteínas de la leche, se encuentran en forma de micelas en suspensión, gracias a su estructura nativa asociadas a fosfato cálcico y a algunas glucoproteínas que permiten su dispersión homogénea en la leche; otro grupo de proteínas, las seroproteínas o proteínas del suero (20 % del total de las proteínas de la leche), son solubles al pH de la leche cruda (6.6 - 6.7), por lo que también las clasifican como proteínas solubles de la leche, son muy diversas en tamaño y propiedades biológicas y químicas (alfa-lactoalbúmina, beta-lactoglobulina, albumina bovina sérica, lactoferrina, entre otras) (Pereira, 2014).

La leche debe tener un recuento bajo de células somáticas, ya que las proteasas de las células somáticas atacan las caseínas y reducen el rendimiento del queso. El contenido de ácidos grasos libres debe ser bajo, ya

que los ácidos grasos libres se unen al Ca^{2+} y, por lo tanto, reducen las propiedades de coagulación de la leche; además, los ácidos grasos libres contribuyen al desarrollo del sabor rancio en el queso. Los agentes antimicrobianos como antibióticos, detergentes, etc. deben estar ausentes. En la **Figura 4.1** se muestran algunas sustancias utilizadas para adulterar la leche.



Figura 4.1. Adulterantes de leche.

4.2 Microorganismos de la leche

El alto valor nutritivo de la leche, su contenido de agua y su medio casi neutro ($\text{pH} = 6.6$), la hacen un medio ideal para que una gran diversidad de microorganismos se desarrolle, de hecho, se considera que la calidad de la leche depende del tipo de microorganismos que ahí habitan (Quigley et al., 2012). Las fuentes de microorganismos de la leche cruda (Fig. 4.2) provienen del animal, su condición de salud o de enfermedad, de la técnica de la ordeña, de las condiciones de limpieza, del material de los utensilios, de los contenedores y equipo de proceso, además de la limpieza del aire y de la presencia del hombre (Montel et al., 2014). Adicionalmente, los microorganismos se desarrollarán en la leche dependiendo de las condi-

ciones ambientales de la unidad de producción y de la higiene con la que sea obtenida, trasladada y conservada. La leche recién ordeñada tiene la temperatura corporal de la vaca (alrededor de 37 °C), la cual favorece la multiplicación de las bacterias de la leche.

Las bacterias presentes en la leche típica de vaca incluyen poblaciones significantes de Bacterias ácido lácticas (BAL) como *Lactococcus* (8.2×10^1 – 1.4×10^4 UFC mL⁻¹), *Streptococcus* (1.41×10^1 – 1.5×10^4 UFC mL⁻¹), *Lactobacillus* (1.0×10^2 – 3.2×10^4 UFC mL⁻¹), *Leuconostoc* (9.8×10^1 – 2.5×10^3 UFC mL⁻¹) y *Enterococcus* spp. (2.57×10^1 – 1.58×10^3 UFC mL⁻¹). Otros microorganismos pueden estar presentes en proporciones significantes; estos comprenden psicrotrofos como *Pseudomonas*, *Acinetobacter* y *Aeromonas* spp., los cuales mantienen su crecimiento durante el almacenamiento en frío (Quigley et al., 2012)



Figura 4.2 Fuentes potenciales de los microorganismos que están presentes en la leche cruda y el papel o importancia que algunos de estos tienen cuando están presentes en la leche. Fuente Quigley et al., 2012.

La leche utilizada para la elaboración del queso debe estar ausente de bacterias patógenas (**Tabla 4.3**), las bacterias psicotrópicas tienen lipasas y proteasas resistentes al calor que pueden reducir el rendimiento, pero también pueden causar sabores indeseables en el queso madurado. Las esporas de clostridios provocan que los quesos con ojos se hinchen tarde, pero también en los quesos con textura cerrada estas bacterias inducen sabores no comestibles.

Tabla 4.3. Límites máximos de contenido microbiano para leche.

DETERMINACIÓN	LÍMITE MÁXIMO EN LECHE
Organismos coliformes totales	< 20 UFC/mL (en punto de venta) < 10 UFC/mL (en planta)
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10 UFC/mL por siembra directa
<i>Salmonella</i> spp	Ausente en 25 g o mL
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g o ml (leche utilizada como materia prima para elaborar queso)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente en 25 g o mL
Enterotoxina estafilococcica	Negativa

Fuente: NOM-243-SSA1-2010.

Para coadyuvar en la calidad de la leche desde que es obtenida hasta que llega a las plantas industriales, se enfría. Esta acción restringe la multiplicación bacteriana y reduce la probabilidad de alteración hasta el grado de que no sea apta para el procesamiento industrial ni para consumo humano. En el mercado mexicano de leche fluida, el enfriamiento se ha extendido para poder comercializarla y mantener una mejor calidad microbiana, sin embargo, en la quesería tradicional se considera que la leche enfriada no favorece los rendimientos queseros ya que prefieren la leche recién ordeñada.

4.3 Prácticas de manejo de ganado y obtención de leche

Para evitar los riesgos sanitarios en el consumo de los lácteos es fundamental que la producción y el manejo de la leche, desde la explotación

lechera hasta las instalaciones de procesamiento, siga procedimientos de higiene, principalmente aplicando buenas prácticas durante la ordeña y evitando la contaminación ambiental. Estas medidas se aplican a todos los niveles, desde un pequeño productor hasta productores con grandes hatos de bovinos.

Las fuentes de microorganismos de la leche cruda tienen muy diversos orígenes, para comenzar la salud del ganado, la cual debe ser óptima ya que cualquier infección que tenga el animal se extenderá a la leche, siendo algunas de extremo cuidado como la tuberculosis o la brucelosis; enseguida el mantenimiento de la ubre durante la ordeña, ya que, la anatomía de la ubre permite entender dónde puede iniciar la contaminación de la leche. Para comenzar, el pezón tiene un canal hacia el exterior controlado por un esfínter que permite la salida de la leche durante la ordeña, ese canal es la fuente inicial de contaminación microbiana de la leche que desciende estéril a la parte baja de la ubre de un animal sano, adicionando el tipo de ordeña, ya sea manual o mecánica (Mera y Col. 2017). Esta última, por ejemplo, requerirá de un protocolo de limpieza y desinfección cuidadoso para evitar la formación de bio-películas de patógenos o de material orgánico a través de las tuberías por donde la leche pasa, que favorecería de manera recurrente a su contaminación.

Hay por lo menos tres aspectos que se deben considerar para obtener una leche de buena calidad microbiológica: 1) la ordeña debe ser rápida; 2) debe ser completa, es decir extraer toda la leche de la ubre y 3) debe realizarse de forma cuidadosa, evitando maltratar o lastimar la ubre. La destreza del ordeñador está ligada a la calidad de la leche extraída, de ahí que el oficio de ordeñador demanda meticulosidad en la higiene y gran acumulo de paciencia (Montel, 2014). Después de la ordeña, la calidad microbiológica de la leche dependerá de la eficiencia en las prácticas de higiene, de la limpieza de los contenedores y de las áreas donde se procesa la leche, también la facilidad de limpieza y desinfección de los materiales, equipos y utensilios será determinante para lograr su eficiente lavado y desinfección; finalmente, la calidad del aire, el tipo y frecuencia de las actividades humanas que rodean al ambiente lechero tendrán impacto en

la diversidad y cantidad de las poblaciones microbianas que se desarrollan en la leche y de ahí en los productos derivados (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Puntos de control para la obtención de la leche cruda.

FUENTE	PRÁCTICA
Ganado	Alimentación adecuada en cantidad y calidad. Evitar incluir al proceso de acopio o de procesamiento; leche de ganado enfermo, convaleciente o en tratamiento farmacológico.
Ordeña	Aplicar buenas prácticas de ordeña: 1. Arrear a las vacas con tranquilidad y buen trato al llevarlas al establo. 2. Horario fijo y regular, según se ordeñe una o dos veces al día. 3. Orden de ordeño: primero las vacas de más producción. Separar vacas sanas de enfermas. 4. Limpieza del ordeñador u operador. 5. Limpieza de la ubre bajo un procedimiento, cuidar ubre y pezones. 6. En instalaciones funcionales ordenadas y limpias. Evitar, por ejemplo, la cercanía a basureros, criaderos de animales, fábricas, tratamiento de efluentes, etc.
Acopio	Realizar las siguientes operaciones: a) filtrar para eliminar impurezas visibles (pasar la leche por un tamiz delgado de acero inoxidable, con malla de preferencia de 1.7 milímetros por orificio, o bien por un filtro de algodón. b) enfriarla leche a 4 °C o menos, sin llegar a la congelación, inmediatamente después del ordeño, c) almacenamiento: conservar la leche en tanques de material inocuo que facilite su limpieza.
T r a n s - porte	El tiempo de traslado debe ser máximo de 2 horas después del ordeño. Durante este proceso la temperatura de la leche no debe ser superior a los 10 °C. Los botes deben llenarse completamente, ya que la constante agitación de la leche favorece el desarrollo microbiano. Asimismo, deben estar bien cerrados, y protegidos contra el sol y la lluvia.

Fuente: Integrado con información del Manual SAGARPA 2019; Jay, 2000.

Una vez que la leche sea transportada al centro de acopio o planta quesera, se recibirán los contenedores o pipas en la báscula para determinar su peso bruto o se medirá su volumen. A continuación, se tomarán muestras para efectuar los análisis establecidos por la empresa o productor a fin de detectar la presencia de antibióticos, conservadores, adulterantes y neutralizantes, cuenta de células somáticas, densidad, etc. Se admitirá la leche que cumpla con los parámetros normativos o los que se hayan convenido en forma interna. Una vez aceptada leche se pasará a la tubería de filtración y después al tanque enfriador o depositarla directamente en las tinas o tanques de proceso. Los recipientes que se hayan empleado para el transporte de la leche cruda deberán limpiarse y desinfectarse antes de

volver a utilizarse.

El Reglamento de productos y servicios de la secretaría de salud especifica en los artículos del 41 al 45, que la leche cruda o bronca podrá destinarse para uso industrial, bajo las siguientes condiciones:

- La leche cruda, después de la ordeña, se deberá filtrar y depositar en tanques provistos con sistema de refrigeración o enfriamiento. Sólo se permitirá la permanencia de la leche en estas condiciones hasta por veinticuatro horas. Dentro de este tiempo se deberá transportar a los expendios que no formen parte de los establos.
- Cuando no se cuente con sistemas de refrigeración, la leche cruda deberá expendirse en un lapso no mayor de seis horas después de la ordeña. Una vez rebasado este tiempo, la leche cruda deberá ser sometida a un proceso de industrialización con tratamiento térmico.
- En el proceso de la leche cruda o bronca, no se podrá realizar ninguna manipulación que modifique sus características sanitarias.
- En la elaboración de los productos y derivados de la leche, se deberá utilizar leche que cumpla con los requisitos sanitarios.

4.4 Normatividad aplicable a leche

El marco regulatorio establece las especificaciones sanitarias, de calidad y nutrimentales que deben cumplir las personas que se dedican a la fabricación de queso, las empresas queseras que adquieren leche pueden establecer valores o criterios más estrictos en función del producto a elaborar.

En la **Tabla 4.5**, se describen las claves de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas que consideran requisitos sanitarios, nutrimentales, de calidad e información comercial, aplicables a leche.

Tabla 4.5. Normatividad aplicable a leche

ALCANCE	NORMA	DESCRIPCIÓN
Leche	NOM-243-SSA1-2010	Establece las especificaciones sanitarias y nutrimentales que debe cumplir los fabricantes que comercialicen leche para su consumo humano o la leche que se emplee como materia prima para la elaboración de productos lácteos. Incluye métodos de prueba, sustancias desinfectantes recomendadas y límites máximos para aditivos alimentarios.
Leche cruda de vaca	NMX-F-700-COFO-CALEC-2021	Especificaciones Fisicoquímicas, Sanitarias y Métodos de prueba para leche cruda de vaca
Diferentes tipos de leche como producto terminado	NOM-155-SCFI-2012	Establece las denominaciones comerciales de los diferentes tipos de leche, que se comercializan en México
Higiene en la obtención de leche	NMX-F-730-COFO-CALEC-2015	Prácticas de Higiene recomendadas para la obtención de Leche.
Vocabulario aplicable al sistema producto leche	NMX-F-785-COFO-CALEC	Términos y definiciones utilizadas en el Sistema producto leche
Instalación de equipo de ordeño	NMX-F-773-COFO-CALEC	Términos y definiciones utilizadas
Transporte de leche	NMX-F-720-COFO-CALEC-2022	Especificaciones para el transporte de leche cruda, así como para el enfriamiento y almacenamiento de la misma en centros de acopio.

En México, la Secretaría de Agricultura, a través del SENASICA, ha puesto en marcha programas voluntarios y otorga certificaciones gratuitas a los productores pecuarios que implementen y/o apliquen las buenas prácticas pecuarias en unidades de producción primaria. Asimismo, con el Programa de Sanidad e Inocuidad, el SENASICA ofrecerá a los productores y ganaderos capacitación y asistencia técnica una vez que ingresan al programa.

4.5 Calidad de la leche y su evaluación

Sólo se recolectará la leche que cumpla con los requisitos previstos por la normatividad. El manual de SAGARPA indica los siguientes criterios:

- Limpia y fresca, del ordeño de bovinos sanos, exenta de calostro y cualquier otra sustancia ajena a su composición normal.
- Con las características fisicoquímicas, bacteriológicas y organolépticas (color blanquecino a ligeramente opaco, y no debe tener olores ni sabores extraños).
- No deberá contener elementos extraños como residuos de alimentos y otras impurezas que contaminen el producto.
- La lectura lactométrica deberá ser inferior a 8.5 %.
- La leche fría deberá conservarse a temperaturas inferiores a 10 °C.
- El punto crioscópico en ningún caso debe ser inferior a -0.525 °H.
- Se rechazará la leche que coagule al realizar la prueba de alcohol.
- La densidad no debe ser inferior a 1.027 g/mL a 20 °C.
- La acidez debe estar comprendida entre 0.135 y 0.155 expresada en porcentaje de ácido láctico según el método volumétrico de titulación con hidróxido de sodio al 0.1 normal, o en el caso de medición con potenciómetro el rango para leche fría oscilará entre 6.60 a 6.80 y para la leche cruda entre 6.56 a 6.70

En la práctica recomendada para queseros se describen algunas de estas técnicas que pueden ser implementadas en unidades de pequeños productos, sin requerir infraestructura analítica costosa.

4.6 Conclusiones

Debido a la vulnerabilidad sanitaria de la leche es necesario conocer y controlar los factores y fuentes que afectan la calidad e inocuidad del producto. Es frecuente que no se cumpla con las normas sanitarias y comerciales establecidas, por lo que es preciso trabajar en conjunto proveedores de leche y productores para lograr el control de las etapas y por ende un producto de calidad.

4.7 Prácticas auxiliares recomendadas para la evaluar la calidad de leche

4.7.1 Apariencia de la leche

Fundamento: Se basa en la sensación visual por la que se perciben atributos de la leche como la cantidad, el color, la textura, el brillo, la transparencia y la opacidad.

MATERIAL:	PROCEDIMIENTO:	RESULTADO:
Vaso de precipitado Tubo de ensaye	Verter en el vaso de precipitado y en el tubo de ensayo muestra hasta llenar una tercera parte de su volumen. Observar y tomar nota.	

NOTA: El olor y el sabor son otras pruebas relacionadas con los sentidos, y comúnmente utilizadas para evaluar la calidad de la leche.

4.7.2. Densidad

Fundamento: Se basa en la relación que existe entre la cantidad de materia, el peso y el volumen.

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Densímetro digital Piseta Pipeta	Colocar una gota de muestra en la mirilla del densímetro Tomar la lectura Limpiar con agua destilada la mirilla.	

NOTA: Valores normales: (15 °C) 1.030 – 1.034 g/cm³

4.7.3. Volumen

Fundamento: Se basa en la medida del espacio que ocupa la leche. La unidad de medida es el metro cúbico (m³), generalmente se mide en litros (L) o mililitros (mL).

Esta técnicas se utiliza para medir el volumen de la leche que se utilizará en toras diferentes técnica analíticas.

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Vaso de precipitado Probeta Pipeta volumétrica Micropipeta Matraz aforado	Verter en el vaso de precipitado 20 mL de muestra. Medir 15 mL utilizando la probeta. Tomar 3 mL con la pipeta. Llenar la pipeta utilizando un auxiliar de pipeteado, hasta sobrepasar la marca del volumen deseado aprox. 5 mm Limpiar el exterior de la punta con un paño de celulosa. Ajustar el menisco. Quitar la gota restante en la punta. Vaciado: Colocar la punta de la pipeta contra la pared interna del vaso de precipitado (inclinado). Dejar salir el contenido, sin apartar la punta de la pipeta de la pared. Tomar 1 mL con la micropipeta. Bajar hasta el primer tope el embolo de llenado. Limpiar el exterior de la punta con un paño de celulosa. Quitar la gota restante en la punta. Mantener la pipeta en posición vertical. Vaciado: Colocar la punta de la micropipeta contra la pared interna del vaso de precipitado (inclinado). Dejar salir el contenido, sin apartar la punta de la micropipeta de la pared.	

4.7.4 Temperatura

Fundamento: Se basa en la relación que existe entre la expansión de un material os sustancia y la temperatura

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Vaso de precipitado Termómetro digital Termómetro de carátula	Verter en el vaso de precipitado 50 mL de muestra. Introducir el termómetro digital. Tomar el dato de la temperatura. Introducir el termómetro de alcohol. Tomar el dato de la temperatura midiendo en la escala grabada.	

4.7.5 Potencial de hidrógeno (pH)

Fundamento: Se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
- o Vaso de precipitado - o Potenciómetro manual - o Termómetro digital - o Agitador magnético - o Piseta con agua destilada	- o Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH 4 y pH 7. - o Tomar 20 mL de muestra - o Mezclarla bien por medio de un agitador - o Ajustar su temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. - o Sumergir el electrodo en la muestra de manera que se cubra perfectamente. - o Hacer la medición del pH. - o Sacar el electrodo y lavarlo con agua.	

Nota: La secuencia para la determinación de pH, se muestra en la figura 4A.1. Valores normales (NOM-243): 6.5 a 6.6



Figura 4A.1. Secuencia de pasos en la determinación de pH.

4.7.6 Acidez

Fundamento: La acidez se mide con base a una titulación alcalimétrica con NaOH 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador o, en su caso, utilizando un potenciómetro para detectar el pH de 8.3 que corresponde al fin de la titulación.

MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	RESULTADOS
Material: - o Probeta graduada de 100 mL - o Pipeta volumétrica de 20 mL - o Matraz de 125 mL - o Bureta de 50mL graduada en 0.1 MI	Procedimiento: - o Medir 20 mL de muestra en el matraz. - o Añadir 2 mL de fenolftaleína - o Titular con hidróxido de sodio 0.1 N hasta la aparición de un color rosa pálido persistente - o Comprobar la titulación, con el potenciómetro previamente calibrado (pH de 8.3).	
Reactivos: - o Hidróxido de Sodio 0.1 N - o Solución indicadora al 1 % de fenolftaleína Alcohol etílico - o Soluciones buffer pH 7 y 4		

NOTA: El esquema se muestra en la Figura 4A.2.

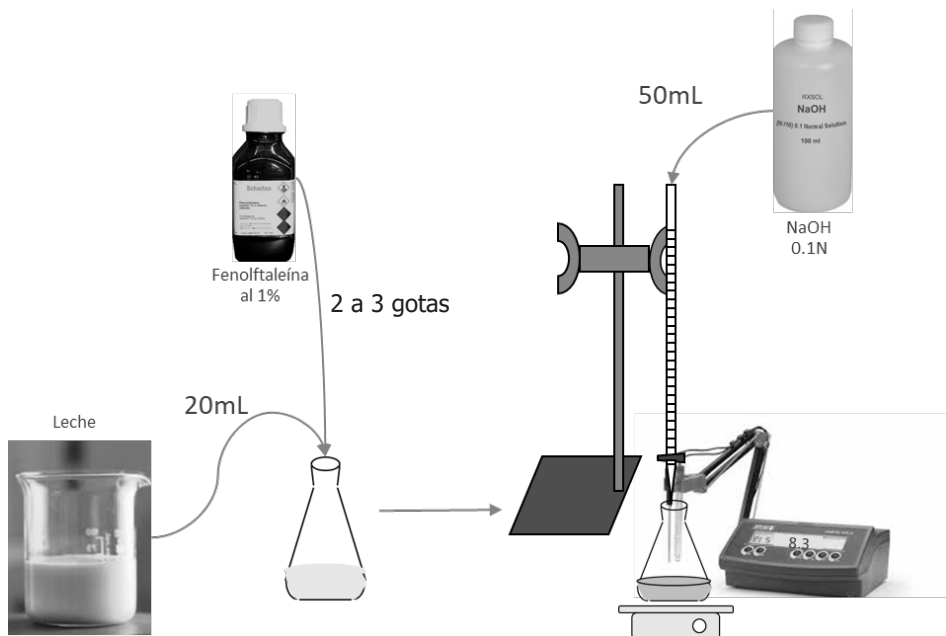


Figura 4A.2. Esquema de la medición de acidez en leche.

Cálculos y expresión de resultados: La acidez presente en la muestra, expresada en g/L, se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Acidez \left(\frac{g}{L} \right) = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

Donde:

V: mililitros de solución de NaOH 0.1 N, gastados en la titulación;

N: normalidad de la disolución de NaOH

M: es el volumen de la muestra

Valores normales (NOM-243): 1.3 -1.7 g/L de ácido láctico.

4.7.7 Prueba del alcohol

Fundamento: Se basa en la estabilidad que presentan las proteínas al estar en contacto con alcohol. Es una prueba rápida que da una idea de la estabilidad de la leche.

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
- o Pipeta volumétrica de 20 mL - o Caja Petri - o Tubo de ensaye	- o Medir 5 mL de muestra en la caja petri. - o Añadir 5 mL de alcohol - o Agitar suavemente - o Observar cambio de apariencia	
Reactivo: o Alcohol etílico al 72%		

NOTA: La secuencia para realizar la prueba del alcohol se presenta en la Figura 4A.3.

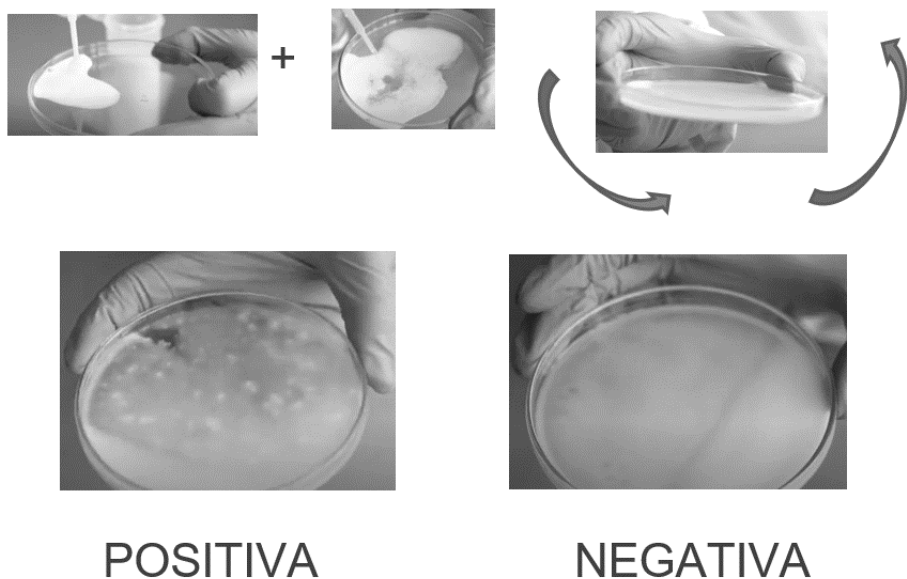


Figura 4A.3. Secuencia de la prueba del alcohol en leche.

Resultados:

Valores normales: PRUEBA NEGATIVA

4.8 Calidad Normativa

4.8.1 *Leche que se comercialice para su consumo humano.*

En la siguiente tablas se encuentran las especificaciones de la leche que se comercialice para su consumo humano o que se emplee como materia prima.

Tabla 4A.4. Especificaciones fisicoquímicas (NOM 155)

Especificaciones	Límites			Método de prueba
	Entera	Parcialmente descremada	Descremada	
Densidad a 15°C, g/ml	1.029 mín.	1.029 mín.	1.031 mín.	Véase inciso 8.8
Grasa butírica, g/L	30 mín.	6 mín. 28 máx.	5 máx.	Véase incisos 8.7 y 8.9
Acidez (expresada como ácido láctico) g/L	1,3 mín. 1,7 máx.	1,3 mín. 1,7 máx.	1,3 mín. 1,7 máx.	Ver inciso 8.3
Sólidos no grasos en leche, g/L	83 mín.	83 mín.	83 mín.	Ver inciso 8.4
Punto crioscópico, °C (°H)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Ver inciso 8.1
Lactosa, g/L	43 mín. 52 máx.	43 mín. 52 máx.	43 mín. 52 máx.	Véanse incisos 8.6 y 8.10
Proteínas propias de la leche, g/L	30 mín.	30 mín.	30 mín.	Ver inciso 8.5
Caseína, g/L	24 mín.	24 mín.	24 mín.	Ver inciso 8.2

NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.

NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

Tabla 4A.5. Regulaciones sanitarias para leche y derivados NOM 243

Microorganismo	Límite máximo	Productos
Organismos coliformes totales	≤ 100 UFC/g o ml ≤ 50 UFC/g o ml ≤ 20 UFC/g o ml ≤ 10 UFC/g o ml	Helados y sorbetes. Quesos de suero. Bases o mezclas para helados. En punto de venta: Leche, formula láctea, producto lácteo combinado, pasteurizados. En punto de venta: Leche, formula láctea, producto lácteo combinado, pasteurizados o deshidratados. Mantequilla, cremas, leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche.
Staphylococcus aureus	≤ 10 UFC/ml por siembra directa $\leq$ UFC/g o ml 1000 UFC/g	Leche, formula láctea, producto lácteo combinado. Mantequilla, cremas, leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche. Quesos madurados y quesos procesados. Quesos frescos y de suero.
Salmoella spp	Ausente en 25g o ml	Leche, formula láctea, producto lácteo combinado, pasteurizados y deshidratados. Quesos frescos madurados y procesados. Quesos de suero. Cremas, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche*, helados, sorbetes y bases para helados. Mantequillas.
Escherichia coli	100 UFC/g o ml ≤ 3 NMP/g o ml ≤ 10 NMP/g	Quesos frescos Leche ultrafiltrada como materia prima para la elaboración de quesos. Leche. Formula láctea, producto lácteo combinado; deshidratados. Quesos madurados y procesados
Listeria monocytogenes	Ausente en 25g o ml	Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados** Quesos. Quesos de suero. Helados, bases para helados y sorbetes.**
Vibrio cholerae***	Ausente en 25g Ausente en 50g	Quesos frescos. Helados, sorbetes y bases para helados. Quesos de suero
Enterotoxina estafilococcica	Negativa	Leche, formula láctea y producto lácteo combinado; deshidratados y la que se emplee como materia prima para la elaboración de quesos.
Toxina botulinica**	Negativa	Quesos frescos, madurados y procesados, envasados al alto vacío.
Mohos y levaduras	500 UFC/g o ml 100 UFC/g o ml	Quesos frescos, madurados*** y quesos de suero. Quesos procesados
Mesofilicos aerobios	50 UFC/g o ml 200,000 UFC/g o ml 100,000 UFC/g o ml	Bases o mezclas para helados Helados y sorbetes. Bases para helados

4.8.2 Especificaciones sanitarias para leche y derivados NOM 243

- Leche que se comercialice para su consumo humano o que se emplee como materia prima
- No materia extraña
- No conservadores
- No sustancias neutralizantes
- No coagular por ebullición
- Prueba del alcohol al 68% negativa
- Prueba de inhibidores bacterianos negativa
- Debe someterse a un tratamiento térmico con un tiempo y temperatura
- Tener implementado un sistema HACCP
- Atender especificaciones microbianas (límites máximos de metales pesados, otros)
- Atender especificaciones microbianas (límites máximos de macroorganismos y toxinas)
- Atender límites y productos de aditivos señalados (apéndice normativo A de NOM 243)
- Llevar el control documental del proceso
- Otros específicos de cada tipo de producto

Tabla 4A.5. Inhibidores bacterianos en leche

Producto	Derivados Clorados	Sales cuaternarias de amonio	Oxidantes	Formaldehído	Antibióticos
Pasteurizados	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Ultrapasteurizados	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Esterilizados	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Tabla 4A.6. Comparativo de sustancias sanitizantes

	Cloro	alcohol etílico	Sales cuaternarias de amonio
Eliminación de virus y bacterias	Muy alta ✓	Alta	Muy alta ✓

Efectividad a largo plazo	Alta	Baja	Muy alta ✓
Flamabilidad	Baja ✓	Muy alta	Baja ✓
Toxicidad	Muy alta	Media	Baja ✓

4.8.3 *Determinación de Inhibidores Derivados Clorados (prueba cualitativa)*

Principio del método: Cuando la muestra es tratada con ácido, se libera el cloro presente, si este cloro se hace reaccionar con yoduro de potasio y solución de almidón se desarrolla un color azul cuya intensidad va a depender de la cantidad de cloro presente.

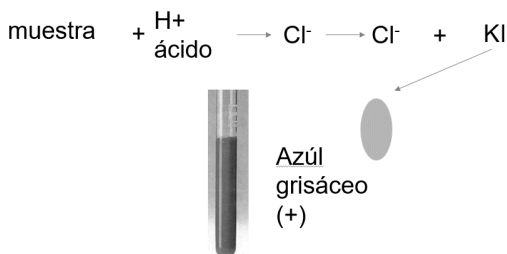


Figura 4A. 4. Esquema de realización para la determinación de inhibidores.

4.8.4 *Determinación de Sales Cuaternarias de Amonio (prueba cualitativa).*

Principio del método: Cuando se hace reaccionar el ion cuaternario de amonio en medio alcalino con un indicador (anaranjado de metilo) se forma un complejo que es extraído con cloroformo, el cual en medio ácido da un color magenta.

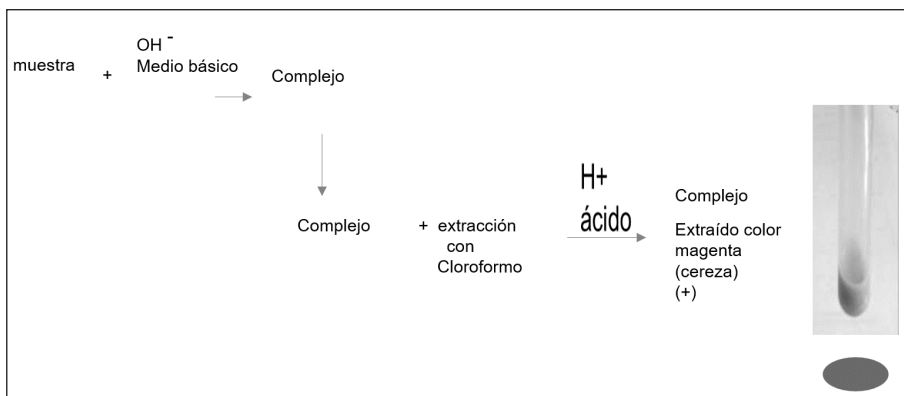


Figura 4A. 5. Esquema de la determinación de sales cuaternarias de amonio.

4.9 Bibliografía.

- Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., O'Mahony J. A. 2015. Dairy Chemistry and Biochemistry. 2da Springer Cham.
- Jay, J. M. 2000. Microbiología moderna de los alimentos. 3ed Acribia. Zaragoza, España.
- Madrid, A. 1996. Curso de Industrias Lácteas. Editorial Mundiprensa AMB. ediciones. Madrid, España, 604 p.
- Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina, SAGARPA, 2ª Edición, 2019. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/588547/MANUAL_DE_BPP_PRODUCI_N_DE_LECHE_BOVINA_2019.pdf
- Mera Andrade, R.; Muñoz Espinoza, M.; Artieda Rojas, J. R.; Ortiz Tirado, P; González Salas, R.; Vega Falcón, V. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 18, núm. 11, noviembre, 2017, pp. 1-16. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111117.html>.
- Montel 2014 Contaminación de la leche.
- Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones,

- especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2012 Sistema Producto Leche – Alimento – Lácteo – Leche Cruda de Vaca – Especificaciones Fisicoquímicas, Sanitarias y Métodos De Prueba.
- Norma Mexicana NMX-F-720-COFOCALEC-2014 Sistema producto leche - Especificaciones para el transporte de leche cruda, así como para el enfriamiento y almacenamiento de la misma en centros de acopio.
- Norma Mexicana NMX-F-730-COFOCALEC-2015 Sistema Producto Leche-Alimentos-lácteos-Prácticas de Higiene recomendadas para la obtención de Leche.
- Pereira, 2014 Composición de la leche.
- Quigley L, O’Sullivan O, Stanton C, Beresford TP, Ross RP, Fitzgerald GF, Cotter PD. The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiol Rev.* 2013 Sep; 37(5):664-98. doi: 10.1111/1574-6976.12030. Epub 2013 Jul 24. PMID: 23808865.
- Reglamento de control sanitario de productos y servicios. México, publicado en el DOF 9-08-1999. Última reforma publicada DOF 12-02-2016.
- SAGARPA 2019 Puntos de control para la obtención de la leche cruda.

Capítulo V

Quesos de México y del mundo

*Chombo Morales M. P.*⁸

5.1 Introducción

En esta sección revisaremos cuál es el origen del queso y cuáles son las regiones del mundo de dónde provienen los primeros quesos reportados en la historia de la humanidad. Se mencionarán los países de mayor producción de queso, de mayor consumo, exportación e importación. Se mostrarán los quesos que tienen una historia más antigua, cuyas características son distinguibles, y que para conservar la tradición se protegen legalmente con una denominación que indique el lugar de procedencia u origen, para evitar que otros productos exhiban el mismo nombre, como el Roquefort (francés), el Cheddar (inglés), el Cotija (mexicano), el Manchego (español) y el Parmesano (italiano). El registro en México de estas indicaciones geográficas también explorará en este capítulo. Se presentarán la diferencia entre los quesos mexicanos que producimos: industriales y artesanales y se comparará con los quesos importados que cada vez tienen mayor aceptación para el público mexicano. Finalmente, se darán sugerencias de los puntos más importantes para que una empresa quesera artesanal sea competitiva.

5.2 Historia del queso

El queso es un derivado de la leche muy diverso, de tal manera que se han

⁸ Unidad de Tecnología Alimentaria. Sede Zapopan. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.(CIATEJ). Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jal. México. pchombo@ciatej.mx

reportado más de 2,000 variedades en el mundo. Se tiene registrado que el queso se produjo entre los ríos Tigris y Éufrates en la antigua Mesopotamia, y que ahora corresponde a naciones como Turquía, Siria e Irak. La leche de varias especies mamíferas fue aprovechada como alimento hace más de 8,000 años y posiblemente fueron cabras y borregos los animales más cercanos a los asentamientos humanos, aunque en la actualidad, el 85% de la producción de queso proviene básicamente del ganado bovino. Ahora sabemos que, la leche favorece el desarrollo de bacterias ácidas-lácticas y que estas bacterias se desarrollan en función del tiempo y de la temperaturas y como consecuencia la leche se hace ácida; en aquellos primeros años, es probable que la leche dejada a la intemperie producía leches agrias o acidificadas, que en los climas cálidos de esas regiones seguramente se formaron coágulos, y de ahí, la recuperación del coágulo o cuajada, más la creatividad humana al mezclarla con sal y algunas especias se obtuvieron los primeros quesos (Fox, P. F. & Mc Sweeney, 2004).

En la edad media, los procesos de elaboración de los quesos y los vinos se perfeccionaron y las recetas se guardaron celosamente en los monasterios. Se conservan pinturas y textos antiguos de algunos quesos como el Gorgonzola del que se tienen noticias a partir del s. X, tuvo su origen en Italia, se elaboraba con leche de vaca, con una consistencia enmohecida, untuosa y venas azules, o como el queso francés Roquefort, que es un queso de leche de borrega también enmohecido en su interior, con sus características venas azules, el cual se conoce desde el s. XI y el Cheddar de origen inglés, que es un queso de leche de vaca que se ha referido desde el s. XVI (McSweeney & Fox, 2009).

La domesticación de mamíferos no se acostumbraba para la alimentación humana en el nuevo mundo. Con la conquista, los españoles e inmigrantes del viejo mundo trajeron el ganado y técnicas para desarrollar productos lácteos; de hecho, existió una hibridación de las culturas, dentro de ella la culinaria. Uno de los quesos mexicanos más antiguos en México es el Cotija, de leche de vaca, molido, prensado y madurado, que se produce desde el s. XVI, su origen se reporta en las comunidades dedicadas a la minería, como en los territorios de la sierra de Michoacán y Jalisco

en el Occidente de México. Este queso se daba como diezmos y primicias para la iglesia y con el tiempo se comercializaba a otras regiones del México antiguo por los arrieros (Barragán-López, 1998). El Cotija se produce actualmente por un centenar de artesanos que siguen la misma forma tradicional de elaboración en esa misma región (Barragán-López, 1998; Chombo-Morales, 2008; Reglas de Uso. Marca Colectiva Cotija Región de Origen, 2005; Tunick et al., 2023) .

Un ejemplo de quesos antiguos del continente americano es el queso Tybo de Argentina, que se produce desde el s. XVIII. Es un queso de leche de vaca, prensado y madurado con orígenes en Dinamarca (Allasia, 2015). Actualmente los quesos de mayor consumo en Argentina son muy cercanos a los europeos, como el Port Salut, el Sardo y el Reggianito (Reinheimer et al., 2022). También Uruguay, Colombia, Brasil y en prácticamente todos los países latinoamericanos producen y consumen queso como parte de su dieta.

Los reportes arqueológicos y antropológicos van confirmando las características que los quesos tuvieron originalmente y qué nombre se les daba. Con el paso de los años, las recetas se mantuvieron tal cual, por ejemplo, el tipo o raza del ganado, cuáles eran las etapas de la elaboración, la cantidad de sal, el cuajo utilizado, el tipo de moldes, etcétera, lo que permitió que la manufactura se comunicara de generación en generación para los siguientes queseros; estas recetas celosamente resguardadas fueron de gran utilidad para registrar sus indicaciones geográficas (McSweeney & Fox, 2009; McSweeney & O'Mahony, 2017). En **Tabla 5.1** se muestran registros de los quesos que son de mayor antigüedad que actualmente se producen con éxito.

Tabla 5.1. Primeros registros para algunas variedades de quesos que aún se producen exitosamente.
(Fuente: Fox, P. F. & McSweeney, 2004)

Queso	Año de primeros registros	Origen	Leche
Gorgonzola	897	italiano	vaca
Schabzeieger	1000	alemán	vaca
Roquefort	1070	francés	borrega
Maroilles	1174	francés	vaca
Schwangenkase	1178	francés	vaca
Grana	1200	italiano	vaca
Taleggio	1282	italiano	vaca
Cheddar	1500	inglés	vaca
Parmesano	1579	italiano	vaca
Gouda	1697	Países Bajos	vaca
Gloucester	1783	inglés	vaca
Stilton	1785	inglés	vaca
Camembert	1791	francés	vaca
San Paulin	1816	francés	vaca

5.3 Producción de leche y queso en el mundo

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Director General de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reportaron que la producción mundial de leche en 2019 fue de 852 millones de toneladas (Mt) (81% de vaca, 15% de búfala y un total de 4% de leche de cabra, oveja y camella combinadas y que continua su tendencia en el siguiente decenio (OECD/FAO, 2020, 2023), donde se prevé que en un futuro Pakistán e India sean los mayores productores. Las mismas entidades reportaron el incremento del consumo de queso en el mundo en el siguiente decenio 2023-2032 (OECD/FAO, 2020), donde se observa que los países con menos recursos continuarán consumiendo leche y lácteos frescos y los países con mayores ingresos

serán lo que consuman productos industrializados. De esta misma manera, el queso ha crecido a un nivel de 2% anual desde 2014 con 18,000 miles de toneladas hasta 21,000 miles de toneladas en el 2023 (<https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0240000>).

De acuerdo con el reporte del Gobierno de México en el 2023, se estimó la producción de leche en 13,400 mil millones de litros (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/863571/Leche_de_bovino_Septiembre.pdf) y coincide con lo reportado por la Asociación de Nacional de los industriales de la Leche a partir de datos del INEGI y de SIAP (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2024). En 2023 Jalisco sigue siendo un estado líder en la producción de leche, que generó 2,799,041 miles de litros (el 21 por ciento del total nacional), seguido de Coahuila, con 1,537,748 miles de litros; Durango, 1,515,250 miles de litros y Chihuahua, 1,262,218 miles de litros de leche (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2024).

De esta producción de leche se tiene reportado por el INEGI, que las diversas leches para beber y los yogures ocupan el primer y segundo lugar en la producción; sin embargo, en los últimos años han mostrado una tendencia a la baja de leche y leches fermentadas (yogur), mientras que los productos de mayor contenido grasa se han incrementado, como lo son el queso, la crema y la mantequilla (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2024).

Tabla 5.2. Comportamiento en la producción de lácteos en los últimos 6 años (incluyendo pandemia COVID-19). Fuente (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2024). Toneladas.

PRODUCTO	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Leche lista para beber	2,757,359	2,691,249	2,627,665	2,544,604	2,640,625	2,720,200
Yogur	789,411	768,080	704,116	696,947	700,986	769,508
Quesos	481,637	507,687	515,321	549,678	619,490	632,895
Leche en polvo	277,775	257,485	263,453	251,718	265,137	265,097
Crema de leche	75,215	79,472	78,547	85,319	92,345	90,129
Crema o grasa butírica en polvo	27,885	28,601	33,991	32,834	38,644	44,993
Mantequilla	34,694	35,312	34,332	38,714	40,779	40,474

La producción de quesos ocupa el tercer lugar del producto interno bruto con 632,895 miles de toneladas que incluyen quesos Amarillo, Chihuahua, Crema, Doble Crema, Fresco, Manchego, Oaxaca. Panela, Asadero y otros. En 2023, el mercado mexicano de queso registró un valor de USD 3,554.37 millones. La tendencias es que continúe el ascenso en el mercado de los quesos (<https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-mexicano-del-queso>) lo cual también se con reportes de la CANILEC y mostrados en la Tabla 6 (2024).

Tabla 5.3. Producción de queso en los últimos 6 años en México reportados por CANILEC con datos del INEGI. Fuente (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2024). Toneladas.

QUESO	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Amarillo	61,059	58,543	55,612	57,958	59,311	63,001
Chihuahua	44,970	55,591	63,331	64,950	70,117	75,568
Crema	25,034	25,336	22,916	23,528	25,292	23,380
Doble Crema	66,366	71,571	77,458	86,622	107,016	108,697
Fresco	87,769	95,354	100,298	105,903	122,868	125,602
Manchego	42,052	42,172	43,640	45,563	48,425	46,759
Oaxaca	33,872	33,135	32,227	37,021	41,300	40,778
Panela	50,141	51,005	46,673	44,710	47,345	48,385
Asadero	14,126	13,224	13,665	14,206	14,674	15,169
Otros	56,248	61,756	58,501	69,217	83,142	85,556

En cuanto a importaciones de lácteos, México importó 3,251.9 millones de dólares en 2023, básicamente, leche en polvo y queso. De esa cantidad el 73 % son productos que provienen de los Estados Unidos de Norteamérica, el 12 % de Nueva Zelanda, el 3% de los Países Bajos y el 12% del resto del mundo. La participación de cada producto es la siguiente: lactosa (1%), leche fluida (1%), yogures y leches fermentadas (2%), helados (5%), lactosuero (5%), fórmulas infantiles (6%), caseínas y caseinatos (7%)

mantequilla y grasa (9%), leche en polvo (36%) y queso (28%) (Cámara Nacional de Industriales de la Leche, 2024).

5.4 Variedades de quesos en México

La mayor parte de los quesos que consumimos en México son elaborados por la industria quesera nacional y artesanal, mientras que un pequeño porcentaje son importados. Regularmente, los quesos industriales cuentan con infraestructura, estrategias y recursos, que permiten que la calidad de sus productos se establezca según la normatividad mexicana. Por otra parte, los quesos artesanales siguen procesos tradicionales donde la calidad se rige por la experiencia del artesano.

5.4.1 *Quesos industriales*

La normatividad mexicana clasifica a los quesos sólo en frescos y en madurados, de cualquier forma todos tienen que estar elaborados con leche pasteurizada (NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018; Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba., 2010). En cuanto a las referencias técnicas encontramos subclasificaciones, con base en los ingredientes o los tratamientos con los que fueron procesados, como el contenido de grasa: queso de leche entera, quesos semigrasos, quesos bajos en grasa, quesos crema y doble crema (Bylund, 1995; Fox, P. F. & McSweeney, 2004; González-Córdova et al., 2016).

El mayor volumen de producción de queso industrial es de fresco: Panela, Oaxaca, Fresco, Asadero, Crema y Doble Crema. Dos terceras partes son madurados como Chihuahua y Manchego mexicano, estos últimos tienen al menos 15 días de añejamiento. Otro queso industrial es el queso Amarillo que no puede considerarse fresco, de hecho, es el que más se produce a nivel industrial. El queso amarillo o americano, al ser un queso procesado requiere de equipamiento con altas temperatura y sales para

fundir la materia prima (que son quesos rechazados) para obtenerlo y además conservadores para que duren bastante tiempo en el anaquel.

Todos los quesos industriales se comercializan en empaques plásticos, a veces con atmosfera controlada o sellados al vacío o con algún tipo de conservador. Es importante mencionar que los quesos industriales, siguen especificaciones normativas tanto en el proceso como en el etiquetado, evitando con ello sanciones del gobierno a falta de alguna de ellas (MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, 2020; NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018).

El etiquetado muestra elementos que permiten al consumidor identificar el producto y su composición:

- Nombre o denominación (ejemplo: queso fresco; queso chihuahua; queso adobera)
- Marca (ejemplo: Lupita)
- Lista de ingredientes enumerados en orden cuantitativo en escala de mayor a menor (ejemplo: Elaborado con leche pasteurizada de vaca, cuajo, aditivos y sal).
- Instrucciones de uso (ejemplo: consérvese en refrigeración).
- Información adicional (Ejemplo: madurado en cava por 12 meses)
- El contenido neto (para quesos).
- Presenta la información nutrimental en 100g de producto:
 - Contenido de energía. (Calorías) debe expresarse en kcal (kJ) por 100 g, o por 100 ml, así como por el contenido total del envase. Adicionalmente se puede declarar por porción.
 - Cantidad de proteína.
 - Cantidad de hidratos de carbono disponibles, indicando la cantidad correspondiente a azúcares añadidos.
 - Cantidad de grasas, especificando la cantidad que corresponda a grasas saturadas, no incluyendo las grasas trans presentes en ingredientes lácteos y cárnicos de manera natural.

- Cantidad de fibra dietética.
- Cantidad de sodio.
- Cantidad de cualquier otro nutrimento que se considere importante (declaración de propiedades o regulado por ordenamientos jurídicos disponibles).
- Cuando se haga una declaración específica de propiedades referente a la cantidad o tipo de hidrato de carbono, pueden indicarse también las cantidades de almidón y, o en su caso, de otros tipos de hidratos de carbono.
- Cuando se haga una declaración de propiedades con respecto a la cantidad o al tipo de grasas o la cantidad de colesterol deben declararse las cantidades de: grasas monoinsaturadas, grasas poliinsaturadas y colesterol.

Recientemente con base en las recomendaciones de la OMS/OPS/ Expertos académicos, la Secretaría de Salud a través COFEPRIS se decretaron modificaciones a la NOM-051; esto permite un sistema de etiquetado frontal, en el cual los responsables de producir alimentos y bebidas no alcohólicas envasadas deberán imprimir SELLOS sobre la etiqueta (elemento gráfico en forma de octágono negro con un contorno blanco y con las especificaciones descritas en el Apéndice A de la propia norma). Los sellos son una advertencia para el consumidor que le permiten identificar fácilmente si el producto contiene energía excesiva y/o compuestos perjudiciales para su salud, como azúcares, sodio, grasas totales, trans o saturadas añadidas o fuera de su composición natural (Guía Para Los Responsables de Los Productos Sujetos a La Modificación de La NOM-051-SCFI/SSA1-2010, 2024; MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, 2020).

Esta disposición está relacionada con los ingredientes añadidos en la manufactura de los alimentos, la intención de tales ingredientes tiene diferentes usos como alargar la vida de anaquel o hacer más apetecible

el producto. Sin embargo, en ocasiones los ingredientes son excesivos y afectan la salud del consumidor. Cuando el queso es elaborado a partir de leche, sólo debe agregarse el sello de exceso de sodio (cloruro de sodio).

La normatividad mexicana exige que los quesos que incluyen en su formulación, proteína en polvo de leche (caseína, caseinatos) y/o proteína o grasa de otro origen (aislado de soya, grasa vegetal) sean clasificados como IMITACIÓN. Las modificaciones a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, se lee: “Para el caso de los productos imitación, la denominación del mismo aparecerá en la parte superior izquierda de la superficie principal de exhibición, colocando la palabra IMITACIÓN al principio en mayúsculas, con negrillas en fondo claro en un tamaño del doble al resto de la denominación. No se permite el uso de la palabra imitación en productos preenvasados que cuenten con denominación de origen o indicación geográfica protegida o reconocida por el Estado mexicano” (Guía Para Los Responsables de Los Productos Sujetos a La Modificación de La NOM-051-SCFI/SSA1-2010, 2024; MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, 2020; NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018).⁹

5.4.2 Quesos artesanales

Para definir un queso artesanal existen algunos criterios, por ejemplo: la leche y su calidad está directamente relacionada con la experiencia y la percepción sensorial del maestro quesero o quesera, esto le permite detectar y controlar las condiciones y las etapas del proceso. Igualmente, en un proceso artesanal sólo se utiliza equipo básico tinas, liras, mesas, entre otros utensilios. Aunque los procesos van evolucionando (sobre todo en

⁹ Es recomendable que para el lector de este libro o para los responsable de elaborar queso que requieran tener precisión en las responsabilidades para emitir las tablas del etiquetado nutrimental de su producto y los ingredientes a declarar o los sellos de advertencia, revisen las modificaciones a la norma NOM-051 que se acompaña de norma la NOM-030, que las cuales se encuentran libres en internet y que son promovidas para su aplicación por el gobierno de México o consulten a un especialista en este tema.

países europeos), regularmente no se utiliza tecnología avanzada como ultra-pasteurizadores, tinas automáticas donde, la leche se incorpora al equipo y al final, el queso sale prácticamente preformado o listo para la etapa de prensado, sin la mano del hombre. En un queso artesanal es una manufactura donde el criterio de los artesanos es el que determina la calidad del producto desde el inicio y final de cada operación (Tunick et al., 2023).

Los quesos artesanales se producen en la mayor parte de México, sobre todo en las zonas rurales donde hay explotaciones de ganado lechero, caprino o bufalino, por lo mismo son más diversos que los industriales, pero su mercado sólo se localiza en los lugares de origen. En su libro *Los quesos mexicanos genuinos*, Cervantes-Escoto et al. (2008) señalan que hay más de treinta quesos artesanales; desafortunadamente algunos están a punto de extinguirse, otros se han mantenido y han podido obtener una indicación geográfica como el caso de Cotija región de origen (de Michoacán y Jalisco) (Reglas de Uso. Marca Colectiva Cotija Región de Origen, 2005) y Poro de los Ríos (de Tabasco) (Villegas de Gante & Huerta Benítez, 2015).

Reportes anteriores indican que, los artesanos son individuos que han quedado en una escala económico-social limitada, por lo que paradójicamente cuentan con el conocimiento de saber hacer el producto tradicional, pero no cuentan con recursos para mejorar su trabajo (Cunningham, 2000). Estudios que realizamos en Zapotlanejo, del 2019 a 2024 observamos que no hay mucha diferencia en los requerimientos para producir queso entre los artesanos de hace más de 20 años y en la actualidad, de acuerdo a los reportes¹⁰, encontramos que los artesanos necesitan impulsar su actividad económica, mediante financiamiento y capacitándose para tomar mejores decisiones e identificar los aspectos importantes desde el punto de vista particular (en la familia) o colectivo (del gremio) que puede ayudar a la comunidad quesera (Chombo-Morales, 2024b, 2024a).

¹⁰ Proyectos aprobados por FODECYJAL de la Dirección de Innovación Ciencia y Tecnología de Jalisco: Proyecto 8158 de la Convocatoria Atención problemas de Jalisco-2019, “Aprovechamiento de los componentes del lactosuero desechado en el municipio de Zapotlanejo para el desarrollo de alimentos y agro-productos de alto valor agregado” y el proyecto 9777 de la Convocatoria Retos Sociales-2021, “Percepción del consumidor y funcionalidad de prototipos desarrollados a partir de lactosuero de las queserías artesanales de Santa Fe, Jalisco, como alimentos saludables”.

La siguiente lista muestran temas que se han consensado con diferentes artesanos de Zapotlanejo con los que se ha colaborado:

- Tener noción de la ingeniería y tecnología quesera para mejorar sus espacios físicos y la distribución de áreas.
- Estar fuertes en temas científicos básicos de la quesería, como la bioquímica y microbiología de la leche, del queso y del suero.
- Identificar cuáles son los equipos de proceso y la instrumentación analítica para controlar y mejorar la calidad de las materias primas, su producto y el agua.
- Conocer y llevar a la práctica las normativas que aplica su actividad.
- Conocer y llevar a la práctica un sistema que garantice la calidad e inocuidad de su producto.
- Identificar prácticas de negocios, financieras y fiscales eficientes.

En los procesos artesanales, la experiencia la tiene el maestro o empleado encargado de hacer el queso, los volúmenes de producción son menores porque a su vez los espacios son limitados; como se ha dicho, regularmente no cuentan con equipamiento y controles que aseguren su calidad para producir volúmenes masivos.

Los quesos tradicionales mexicanos y a la vez artesanales son en general quesos frescos que regularmente encontramos en la gastronomía local. Equivocadamente tendemos a asociar a los quesos artesanales como de baja calidad. Sin embargo, cuando los quesos regionales se elaboran bajo condiciones de alta calidad, pueden tener un mayor valor agregado que los producidos por las grandes empresas.

5.4.3 Quesos importados

Existen nichos para los quesos importados que cada vez se extienden más, el resultado se debe a la globalización de los mercados y precisamente el intercambio de individuos que viajan a través del mundo y que comienza a apreciar sabores desconocidos para el gusto mexicano (González-Córdova et al., 2016).

México importa quesos de los principales países productores de leche, particularmente de Estados Unidos de Norte América, aunque en menor cantidad importamos de Nueva Zelanda, Países Bajos, Francia, España, Italia, Uruguay y Argentina (ver Tabla 5.4). En general deben provenir de procesos industriales que garanticen el control de calidad que se requiere para su traslado y venta en cadenas de suministro nacionales, transnacionales o tiendas de especialidades. Los quesos importados a nuestro país regularmente son los más conocidos de cada país extranjero, por lo general son productos madurados, aunque también hay quesos frescos que son de leche pasteurizada, con cultivos y empacados al vacío o con atmósferas modificadas; también se importan quesos procesados (queso amarillo o americano). Como se ha comentado, la mayor parte de los quesos importados son madurados, eso facilita su transporte por vía marítima, ferrocarril y en ocasiones por avión; aun así, las condiciones en las que se trasladan estos quesos deben cumplir especificaciones (tiempos, temperaturas, humedad relativa y aireación en el ambiente de traslado y en el ambiente donde se venda), para sí continuar o se detenga su proceso de maduración y al mismo tiempo que no haya una contaminación que afecte el producto (**Tabla 5.4**) <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/cheese-and-curd?redirect=true>; <https://www.opportimes.com/los-25-tipos-de-queso-mas-importados-por-mexico/>; <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/cheese/reporter/mex>.

Tabla 5.4 Principales quesos consumidos en México (consensado de varias fuentes)

Principales quesos producidos y comercializados en México			
Quesos Industriales			
Clasificación	Tipo de queso	leche	Lugares donde se produce
Procesado	Amarillo	mezclas	La mayor parte de la industria quesera mexicana nacional y transnacional (el orden de la columna del tipo de queso, indica los quesos de mayor a menor producción)
Frescos	Chihuahua	vaca	
	Crema	vaca	
	Doble crema	vaca	
	Manchego mexicano	vaca	
Madurados	Oaxaca	vaca	
	Panela	vaca	
	Asadero	vaca	
Quesos artesanales			
Frescos	Panela	vaca cabra	Todo el país
	Oaxaca	vaca	Todo el país
	Quesillo	vaca	Chiapas
	Asadero	vaca	Algunos estados del Norte (Chihuahua, Durango) y Centro
	Canasto	vaca	Centro del país
	Abodera	vaca	Jalisco, Guanajuato, Querretro, Michoacán e Hidalgo
	Molido de Aro o Ranchero	vaca cabra búfala	Varios estados
	de Cincho	vca	Morelos
	de Poro o Poro de los Ríos	vaca	Tabasco
	Sierra	vaca	El Bajío, varios estados del Centro de País
	Crema tropical	vaca	Chiapas Tabasco
	Queso de sal	vaca	Costa de Chiapas
	ranchero veracruz	vaca búfala	Veracruz
	Guaje de Bola	vaca	Huasteca Potosina
	Chapingo	vaca	Chapingo, Estado de México
	de Hoja	vaca	Veracruz
	Queso Bola de Ocosingo	vaca	Ocosingo, Chiapas
	del Morral	vaca	Hidalgo, Puebla, Estado de Mexico,
	de Rueda	vaca	Tlaxolulan, Veracruz y municipios aledaños
	de Epazote	vaca	Hidalgo Puebla, Tlaxcala, Estado de México
	Trenzado	vaca	Veracruz (Huasteca), Oaxaca
	Molido y Cremoso de Oaxaca	vca	Centro de Oaxaca
	Sopero	vaca	Tabasco
	Chongos	vaca	Michoacán, el Bajío, otros estdos del país
	Jocoque (jocoqui)	vaca	Jalisco, Michoacán, Nayarit y otros estados de México
	Requesón (queso de suero)	vaca	Mayoría de los estados
Madurado	Cotija Región de Origen	vaca	JalMich (Jalisco y Michoacán)
	Enchilado de Zacatecas	vaca	Zacatecas
	Chihuahua	vaca	Chihuahua
	Chihuahua menonita	vaca	Comunidades menonitas de Chihuahua
Quesos importados			
Madurados	Manchego	oveja oveja/vaca	La Mancha, España / EUA
	Parmesano	vaca	Italia / EUA
	Grana Padamo	vaca	Italia / EUA
	Roquefort	oveja	Francia /USA
	Edam	vaca	Holanda Países Bajos
	Gorgonzola	vaca	Italia / EUA
	Ricotta	de suero	Italia / EUA
	Mascarpone	vaca cabra	Italia / EUA
	Gouda	vaca	Holanda Países Bajos
	Mozzarella	búfala	Italia / EUA
	Camembert	vaca	Francia /USA
	Brie	vaca	Francia /USA

Nota: El país productor original se encuentra al inicio. Algunos países incluyendo México producen algunos quesos extranjeros.

5.5 Registro de protección geográfica

Los registros de procedencia y origen de un producto como los vinos y los quesos son protecciones jurídicas que datan de al menos dos siglos atrás. Se crearon para identificar y descartar fraudes de vinos y licores en las transacciones comerciales. Como por ejemplo el estado francés en 1887 le concedió la distinción exclusiva de llamarle *Champagne* (Champán) a los vinos espumosos que se producen en la zona de ese nombre; sin embargo, la formas jurídicas han ido evolucionando tanto en forma de protección como en producto, cuya calidad está directamente asociada al origen o procedencia. Con el tiempo se crearon instituciones que promueven y controlan las protecciones, como el Instituto de *Appellation d'Origine* (INAO) en Francia, que regula la *Appelattione d'Origen Controllée* para productos de ese país. Las protecciones toman el lenguaje de cada región donde se origina, pero también puede tener clasificaciones propias para garantizar la procedencia de cada producto. En España se tiene la verificación de origen y procedencia, por arte del ministerio agrícola y en Italia la *Denominazione de Origene Controlatta*. Las principales distinciones son para vinos, licores, quesos y otros productos como carnes frías o embutidos, vegetales y frutas (OMPI, 2021). Con respecto a los quesos, Francia e Italia cuentan con 58 registros, España con 29, Grecia 23, Reino Unido 17 y Portugal, 13 (referencia <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/quesos-espana-denominacion-de-origen/>). Mientras que en México ahora existen tres figuras importantes que definen el origen de un producto, sujetas a la Ley de la Protección a la Propiedad Industrial: la Denominación de Origen (DO), la Indicación Geográfica (IG) y la Marca Colectiva (MC) (Secretaría De Economía, 2020). En la **Tabla 5.5** se observan las instituciones que otorgan los registros para las indicaciones de origen.

Tabla 5.5 Organizaciones y registros de Indicaciones de Origen de quesos en el mundo

País	Organización	Registros de productos con indicación geográfica
Francia	Institut National des Appellations d'Origine (INAO) 138 Champs Elysées, 75008 Paris https://www.inao.gouv.fr/eng/The-National-Institute-of-origin-and-quality-Institut-national-de-l-origine-et-de-la-qualite-INAO	OAP, productos con denominación de origen: 51 productos de leche (46 quesos; 3 mantequillas; 2 cremas).
Italia	Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste Fuente: https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/309	• DO: Denominazione di Origine (Appellation of Origin) • DOP: Denominazione di Origine Protetta (PDO, or Protected Designation of Origin) • DPR: Decreto del Presidente della Repubblica (Presidential Decree) • DPCM: Decreto del Presidente del Consiglio (Prime-ministerial Decree) • PDO: Protected Designation of Origin Ejemplo: Asiago: DO 1978 (DOP/PDO 1996) Gorgonzola: DO 1955 (DOP/PDO 1996) Mozarella di buffala DO 1993 (DOP/PDO 1996) Provolone Valpadana DO 1993 (DOP/PDO 1996) Parmigiano Reggiano 1955 (DOP/PDO 1996)
España	Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería Referencia: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/	29 quesos con IG: 26 tienen una denominación de origen protegida (DOP), como el Manchego, el Idiazábal, la torta del Casar o el de Tetilla, y tres una indicación geográfica protegida (IGP), los de Valdeón, los Beyos y el castellano.
México	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) Secretaría de Economía Gobierno de México https://www.gob.mx/impi	Denominación de Origen (DO) Marca colectiva (MC) Indicación de origen (IG) Ejemplo Queso Cotija Región de Origen (MC registrada) Queso Poro del Ríos (MC registrada) Queso Bola de Ocosingo (MC registrada)

5.5.1 Marcas colectivas, denominación de origen e indicaciones geográficas en México

Como se mencionó, en algunos países especialmente europeos, algunos alimentos y bebidas tienen una protección jurídica que precisa el origen geográfico o la procedencia del producto. Estas formas buscan resguardar la identidad de los productos y diferenciarlos. Se utiliza el nombre de la región como denominación y también ciertos signos distintivos que le permitan al consumidor la identificación del producto y a su vez, que el productor tenga la seguridad de que la competencia no elaborará un producto con el mismo nombre. Hay varios acuerdos, convenio o arreglos internacionales que protegen una indicación geográfica que son administrados por la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI), tales son: Convenio de París, Arreglos de Lisboa, Arreglo de Madrid y Protocolo concerniente al Arreglo de Madrid. En el sitio web de la Organización Mundial de Comercio (OMC) se presentan los acuerdos y tratados (https://www.wipo.int/geo_indications/es/).

México ha firmado estos acuerdos, por lo que respeta los productos extranjeros registrados y a su vez busca proteger productos regionales mexicanos de gran tradición, tal es el caso de la Denominación de Origen del tequila, del sotol y del mezcal. En cuanto alimentos se han protegido con Marcas Colectivas, el queso Cotija Región Origen (seis municipios, tres de Jalisco y tres de Michoacán) y del queso Poro de los Ríos (de Tabasco), el queso Bola de Ocosingo (Chiapas).

En la nueva Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial emitida el 1 de julio de 2020 (Secretaría De Economía, 2020), se definen y establecen las propiedades y requisitos para registrar la indicación del origen y procedencia de un producto. Se presentan en el siguiente orden: Marcas Colectivas, Denominación de Origen e Indicaciones Geográficas y constan de los siguientes apartados:

Sobre marcas colectivas

En el Capítulo II, del título cuarto “De las Marcas, Avisos y Nombres Comerciales”, en el artículo 179, se lee “Podrán solicitar el registro de una

marca colectiva, las asociaciones o sociedades de productores, fabricantes o comerciantes de productos, o prestadores de servicios, legalmente constituidas, para distinguir, en el mercado, los productos o servicios de sus miembros siempre que éstos posean calidad o características comunes entre ellos y diversas, respecto de los productos o servicios de terceros”.

El Artículo 180 indica que los miembros de la asociación o sociedad “podrán hacerse uso del nombre marca colectiva registrada”.

En el Artículo 181 indica que la solicitud de MC se deberán presentar la Reglas de Uso, que contendrá a) el nombre de la asociación o sociedad, b) la representación gráfica o imagen de la marca, c) los productos o servicios a los que se aplicará la marca, d) las características o cualidades comunes de los productos o servicios, e) los procesos de elaboración, empaque, embalaje o envasado f) la indicación que la marca no podrá ser transmitida a terceras personas y de que su uso quedará asignado a los miembros de la asociación o sociedad, g) los mecanismos de control del uso de la marca y del cumplimiento de las reglas de uso, g) las sanciones en caso de incumplimiento de las reglas de uso, h) la indicación sobre el ejercicio de las acciones legales de protección, y i) las demás que el solicitante estime pertinentes.

En el artículo 182 confirma que no será objeto de licencia, ni podrá ser transmitida a terceras personas, quedando su uso reservado a los miembros de la asociación o sociedad.

En el Artículo 183 explica que la marca es un signo que el titular certifica, con forme a las reglas de uso, la distinción del producto o el servicio con cualidades u otras características verificadas, tales como a) los componentes de los productos o servicios, b) las condiciones bajo las cuales los productos han sido elaborados y los servicios prestados, c) la calidad, procesos y otras características de productos y servicios y d) el origen geográfico de los productos y servicios, entre otros.

Artículo 184.- La marca de certificación podrá estar conformada por el nombre de una zona geográfica o contener dicho nombre, u otra indicación conocida por hacer referencia a la citada zona, que identifique un producto o servicio como originario de la misma, cuando determinada

calidad, reputación, u otra característica del producto o servicio sea imputable fundamentalmente a su origen geográfico.

Artículo 185.- Podrá solicitar el registro cualquier persona moral legalmente constituida que acredite la actividad de certificación de conformidad con su objeto social, siempre y cuando no desarrolle una actividad empresarial que implique el suministro de productos o la prestación del servicio de la misma naturaleza o tipo que aquélla certifica.

Cuando la marca de certificación esté conformada por el nombre de una zona geográfica o contenga dicho nombre u otra indicación conocida por hacer referencia a la citada zona que identifique un producto o servicio, solo podrán solicitar el registro:

- I.- Las cámaras o asociaciones de fabricantes o productores vinculados con el producto que se pretenda amparar con la indicación;
- II.- Las dependencias o entidades del Gobierno Federal, y
- III.- Los gobiernos en cuya zona geográfica se extraiga, produzca o elabore el producto que se pretenda amparar.

De los artículos 186 al 189 se indican las precisiones para la solicitud de registro de una marca de certificación, la cual deberá acompañarse de las reglas de uso y no será objeto de licencia son quedara exclusivamente reservado a lo que las reglas de uso indiquen (Secretaría De Economía, 2020).

Sobre Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas

En esta misma Ley de Protección a la Propiedad Industrial, en el TÍTULO QUINTO De las Denominaciones de Origen (DO) e Indicaciones Geográficas (IG) se observan cambios de la anterior Ley de la Propiedad Industrial derogada, donde ahora se resalta la figura Indicación Geográfica como una figura alternativa a la DO, que enseguida discutiremos. También en el capítulo V se especifica las Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas del Extranjero, lo cual es nuevo en esta Ley.

Se establece que las DO e IG son bienes nacionales, el Estado Mexicano es el titular de estos registros, es decir no pertenecen a ninguna institución particular o colectiva y solamente se podrá hacer uso de ellas

mediante la autorización del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). La protección legal de ambas inicia cuando el Instituto emita la declaración respectiva.

El Artículo 270 indica que el nombre común o genérico puede incluirse como elemento de la DO o IG, como ejemplo hipotético: el queso Adobera de los Altos de Jalisco (IG) o queso Adobera de los Altos (DO)¹¹.

El artículo 273 señala que una DO o IG puede solicitarse al IMPI mediante un oficio a petición de los siguientes personas físicas o morales:

1. Las que directamente se dediquen a la extracción, producción o elaboración del producto que se pretenda amparar.
2. Las cámaras o asociaciones de fabricantes o productores vinculados con el producto que se pretenda amparar.
3. Las dependencias o entidades del Gobierno Federal.
4. Los gobiernos de las Entidades de la Federación en cuyo territorio o zona geográfica se extraiga, produzca o elabore el producto que se pretenda amparar, o
5. Las Cámaras del Congreso de la Unión, siempre y cuando la propuesta haya sido aprobada por las dos terceras partes de los miembros presentes.

Dentro de las disposiciones comunes citadas en el Artículo 264 del Capítulo I de esta Ley, se explica que por denominación de origen (DO), se entiende como: **“el producto vinculado a una zona geográfica de la cual éste es originario, siempre y cuando, su calidad, características o reputación se deban exclusiva o esencialmente al origen geográfico de las materias primas, los procesos de producción, así como los factores naturales y culturales que inciden en el mismo”**. Una DO debe contar con una Norma Oficial Mexicana específica del producto.

En el caso de la IG, es el reconocimiento de: I.- Una zona geográfica que sirva para designar un producto como originario de la misma,

¹¹ Hasta el momento de esta redacción, el queso Cotija no tiene una denominación de origen, pero tampoco una Indicación Geográfica, en su haber tiene el registro de una marca colectiva por parte el IMPI denominada: Queso Cotija Región de Origen, y que le pertenece a la Asociación Regional de Productores de Queso Cotija Artesanal SPI de CV.

II.- Una referencia que indique un producto como originario de la misma, o III.- Una combinación del nombre de un producto y una zona geográfica. Siempre y cuando determinada calidad, características o reputación del producto se atribuyan al origen geográfico de alguno de los siguientes aspectos: materias primas, procesos de producción o factores naturales y culturales.

En nuestro país el registro de este tipo de distinciones para algún producto tradicional sea una Marca Colectiva, una Denominación de Origen o una Indicación Geográfica es un elemento de importante para exaltar nuestra cultura. Por otro lado, permite que los procesos de elaboración y las materias primas se estandaricen, además facilita la implementación de nuevas tecnologías, favorece y promueve la legitimidad, certificada y reconocida internacionalmente (Linck & Barragan, 2009; Rodríguez-Gómez, 2002). Asimismo, estas figuras son un instrumento legal, con normas sobre fabricación y zona de producción. En particular los factores geográficos: clima, altitud, composición del territorio, y de la cultura e historia de la gente de esa región, dados los métodos tradicionales de producción, a su vez esta estrategia es atractiva para la inversión extranjera. Por otra parte, las figuras distintivas del origen de los productos atraen el mercado que busca la relación del origen garantizado con su calidad (OMPI, 2021).

5.6 Competitividad en los negocios de quesería artesanal

Los quesos artesanales se distinguen por sus propiedades sensoriales, son apreciadas por los compradores y como se ha dicho antes, representan una tradición y la asociación del consumidor con una localidad (Montel et al., 2014). Disponer de productos tradicionales, afamados y con calidad contribuyen a fomentar el turismo en una localidad; aun así, el control de calidad y la inocuidad de los quesos artesanales debe asegurarse, ya que la leche no se pasteuriza, para que además de la fama no exista riesgo sanitarios y la empresa siga creciendo (Tunick et al., 2023).

En nuestro país el comprador de quesos encuentra productos industriales nacionales e importados en los mercados, supermercados, tiendas de

especialidades y tiendas de locales, los que regularmente cumplen estándares normativos y portan etiqueta. Por otra parte, los quesos artesanales se venden en los propios talleres y en tiendas locales de las zonas rurales donde se produce el queso; sin embargo, cuando los talleres o queserías están cercanos la ciudades o a las zonas metropolitanas la venta se extiende a las tiendas y cremerías locales, a los mercados sobre ruedas (o tianguis), a la venta de casa en casa, a los mercados municipales o urbanos y a los mercados de abastos. Esto mismo se observó en los mecanismos de comercialización de la comunidad quesera de Santa Fe, localidad de Zapotlanejo. De esa manera, la venta tiene menos intermediarios y se acerca más entre consumidor y productor(a). Los negocios que producen quesos artesanales regularmente están constituidos por familias, padres, hermanos, hermanas, tíos, etc., todos contribuyen a realizar las tareas. En el caso de Santa Fe, Zapotlanejo, al menos son tres generaciones queseras las que dedican a esta actividad económica para vivir y los negocios surten queso y otros productos lácteos a la zona metropolitana de Guadalajara (Chombo-Morales, 2024a, 2024b).

Para que una empresa o negocio artesanal crezca requiere de apoyo financiero, tecnológico, administrativo, organizativo, entre otros. Por un lado, un artesano debe satisfacer la demanda de su mercado local y por otro que, cumplir con la normativa aplicable, además de sortear su economía para ser un negocio exitoso. La demanda está asegurada por dos componentes, el consumidor comenta que los productos artesanales son más naturales (con menos químicos), al tiempo que sus precios son más económicos en relación con los que se ofertan en los supermercados o grandes distribuidoras. El segundo es más complicado, ya que, en el proceso de elaboración de los quesos artesanales, en general, la leche no lleva ningún tratamiento térmico, por lo que no se cumple la normatividad ((NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018; Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba.,

2010), entonces se considera que la calidad sanitaria de un queso artesanal es un riesgo para el consumidor, es decir el cumplimiento normativo en la producción de los quesos artesanales, regularmente no se cumple (Cunningham, 2000).

En este espacio, se considera que lo aseverado por varios estudiosos que los negocios de quesos artesanales les hacen falta recorrer un trecho considerable por el sendero del mejoramiento continuo en la calidad de los quesos y en la eficiencia de la conversión de leche a queso, para así poder cumplir con la normativa, particularmente la sanitaria (González-Córdova et al., 2016; Montel et al., 2014).

Con base en nuestros estudios pareciera que, la integración de los artesanos queseros fuera muy difícil. Se requiere trabajo continuo y articulado por parte de ellos. Confiar entre sí mismos para atender estrategias en las que coinciden, por ejemplo:

- Aprender y practicar mejores métodos de obtención.
- Participar en la implementación de mejoras en técnicas lecheras de sus proveedores para armonizar con la calidad de leche requerida.
- Acercarse a instituciones de crédito para el desarrollo y fomento a la calidad.
- Acercarse a Universidades y Centro de investigación.
- Informarse y darle seguimiento a proyectos o propuestas de Agencias gubernamentales y privadas que les faciliten su crecimiento:
 - o Salud pública y protección al medio ambiente
 - o Comercio
 - o Comunicaciones y transporte
 - o Agricultura y ganadería
 - o Seguridad
 - o Impulso a las exportaciones
 - o Registro de marcas e indicaciones geográficas
- Generar y organizarse en grupos de trabajo que compartan objetivos
 - o Tener propósitos claros
 - o Compartir un horizonte de tiempo a mediano y largo plazo (por lo menos 5 años).

- o Diseñar un marco metodológico formal pero flexible, que ponga énfasis en el trabajo conjunto y prospectiva particular y colectiva (apoyado por profesionales de diversas disciplinas: tecnológicas, ingeniería, ambiental, social, economía)
- o Definir actividades permanentes de capacitación
- o Dar seguimiento a todos los aspectos y alcances

Uno de los aspectos que hemos encontrado en las mesas de trabajo con los artesanos es la capacitación. Para alcanzar los requerimientos de las empresas artesanales se necesitan, tiempo, recursos y un amplio programa de capacitación. La mayoría de los artesanos requieren ser acompañados por algún experto durante un cierto tiempo y cada empresa necesita desarrollar un programa particular.

Desde la compraventa de leche cruda para la quesería, es necesario que el quesero (a) y el (la) productor(a) de leche elabore productos de buena calidad. No es posible, desarrollar la compraventa de leche para producir cualquier queso, si la leche no cuenta con la adecuada calidad. En otras palabras, para ser competentes en satisfacer la demanda, es indispensable hacerlo juntos, productor-comprador de leche.

Se ha observado que la comunidad de productores y queseros deben estar integradas, cuando un productor resuelve con éxito una situación, se debe mantener abierta la comunicación para que otros aprendan y el grupo en general se fortalezca. Si algún quesero resuelve con éxito una contaminación, el comunicarse con sus colegas es fundamental, para hacer el grupo fuerte y para ello es necesario estar unidos.

La recomendación para ser competitivo es que cada quesero de una cierta región pueda impartir su arte personal y compartirlo y si además sus productos son de alta calidad y son razonablemente constantes, esto será reconocido por los demás queseros y también por el consumidor. La calidad es un bien común que es altamente apreciado en el mercado.

5.7 Conclusión

El mercado del queso continúa creciendo en México y el mundo. Hay mercado para quesos industriales y artesanales. En cuanto a nuestro país, los queseros artesanales deben buscar apoyo para conseguir asesoría y capacitación, para fortalecer su negocio, deben brindar para el consumidor diversidad y atributos sensoriales distintivos de la región, pero además asegurar calidad e inocuidad. Los productores artesanales que producen quesos tradicionales deben fomentar su integración y asociación formal para conseguir una protección legal de su producto, esto les permitirá distinguirse con una denominación de origen, una indicación geográfica o una marca colectiva.

5.8 Prácticas recomendadas

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
• Adquirir en mercado y supermercado quesos frescos y madurados (artesanales e industriales). • Mesas de trabajo y sillas • Cuchillos para quesos • Platos	• Colocar los quesos al azar sobre los platos • Formar grupos de trabajo • Solicitar que el grupo identifique • El origen (país, región) • Identificar si cuenta con denominación, indicación o marca de origen • Con base en la etiqueta y probándolo, identificar si es fresco o madurado	

5.9 Bibliografía.

- Allasia, H. (2015). *Universidad Nacional De Villa María*.
- Barragán-López, E. (1998). El queso cotija se nos va de las manos. In *Manufacturas de Michoacán* (p. 250). Coedición con Gobierno del Estado de Michoacán e Instituto de Investigaciones Históricas.
- Bylund. (1995). CHEESE. TRADITION AND BASIC KNOWLEDGE. In

- Teknotext AB (Ed.), *Dairy Processing Handbook* (1st ed.). Tetra Pak Processing Systems AB.
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche. (2024). *Compendio de Estadísticas del Sector Lácteo 2021-2023*.
- Cervantes-Escoto, F., Villegas-de-Gante, A., Cesín-Vargas, A., & Espinoza-Ortega, A. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos: Patrimonio que debe rescatarse* (M. P. México, Universidad Autónoma de Chapingo, & U. A. del E. de México, Eds.; 1a. Edició). Mundi prena México.
- Chombo-Morales, M. P. (2008). El queso Cotija un caso especial. In & A. E. (Eds.) F. Cervantes, A. Villegas de Gante, V. A. Cesín (Ed.), *Los Quesos Mexicanos Genuinos: Patrimonio cultural que Debe Rescatarse* (Primera Ed, pp. 149–162).
- Chombo-Morales, M. P. (2024a). *Aprovechamiento de los componentes del lactosuero desechado en el municipio de Zapotlanejo para el desarrollo de alimentos y agro-productos de alto valor agregado*.
- Chombo-Morales, M. P. (2024b). *Percepción del consumidor y funcionalidad de prototipos desarrollados a partir de lactosuero de las queserías artesanales de Santa Fe, Jalisco, como alimentos saludables*.
- Cunningham, A. I. (2000). *Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería*.
- Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (2004). Cheese: an overview. In *McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., Fox, P. F. and Guinee, T. P., Editors. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (pp. 1-18.). Academic Press.
- González-Córdova, A. F., Yescas, C., Ortiz-Estrada, Á. M., De la Rosa-Alcaraz, M. de los Á., Hernández-Mendoza, A., & Vallejo-Cordoba, B. (2016). Invited review: Artisanal Mexican cheeses. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3250–3262. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10103>
- Guía Para Los Responsables de Los Productos Sujetos a La Modificación de La NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Pub. L. No. NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2024).
- Linck, T., & Barragan, E. (2009). Une indication géographique pour détourne les patrimoines pastoraux ? Le cas du queso Cotija (Mexique). *Autrepart*, 50(2), 187. <https://doi.org/10.3917/autr.050.0187>

- McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (2009). Advanced dairy chemistry. In *Advanced Dairy Chemistry* (Vol. 3). <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84865-5>
- McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2017). *Advanced Dairy Chemistry* (P. L. H. McSweeney & J. A. O'Mahony, Eds.; 4th Protei). Springer.
- MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, Pub. L. No. NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2020).
- Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136–154. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba (2018).
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba., 119 (2010). http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010
- OECD/FAO. (2020). Lacteos y sus productos. In *in OECD-FAO Perspectives Agrícolas 2019-2029*. Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>
- OECD/FAO. (2023). Leche y sus productos. In *in OECD-FAO Perspectives Agrícolas 2023-2032*. OECD publishing Paris. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/2ad6c3ab-es>.
- OMPI. (2021). *Las indicaciones geográficas. Introducción*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual 34, chemin des Colombettes P.O. Box 18 CH-1211.
- Reglas de Uso. Marca Colectiva Cotija Región de Origen (2005).

- Reinheimer, J., Meinardi, C., Hynes, E., Perotti, Ma. C., Ale, E., Bergamini, C., Binetti, A., Briggiler Marcó, M., Burns, P., Caballero, Ma. S., Capra, Ma. L., Coffia, F., Giménez, P., George, G., Guglielmotti, D., Mercanti, D., Peralta, G., Pozza, L., Puntillo, M., ... Zacaría, Ma. F. (2022). Los quesos argentinos. In E. UNL (Ed.), *Colección Ciencia y Tecnología* (Vol. 23, Issue 1).
- Rodríguez-Gómez, G. (2002). *La denominación de origen y el mercado de la distinción*. CIESAS-SAGARPA.
- Secretaría De Economía, 1 LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN A LA PROPIEDAD INDUSTRIAL 1 (2020).
- Tunick, M., Doughty, S., & Chombo-Morales, M. P. (2023). ARTISANAL CHEESE. In Michael H. Tunick & Andrew L (Ed.), *Michael H. Tunick & Andrew L-Waterhouse Science and Craft of Artisanal Food* (Michael H.). Oxford University Press.
- Villegas de Gante, A., & Huerta Benítez, R. (2015). Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos. *Estudios Sociales*, 23(45), 213–236.

Páginas consultadas

- <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0240000>
- <https://www.gob.mx/mpi>
- <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp>
- <https://www.inao.gouv.fr/eng/The-National-Institute-of-origin-and-quality-Institut-national-de-l-origine-et-de-la-qualite-INAO>
- <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/309>
- [https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/cheese-and-curd?redirect=true;](https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/cheese-and-curd?redirect=true)
- <https://www.opportimes.com/los-25-tipos-de-queso-mas-importados-por-mexico/>
- <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/cheese/reporter/mex>
- <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/quesos-espana-denominacion-de-origen/>

Capítulo VI

Proceso de elaboración. calidad de quesos y suero

Chombo Morales M. P.¹²

6.1 Introducción

Los quesos son nutritivos y energéticos por la alta cantidad de proteína y grasa de la leche que contienen. A partir de la leche se pueden generar más de 2000 quesos en el mundo, y cada uno tendrá diferente composición. Para diferenciarlos se pueden clasificar en función del proceso y de su apariencia, sin embargo, se pueden identificar por el origen y composición de la leche y también del país o región de procedencia del queso. Es interesante saber que, aunque provienen de leche, varios otros factores hacen que los quesos sean diferentes, el primero es la calidad y la composición de la leche, después están las operaciones del proceso y el añejamiento, pero además son los microorganismos presentes en la leche o añadidos en el proceso los que finalmente le dan una composición química y características sensoriales únicas en cada tipo de queso (Beresford et al., 2001; Fox, P. F. & McSweeney, 2004; Irlinger et al., 2015; Randazzo et al., 2007; M. H. Tunick et al., 2013). En este capítulo presentaremos cada una de estas variables para poder identificarlos, así como también presentaremos normas específicas para diferenciarlos.

¹² Unidad de Tecnología Alimentaria. Sede Zapopan. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.(CIATEJ). Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019 Zapopan, Jal. México. pchombo@ciatej.mx

6.2 Composición química y nutricional.

Los quesos son el producto de la precipitación o coagulación de la proteína de la leche, la caseína. En este proceso de cuajado, todos los componentes de la leche proteína insoluble caseína y la grasa, más los componentes hidrosolubles del suero (proteínas, péptidos, enzimas, vitaminas, lactosa minerales) quedan atrapados en la cuajada, hasta que la cuajada se corta y el suero se drena, es cuando la caseína y la grasa con una poca cantidad de suero constituyen el queso, con un rendimiento del 10% aproximadamente de la cantidad de leche; mientras que el suero o lactosuero drenado estará constituido por los componentes solubles de la leche, y que corresponde al 90% de la cantidad de leche. En estos primeros pasos del proceso, se explica porque los quesos son mayoritariamente una fuente de proteína y de grasa (**Tablas 6.1 y 6.2**).

La composición de los quesos mexicanos y su valor calórico está comprendida en las Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (Morales de Leon et al., 2015) . Otra fuente de observación para determinar la composición de los quesos mexicanos es la NOM-223 para conocer especificaciones sanitarias generales (NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018) y las normas mexicanas de aplicación voluntaria (NMX) específicas para cada tipo de queso, donde se resalta el proceso y las especificaciones para evitar comercio desleal. Ejemplo, norma de queso Panela (NMX-F-742-COFOCALEC-2012 Sistema Producto Leche - Alimentos - Lácteos - Quesos Panela - Denominaciones, Especificaciones y Métodos de Prueba, 2012) y norma de queso Cotija (Norma Mexicana NMX-F- 735 Queso Cotija- Cofocalec 2008 Sistema Producto: Leche Alimentos- Lácteos- Parte 1: Queso Cotija Artesanal Madurado- Denominación, Especificaciones y Métodos de Prueba, 2008).

En general los quesos tienen una humedad entre 28% y 5%. Los quesos frescos como el Cottage y Quark tendrán la humedad más alta, arriba del 75%, los quesos frescos y de pasta suave tendrán una humedad

cercana a los 55 % (Oaxaca, Panela, Fetta, Camembert), los quesos madurados tendrán una humedad por debajo del 50%, mientras que los quesos prensados y madurados tendrán los menores contenidos de humedad, como el Cotija y Parmesano de 28 a 30% (**Tablas 6.1 y 6.2**).

El valor calórico de los quesos es alto para la mayoría, oscila entre 225 y 430 kilocalorías por cien gramos, los quesos prensados y madurados tienen arriba de 350 kilocalorías por cien gramos, mientras que los quesos frescos con mayor humedad presentan entre 110 y 120 kilocalorías por cien gramos. Estos datos son importantes para balancear una dieta basada en 2,000 kilocalorías por día recomendada para individuos adultos sanos, ya que cada queso tiene una aportación de calorías, grasa, proteína muy diferentes entre sí. En las **Tablas 6.1 y 6.2** se observa la composición nutricional y valor calórico de algunos de los quesos mexicanos y otros con fama internacional, respectivamente.

Tabla 6.1 Composición y valor calórico de quesos mexicanos (Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios emitidas por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán).

Tipo de queso	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Hidratos de carbono (%)	Sales minerales (%)	Valor calórico (kilocalorías por cien gramos)
Fresco	51.3	22.1	19.7	1.5	3.9	290
Fresco de cabra	62.7	-	20.9	0	6.6	264
Añejo	31.4	43.1	13.6	2.1	5.6	492
Asadero	53.6	16.9	22.6	3.9	3.1	259
Chihuahua	34.8	32.4	25.7	3.2	4.2	381
Cotija	33.2	33.7	22.67	3.5	7.3	393
Fresco ranchero	55.3	21.8	18.8	0.6	3.5	273
Oaxaca	46.2	21.9	23.4	4.1	3.4	312
Panela	56.8	16.3	21.23	2.18	3.7	257
Sierra de canasta	48.2	25.5	18.1	4.2	4	318
Cottage	77.6	5.5	8.7	7	1.2	112
Manchego (Mx)	42.7	31.4	20.7	3.7	3.2	371
Queso amarillo	39.6	30.7	18.1	4.78	5.8	366

Tabla 6.2 Composición general de quesos con renombre internacional (Madrid 1994).

Tipo de queso	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Hidratos de carbono (%)	Sales minerales (%)	Valor calórico (kilocalorías por cien gramos)
Bel Paese	39-41	30-31	25-26	0.2	1.7-2.0	370-380
Brie	40-52	25-32	21-24	0.2	1.7	350-360
Camembert	52-57	17-22	22-23	0.2	3-3.3	280-290
Cottage	78-79	4 a 5	12 a 13	3.0-4.0	1.0-2.0	100-110
Edam (40%)	41-47	22-25	25-27	1.2	1.6	320-340
Emmental (45%)	34-38	28-32	28-30	1.4	1.7	390-400
Feta	54-55	21-22	13-15	1.5	3.4	250-265
Gorgonzola	41-43	30-32	19-20	1	1.0-2.0	365-380
Gouda (45%)	35-38	29-31	23-27	1	4.1	375-385
Gruyere	32-34	32-33	29-30	1	4.2	420-430
Manchego	28-36	28-36	25-28	1.1	3.0-4.0	385-400
Mozarella	60-61	16-17	19-20	1	3.6	225-235
Parmesano	28-32	23-30	33-37	1.2	4.0-6.0	390-400
Quark del 20%	70-78	5 a 6	12 a 14	3.0-6.0	0.9	110-120
Roquefort	39-40	30-31	21-22	1	5.0-6.0	370-380

6.3 Clasificación de los quesos

Se ha comentado que existen más de dos mil quesos en el mundo. Sus características se pueden clasificar en diversas categorías dependiendo de la normatividad de cada país. Algunas clasificaciones tienen que ver con la forma de elaborarse y con otras características típicas de cada queso, como por ejemplo, el origen de la leche; el país o procedencia; el tipo de proceso (artesanal, industrial, de rancho, de granja); el contenido de humedad (blando, semiblando, duro, extraduro); el contenido de grasa (extragrasso, grasso, semigrasso, magro, disminuido en grasso); el tipo de cuajo (enzimas proteolíticas de origen animal, de origen microbiano, desarrolladas por ingeniería genética, de origen vegetal); el tipo de cultivo microbiano (acidificantes, inóculo en la superficie o el interior del queso); de acuerdo a

la textura de la pasta (con ojos o agujeros, cerrada o lisa, granular); si presentan corteza o no y qué tipo de corteza (corteza natural, con cera, enmohecida); el tiempo de maduración (frescos, jóvenes, añejos; se define por meses o por años).

Cualquier forma de clasificación de un queso siempre incidirá en las propiedades fisicoquímicas, enzimáticas, microbiológicas, sensoriales, entre otras propiedades y servirá para poder identificarlo (Alais, 2014; Gôsta Bylund, 2003; Madrid Vicente, 1996). Aquí se presentan algunas clasificaciones:

- **El origen del ganado**, se considera el tipo de leche con la que se elabora, si es de vaca como el Oaxaca; de borrega como el Roquefort (francés); de búfala como el Mozzarella (italiano) o el de cabra como el Cabrales (español). En algunos casos, ahora es posible usar mezclas de vaca y borrega o de cabra; dado el caso, se tendrá que especificar cuáles son las leches con la que se elabora.
- **Fresco o madurado**. Aunque complicado para el consumidor, es común clasificar los quesos con la frescura o el añejamiento, particularmente en México, el 70% de los quesos consumidos son frescos, esto incluye al Panela, Oaxaca, Crema o Doble Crema; otros extranjeros elaborados en este país o importados, también son frescos como el Camembert o el Brie. El concepto de frescura tiene que ver con la humedad del producto, un queso fresco mantiene su humedad arriba del 50%, su vida útil en el anaquel o en los hogares no puede pasar de 3 a 4 semanas y además debe mantenerse en refrigeración; si están almacenados al vacío o con atmósferas modificadas o con conservadores quizás alcancen a durar 2 meses. La empresa quesera, lógicamente conoce cuál es la fecha de producción y puede especificar en la etiqueta la fecha de consumo. Un consumidor entrenado, cuando prueba un queso fresco (que cumple con la especificación de su vida útil o consumo preferente) detecta su frescura porque al probar directamente el queso, desde el primer estímulo en su boca siempre detectará la humedad antes que los otros componentes sólidos del queso (independientemente, de otros parámetros sensoriales como el sabor, el aroma, el olor, la consistencia o la textura o la intensidad de la grasa o de la acidez.

Si midiéramos la actividad de agua (a_w)¹³ de los quesos frescos encontraríamos que tienen valores arriba del 0.90 de a_w , por tanto, se convierten en un productos con una vida útil limitada de 2 a 4 semanas. La actividad de agua es diferente a la humedad (porcentaje de agua). La actividad de agua es un parámetro fisicoquímico que indica si en un material farmacéutico o alimentario hay agua libre o disponible para reaccionar con solutos (moléculas o compuestos solubles en agua) y contribuir a reacciones biológicas que necesitan del agua (Grant et al., 2004).

Tabla 6.3 Actividad de agua (a_w) en varios alimentos y su relación con el desarrollo de microorganismos y otras reacciones biológicas. Referencia (Grant et al., 2004).

aw	alimento
1.00–0.95	carne cruda, fruta y vegetales frescos y enlatados, salchichas, huevos, margarina, mantequilla, tocino bajo en sal
0.95–0.90	queso procesado, queso fresco, panificación, jamon crudo, salchicha seca, tocino alto en sal, jugo de naranja concentrado
0.90–0.80	queso fresco, leche condensada azucarada, jamones, margarinas, jamon curado, pan blanco
0.80–0.70	melasas, jarabe de maple, pesado salados
0.70–0.60	queso parmesano, fruta seca, jarabe de maiz, avena en ojuelas, jamones
0.60–0.50	chocolate, dulces, miel
0.4	huevo deshidratado, cocoa
0.3	hojuelas de papa deshidratada, vegetales secos, galletas, meclas de harina para pasteles
0.2	leche en polvo, vegetales deshidratados

¹³ Ese término está directamente relacionado con la vida útil del producto. La actividad del agua (a_w) se basa en la Ley de Raoult para soluciones ideales y no tiene en cuenta las interacciones de los solutos con componentes distintos del agua; en consecuencia. Se define $a_w = P/P_0 = n_1/n_1 + n_2$, donde n_1 son moles de disolvente (agua); n_2 son moles de soluto; P es la presión de vapor de la solución y P_0 es la presión de vapor de agua pura a la misma temperatura. La actividad de agua es simplemente el contenido efectivo de agua expresado como su fracción molar, que también se refleja en la humedad relativa que se alcanza en equilibrio en un recipiente sellado. De ello se deduce que el agua pura tiene una actividad de agua de 1 y todas las demás soluciones tienen valores de a_w menores que 1. Las ventajas de utilizar a_w incluyen su fácil aplicación a las soluciones y la facilidad con la que se puede medir.

Tabla 6.4 Límites de sobrevivencia de microorganismos en función de la A_w . Referencia de (Grant et al., 2004).

aw	prokaryotes	hongos	levaduras
0.97–0.95	<i>Clostridium</i> spp; <i>Pseudomonas</i> spp; <i>Escherichia</i> spp; <i>Bacillus</i> spp; <i>Pediococcus</i> spp; <i>Citrobacter</i> spp; <i>Vibrio</i> spp; <i>Lactobacillus</i> spp;		
0.95–0.90	<i>Streptococcus</i> spp; <i>Corynebacterium</i> spp; <i>Micrococcus</i> spp	<i>Rhodotorula</i> spp; <i>Rhizopus</i> spp; <i>Candida</i> spp; <i>Trichosporon</i> spp	<i>Rhizopus</i> spp; <i>Mucor</i> spp.
0.90–0.85	<i>Staphylococcus</i> spp.	<i>Saccharomyces</i> spp; <i>Hansenula</i> spp; <i>Torulopsis</i> spp	<i>Cladosporium</i> spp.
0.85–0.80		<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	<i>Aspergillus patulum</i>
0.80–0.75	<i>Haloarchaea</i>		<i>Aspergillus glaucus</i> ; <i>Aspergillus glaucus</i> ; <i>Aspergillus conicus</i> ; <i>Aspergillus flavus</i>
0.7		<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Xeromyces</i>

Tecnológicamente, un queso fresco está en función del proceso, particularmente del desuerado y del prensado, de esa manera, un queso fresco puede elaborarse con leche bronca o con la leche tratada térmicamente, con su propia flora nativa o con cultivo microbiano comercial. Ejemplos de quesos frescos: Panela elaborada con leche pasteurizada; Cottage, que además de la pasteurización lleva una cocción y agitación moderada para conformar los grumos de cuajada típicos de este queso; Oaxaca y otros quesos de pasta hilada, en donde la pasta desuerada se somete a un manejo mecánico intenso (texturizado) mediante temperaturas arriba de 85°C o Camembert o Brie, que la leche lleva cultivos microbianos para

desarrollar las propiedades sensoriales particulares de estos quesos, el aroma, sabor y consistencia. Todos estos quesos son frescos.

En otro sentido, para obtener un queso madurado se requiere de los cultivos microorganismos nativos de la leche o añadidos y el tiempo para que se desarrollen las propiedades sensoriales particulares de estos quesos, el aroma, sabor y consistencia, al igual que el Brie y Camembert. Sin embargo, para producir un queso madurado el proceso también es muy importante para obtener una deshidratación gradual que favorezca el desarrollo de los microorganismos. Regularmente se necesita desecar progresivamente la cuajada, después del desuerado; se requiere prensar la pasta del queso, hasta el punto de dejar los sólidos (proteína y grasa) con un mínimo de suero, dependiendo del queso (Cotija o Parmesano); posiblemente se requiera la adición de mayor cantidad de sal, de esa manera cada pieza de queso se deshidratará gradualmente con el proceso de maduración. El tiempo y las condiciones del área de maduración (humedad, temperatura y ventilación) contribuirán a deshidratarlo porque hay fenómenos de difusión en la pasta prensada donde los sólidos migran a cada parte del queso, mientras que, a lo largo de la maduración, el agua contenida en el suero se pierde por evaporación y la superficie aún queda con menor cantidad de agua formando una corteza que protege el interior del producto; todo esto dentro de un cierto ambiente (8 a 14°C). A estos cambios los microorganismos nativos o añadidos provocan la hidrólisis de sus componentes para aportar progresivamente atributos sensoriales en función del tiempo de madurez y del tipo de queso. Hay quesos que se pueden madurar y están en su mejor momento para consumirse después de los 2 años de maduración como son los quesos italianos, Parmesano. Hay otros quesos que son madurados por menor tiempo, uno o dos meses como el Camembert. El tiempo y las condiciones de maduración deben estar establecidas para empacarlo y venderlo y así establecer el mejor momento para consumir un queso madurado (P. Chombo-Morales et al., 2016; Deetae et al., 2007; McSweeney & Sousa, 2000; M. H. Tunick, 2007; M. H. Tunick & Van Hekken, 2010).

- **Cantidad de grasa.** Hay otras clasificaciones donde la cantidad de componentes en el queso se utiliza, como lo es la cantidad de grasa, hay quesos grasos, semigrasos y doble crema. Esto se logra al descremar la leche o estandarizar la leche para igualarla el producto deseado (Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba, 2010).
- **Tipo de cuajada.** La forma de cuajar la leche es otra manera de clasificar a los quesos. Existen: la cuajada enzimática, realizada por la adición de una enzima hidrolítica conocida como cuajo; la cuajada ácida, realizada por acidificación de la leche por efecto del desarrollo de cultivos o la adición de ácidos y la mixta que es la suma las dos anteriores, de esa manera se pueden clasificar los quesos dependiendo del cuajo que se utilice.

Tradicionalmente, el cuajo es un complejo enzimático extraído del abomaso de la cría (cuarto estómago del animal), tiene actividad proteolíticas sobre la caseína de la leche; el cuajo tiene propiedades de un complejo enzimático por lo que su eficiencia está directamente asociada a la cantidad de sustrato (leche), a la temperatura (34°C a 40°C) y al pH o acidez. El cuajo se añade a la leche para que en cierto tiempo la caseína se desestabilice y forme un gel, atrapando los componentes de la leche. En el mercado se encuentran cuajos microbianos, que son enzimas proteolíticas extraídas de procesos biotecnológicos. También existen cuajos vegetales como el que se adiciona al queso Torta de Casar (España) cuya composición proteolítica provoca que la pasta adquiera un derretimiento (hidrólisis de las proteínas) semejante al de los quesos tipo Camembert o Brie, dependiendo de la madurez (Fox, P. F. & McSweeney, 2004; Madrid Vicente, 1996) .

Los quesos cuajados por acidificación dan lugar a atributos sensoriales muy diferentes. La acidificación es el resultado de desarrollo de cultivos microbianos (comerciales o nativos) que dan lugar a la producción de ácido láctico, también se logra con la adición de ácidos en el proceso de cuajado (lácticos, cítricos y otros que la regulación de cada país permite).

La leche al acidificarse rápidamente de su estado natural con un pH de 6.6 hasta el pH de 4.3, precipita la caseína, sin embargo, este no es el objetivo, sino de lograr que la acidificación sea progresiva según el tipo de queso, tal es el caso del queso Cottage, donde los grumos de la cuajada acidificada, cortada y drenada se cuecen a temperatura moderada ($<40^{\circ}\text{C}$) por tiempo largos (2 a 4 h), provocando la aglutinación y textura característica de los grumos de este queso. En el Mozzarella italiano o en el Oaxaca mexicano, donde la acidificación es mixta, se aplican tratamientos térmicos drásticos para la operación de malaxado ($>85^{\circ}\text{C}$), así la acidez permite que la caseína pueda alongarse bajo un intenso manejo, formar hebras de la pasta para después tejerse en madejas, esta operación es propia de los quesos de pasta hilada.

Con cuajadas mixtas y calentadas de manera moderada se obtienen los quesos de pasta cocida a temperaturas, manejos y tiempos moderados, después del prensado se produce una pasta de textura uniforme que se puede seccionar o rebanar sin dejar grumos (ejemplo: Cheddar, Edam, Chihuahua).

- **De acuerdo con la producción.** Los quesos pueden clasificarse en quesos industriales, quesos procesados, quesos artesanales, quesos de cooperativa, quesos de rancho y quesos de granja. En México las empresas transnacionales, como Nestlé, Parmalat, Danone y la nacional Alpura desarrollan los quesos más reconocidos del país mientras que, los quesos artesanales son más diversos y se producen en las regiones con producción lechera, principalmente en la región del Altiplano (Aguascalientes, Querétaro, Estado de México), la región de Jalisco (Los Altos, Zapotlanejo, la Ciénega), la región norte (Sonora, Chihuahua). En varios lugares de Europa, los quesos con Denominación de Origen alcanzan su mejor precio cuando están hecho en granja o en rancho.

El alcance de esta clasificación por la forma de producirse indica el tipo de tecnología con la que se elabora un queso. Conceptualmente no tiene que ver lo tradicional con lo regional. Puede haber productos tradicionales que se producen industrialmente y viceversa, quesos tradicionales

que se producen artesanalmente. Si un queso es tradicional y a la vez es artesanal, podemos encontrar que el conocimiento es heredado de padres a hijos. El artesano domina las condiciones ambientales para la elaboración de cada queso y con un mínimo de equipo se producen los quesos prácticamente de forma manual. Europa es una gran defensora de estos procesos artesanales, los quesos elaborados por artesanos experimentados producidos en cooperativas, en granjas o en ranchos, regularmente cuentan con un registro de indicación geográfica, como la denominación de origen o el registro de procedencia, por lo mismo tienen mayor precio en el mercado. Como se ha referido en artículos científicos, los quesos artesanales tienen una calidad sensorial diferente a los industriales, en estos casos los quesos tienen características distintivas que no son igualadas en sistemas industriales de producción masiva (M. Tunick et al., 2023).

- **De acuerdo con aspectos importantes del proceso.** Hay categorías relacionadas con el proceso y que dan lugar a una textura de la pasta diferenciada, queso suave, semi-suave, duro o extraduro. Esta clasificación tiene que ver con el grado de presado, por ejemplo, si el queso tiene un presado exhaustivo y un tiempo de maduración largo que puede durar más de 12 meses, la textura del queso va a ser extraduro.

Otro criterio sobre la textura de la pasta es por la cocción, así se definen queso de pasta cocida, lo cual significa que después del desuerado la pasta lleva un tratamiento térmico de moderado (Cottage) a intenso (Oaxaca).

Hay clasificaciones que tienen que ver con las características de su superficie, por ejemplos, queso sin corteza (Panela), queso con cortezas natural (Cotija Región de Origen), quesos con corteza aplicada (Edam o Gouda, que tienen una cobertura de cera y en otros casos se utilizan películas sintéticas), queso con corteza inoculada con microorganismos (Brie o Camembert que se inocula con *Penicillium camemberti*).

Tabla 6.5 Caracterización de quesos mexicanos e importados por su tecnología y sus características propias

Queso	Especie	Producción	Tipo de	Añejamiento	Tipo de superficie	Tratamiento térmico de leche	Cultivos añadidos	Características propias	Distinción
Quesos Mexicanos									
Paneta (Mx)	vaca o cabra	industrial/artesanal	enzimática	fresco	sin cubierta	pasteurizado/sin pasteurizar	no	pasta húmeda, blanca y aroma a leche fresca	no
Oaxaca (Mx)	vaca	industrial/artesanal	mixta	fresco	sin cubierta	pasteurizado/sin pasteurizar	acidulantes	pasta blanca, blanda y funde; aroma a leche ligeramente ácido	no
Ranchero (Oce Mx)	vaca o cabra	artesanal	enzimática	fresco	sin cubierta	sin pasteurizar	no	pasta húmeda, blanca, friable y aroma a leche ligeramente ácido	no
Adobera (Oce Mx)	vaca	artesanal	enzimática	fresco o madurado	sin cubierta	pasteurizado/sin pasteurizar	no	pasta húmeda, blanca, friable y aroma a leche ligeramente ácida	no
Cotija Región de Oregón (Mich-Jal)	vaca	artesanal	enzimática	madurado	cubierta natural	sin pasteurizar	no	pasta seca, friable o rebanable, color marfil; aroma fuerte dependiendo del añejamiento	m.c.
Manhego (Mx)	vaca		enzimática	madurado	sin cubierta	pasteurizada	incendores	pasta cocida, rebanable, color marfil, aroma dependiendo del añejamiento	no
Chihuahua (Mx)	vaca	industrial/artesanal	enzimática	madurado	sin cubierta	pasteurizada	incendores	pasta cocida, rebanable, color marfil, aroma dependiendo del añejamiento	no
Cottage (Mx)	vaca	industrial	enzimática	fresco	sin cubierta	pasteurizada	acidulantes	pasta húmeda, blanca, en pequeños grumos	no
Poro de los Ríos	vaca	artesanal	mixta	fresco	sin cubierta	sin pasteurizar	no	pasta seca, blanca, friable y aroma acidulado	m.c.
Abejo enchilado (Zacatecas)	vaca	artesanal	enzimática	madurado	cubierta de chile	sin pasteurizar	no	pasta cremosa, rebanable o ligeramente friable y color marfil, con o sin superficie enchilada	no
Procesado amarillo o americano (Mx)	varios ingredientes vegetales y quesos	industrial	salsas fundentes	-	sin cubierta	pasteurizado	acidulantes	pasta cremosa, rebanable y color amarillo, aroma a queso	no

Tabla 6.3. Caracterización de quesos mexicanos e importados por su tecnología y sus características propias

Queso	Especie	Producción	Tipo de	Añejamiento	Tipo de superficie	Tratamiento térmico de leche	Cultivos añadidos	Características propias	Distinción
					Quesos inmportados				
Manchego (España)	borrega	industrial/artesanal	enzimática	madurado	cubierta natural de origen	pasteurizada/sin pasteurizar	iniciadores	pasta cocida, rebanable, color marfil, aroma suave a fuerte dependiendo del añejamiento	d.o.
Parmesano (Italiano)	vaca	industrial/artesanal	enzimática	madurado	cubierta natural	pasteurizada/sin pasteurizar	iniciadores	pasta seca, friable o rebanable, color marfil, aroma fuerte dependiendo de l añejamiento	d.o.
Queso blanco (EUA)	vaca	industrial	enzimática	fresco	sin cubierta	pasteurizada	no	pasta blanca y aroma a leche	no
Gouda (Holandes)	vaca	industrial/artesanal	enzimática	madurado	cubierta encerada o sintética	pasteurizada	iniciadores	pasta cocida, rebanable, color amarillo claro, aroma suave a fuerte dependiendo del añejamiento. Forma esférica con superficie roja	no
Edam (Holandes)	vaca	industrial/artesanal	enzimática	madurado	cubierta encerada o sintética	pasteurizada	iniciadores	pasta cocida, rebanable, color amarillo claro, aroma suave a fuerte dependiendo del añejamiento. Forma ovoide con superficie amarilla	no
Cheddar (Ingles, USA)	vaca	industrial/artesanal	enzimática	madurado	sin cubierta	pasteurizada	iniciadores	pasta cocida, rebanable, color de blanco a marfil, aroma suave a fuerte dependiendo del añejamiento	no
Roquefort (Francia)	borrega	industrial	mixta	madurado	sin cubierta	sin pasteurizar	iniciadores y <i>Penicillium</i>	pasta gruesa, friable, color blanco con zonas azul verdosas claro, aroma fuerte dependiendo del añejamiento.	d.o.
Mozarella (Italia)	bufala	industrial/artesanal	mixta	fresco o madurado	sin cubierta	pasterizada	iniciadores	pasta hilada, blanca y funde, aroma de pendiendo de su maduración	d.o.
Cabrals (España)	cabra y/o borrega y/o vaca	artesanal	enzimática	madurado	sin cubierta	sin pasteurizar	refuerzo <i>Penicillium</i>	pasta gruesa, friable, color blanco con zonas azul verdosas claro, aroma fuerte de pendiendo del añejamiento.	d.o.

d.o., denominación de origen; m.o., marca colectiva

6.4 Producción y operaciones que dan lugar a la calidad y rendimiento quesero

Para producir un queso es necesario contar con una buena calidad de leche que permita alcanzar altos rendimientos queseros y reducir mermas de queso en el suero. La empresa deberá cuidar que la leche tenga calidad microbiológica y excelente composición de proteína y grasa, además de ello, la leche debe estar libre de inhibidores (cloro, antibióticos, inhibidores microbianos, metales pesados, aflatoxinas, hormonas). Las especificaciones de la calidad de la leche para la industria quesera se presentaron en el capítulo II de este libro.

Además de la calidad de la leche, una empresa debe establecer buenas prácticas de producción contempladas en nuestra normativa (NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de Higiene Para El Proceso de Alimentos, Bebidas o Suplementos Alimenticios, 2009), incluyen disposiciones en las instalaciones y áreas de proceso, paredes, puertas, pisos de fácil limpieza; tuberías, equipos y utensilios de acero inoxidable y lavables; deben existir baños para el personal; el calor y el ruido deben controlarse para favorecer el buen ambiente de trabajo; la empresa debe contar con cisternas o tanques de agua que aseguren la calidad del agua de uso y potable; contar con un sistema de recolección de basura y de los desechos del proceso, en este caso, asegurar que después de la producción de queso hay un manejo adecuado del suero desechado ya que como se ha mencionado, el suero es el 90% de los volúmenes de leche. Las empresas deben reconocer que el lactosuero tiene más del 92% de agua, por tanto, los componentes sólidos de alto valor nutrimental deben aprovecharse y el agua del suero debe regresarse limpia para poder ser también aprovechada.

En esta sección se definirán las condiciones eficientes para dar lugar a un queso con sus características definidas y al mismo tiempo permitir obtener el lactosuero con menos partículas de queso, para poder ser aprovechado posteriormente (Chacón Villalobos, 2006; Ciencia de La Leche y Tecnología de Los Productos Lácteos - Editorial Acribia, S.A., n.d.; Fox, P. F. & McSweeney, 2004).

6.4.1 Recepción de leche

La tecnología quesera establece que la leche destinada a un proceso quesero debe evitar mantenerse enfriada (2-10°C) por largos periodos, porque afecta la grasa y progresivamente se desarrollan células proteolíticas y lipolíticas que afectan la calidad y el rendimiento quesero. Otro aspecto que deteriora el rendimiento quesero es someter la leche a excesivo movimiento mecánico, porque se rompe la emulsión de los glóbulos de grasa. La membrana de los glóbulos pudiera romperse y la grasa liberarse, dando lugar a un grado de lipólisis, todo esto puede generar bajos rendimientos queseros y deteriorar su calidad sensorial.

Como se ha comentado, la leche debe ser de buena calidad, tanto en composición como en calidad microbiológica. Es conveniente que la empresa cuente con un laboratorio para implementar determinaciones analíticas para evaluar la materia prima, los productos intermedios y los productos finales y verificar que se cumplen especificaciones de la propia empresa y de las normas vigentes respectivas (MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, 2020; NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018; Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba., 2010).

En términos generales una leche debe valorar los siguientes parámetros:

- Olor y sabor. Deberán ser característicos y agradables.
- Coagular bien con respecto al cuajo. - Esta determinación se puede realizar en pequeñas cantidades y supervisar que la leche cuaje en el tiempo y forma que corresponda al tipo de cuajo.
- La leche debe liberar bien el suero. - Este criterio permite que el experto defina si la cuajada queda compacta una vez añadido el cuajo y si se libera un suero claro, color verde, transparente, sin partículas de caseína y grasa sueltas en el lactosuero.

- Rendimiento quesero. - Este apartado lo pueden realizar las empresas por lo menos cada vez que cambien de proveedor de leche o adquieran un nuevo proveedor de ingredientes sal y cuajo, principalmente. La evaluación consiste en determinar caseína por unidad de gramo de un queso producido de manera estandarizada.
- Presencia de inhibidores. - Deberán evitarse las leches que tienen presencia de cloro, iodo o antibióticos. Sabemos que hay personas sensibles a los antibióticos, por lo que se deberá evitar usar esas leches. Independientemente de ello, cuando los quesos llevan cultivos microbianos añadidos, cualquier inhibidor evita que se desarrollen, afectando el proceso quesero.
- Células somáticas. - Aceptar una leche con reducidas cuentas de células somáticas favorece los rendimientos. Las células somáticas provienen del animal, son normales bajo ciertas concentraciones y están presentes en la leche. La especificación normativa establece $< 400,000$ células por mililitros, cantidades mayores indican que la leche proviene de vacas mastíticas o que el estado de salud de los animales es malo, esto afectará los rendimientos de las queseras. Las células somáticas contienen enzimas proteolíticas y lipolíticas que degradan las proteínas (caseína y proteínas solubles del suero) y las grasas, respectivamente. Cuando las células somáticas son altas, el suero mismo tendrá una mayor cantidad de caseína libre que no podrá ser retenida en el queso y las grasas podrán dar lugar a sabores rancios o desagradables.
- Pruebas microbiológicas. - Estas pruebas pueden llegar a conocer los resultados de dos a tres días, pero son importantes para tener claridad sobre la calidad microbiológica de la leche y establecer criterios de buenas prácticas de producción. La leche desde que se recibe pasa por una serie de equipos antes de llegar al tratamiento térmico o a la tina de cuajado (si no se pasteuriza), el lavado eficiente de los equipos permitirá que se eviten películas de microorganismos, que regularmente vienen en la leche, aunque también en el agua de mala calidad (*Pseudomonas*) que después dañan el queso (bajos rendimientos queseros, pigmentaciones indeseadas, sabores indeseados por hidrólisis indeseadas de proteínas y grasas).

6.4.2 Filtrado

Esta operación es importante, tiene la finalidad de evitar que materia extraña que proviene del animal, de los utensilios de la ordeña o del manejo de la leche como lodo, estiércol, pelos, tierra, paja, arena, piedras, entre otros, lleguen al proceso quesero. Regularmente los filtros son de material poroso tipo desechable en forma de cilindros contenidos en tubos de acero inoxidable, por donde la leche pasa a través esos filtros desde las pipas en la recepción hasta llegar a los silos de almacenaje.

Los procesos artesanales cuentan con lienzo y coladores limpios para efectuar el filtrado de la leche.

Estos filtros de materiales desechables, o en su caso de material lavable, deben evaluarse diariamente para mantenerlos limpios y no contaminar la leche.

Además del filtrado existe un proceso conocido como Bactofugación, su funcionamiento es por centrifugación y vacío, separa esporas formadoras de ácido butírico y gases que perjudican la calidad de los quesos.

6.4.3 Estandarización

La estandarización se utiliza para que la leche tenga la misma composición que se requiere para cada tipo de queso. Para que se realice la estandarización es necesario evaluar la grasa y la proteína, igualmente los sólidos totales. Para ello es necesario que la empresa cuente con un laboratorio. A partir de esos datos se formulan los lotes de leche a procesar, adicionando grasa butírica cuando a la leche le hace falta grasa o adicionando leche en polvo descremada cuando la leche no tiene la cantidad adecuada de proteína y tiene un excedente de grasa; en este último caso también se puede estandarizar la leche, centrifugándola para reducir la cantidad de grasa.

Regularmente los procesos artesanales no cuentan con el equipo para estandarizar la leche, pero al mismo tiempo no es necesaria la estandarización, ya que el propio concepto de artesanal indica el uso de leche fresca ordeñada el mismo día, con variantes en la composición de la vaca debidas a su fisiología y alimentación, especialmente las reglas de uso o las

normas de quesos con indicaciones geográficas aceptan que la leche tenga un rango de composición.

6.4.4 Tratamiento térmico

Para producir un queso, la leche recibe un tratamiento térmico moderado pero suficiente para reducir las cuentas de microorganismos infectocontagiosos, como el bacilo de la tuberculosis bovina (*Micobacterium bovis*), el de la brucelosis (*Brucella abortus* o por *Brucella melitensis*) y otros patógenos. Con estudios específicos se han verificado las temperaturas y tiempos del tratamiento térmico que elimina estos microorganismos. Los tratamientos térmicos más comunes y especificados en nuestra normatividad son: temperaturas bajas y tiempos largos, 65.3°C por 30 minutos (STLT por sus siglas en inglés) o la de temperaturas altas tiempos cortos, 72°C por 15 segundos (HTST, por sus siglas en inglés) (NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018). Estas condiciones favorecen los rendimientos queseros, porque reducen las modificaciones fisicoquímicas de los componentes de la leche debidas a un excesivo tratamiento térmico, por ejemplo, que se desnaturalicen las proteínas particularmente las caseínas, o se pierda la emulsión de la grasa por cocción, lo que ocasionaría bajos rendimientos (Fox, P. F. & McSweeney, 2004; Walstra et al., 1999).

La leche del 50 por ciento de los quesos europeos con denominación de origen no se pasteuriza. Hay varios factores a resaltar: la leche es de alta calidad microbiológica, la vigilancia de la salud de los animales es contante. Igualmente, la leche bronca contiene microorganismos **ácido**-lácticos que actúan como protectores de la leche y del queso a medida que se lleva a cabo la maduración, dando lugar a las características sensoriales del producto final (M. P. Chombo-Morales et al., 2022).

En México, todo tipo de queso debe emplear leche pasteurizada, lo anterior se debe a que la mayoría de los quesos producidos son frescos y no son madurados; ésto los hace más vulnerables a desarrollar microorganismos patógenos; aun la mayoría de los sistemas de producción de leche no

cuenta con un registro de hatos libres de brucela y tuberculosis (NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018; Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba., 2010).

6.4.5 Adición de cultivos y calcio

Los cultivos microbianos comerciales se adicionan a la leche antes de adicionar el cuajo. Son microorganismos útiles para el proceso quesero, algunos cultivos se les llama iniciadores porque promueven la acidificación del leche de manera progresiva, la cual pasa de 6,7 o 6.6 de pH hasta valores por debajo de 5 y bajo estas condiciones el cuajo tiene mejor eficacia. Además, existen cultivos de microorganismos protectores que no acidifican, pero evitan que otros microorganismos patógenos se desarrollen. También se adicionan a la leche antes de la coagulación.

Algunos microorganismos son autóctonos o nativos cuando provienen de la leche. Esta leche que no es pasteurizada contiene diversos microorganismos bacterias, hongos, levaduras, que viven en el animal, en los utensilios y equipos de la ordeña y del proceso de producción del queso; ahí habitan, aunque estén perfectamente limpios, tendrán microorganismos viables; algunos riesgosos y otros favorables al queso. Recientemente se han estudiado los microorganismos nativos del queso Cotija artesanal, el cual puede contener enterobacterias, hongos y levaduras y también bacterias ácido-lácticas (BAL), los primeros se eliminan durante las dos primeras semanas de maduración, desarrollándose progresivamente las bacterias ácido-lácticas las cuales continúan prevaleciendo hasta después de tres y hasta doce meses de añejamiento (M. P. Chombo-Morales et al., 2022).

En otros quesos, como el Cheddar, se añaden cultivos acidulantes y otros microbianos, los primeros permiten la maduración de la leche porque acidifican el medio para que el cuajo actúe eficientemente y los segundos, desarrollan aromas y sabores deseables durante la etapa de maduración.

En otros quesos inoculados con cultivos comerciales, además de cultivos iniciadores acidulantes, se usan cultivos que se inoculan en la superficie de la pieza de queso como el *Penicillium camemberti* para desarrollar el micelio blanco que cubre los quesos Camembert o Brie (franceses) y el *Pencillium roqueforti* para desarrollar la venas azules de los quesos en el Roquefort (francés) o el Cabrales (español).

El calcio permite que las leches con tratamiento térmico refuercen la cuajada; inclusive se recomienda adicionar calcio a la leche sin tratamiento térmico. Lo anterior se debe a que la caseína está asociada al calcio de la leche.

6.4.6 Cuajado

Esta etapa del proceso inicia con la adición del cuajo. El cuajo es el nombre común en español y se refiere a las enzimas que se añaden para desestabilizar la caseína de la leche y formar el gel, el cual se conoce como cuajada. Ésta atrapa todos componentes sólidos hasta que no es cortada. La cuajada debe quedar firme al tacto. Varias pruebas fisicoquímicas han asociado la formación del gel a la calidad de la leche en términos de la estabilidad de la caseína nativa. En otras palabras, la leche debe cuidarse para estar alejada de temperatura altas o frías por mucho tiempo y así evitar que las proteínas se desnaturalicen. El cuajado es una reacción enzimática que requiere de condiciones óptimas de tiempo, temperatura, pH, concentración de la enzima (cuajo) y concentración del sustrato (leche). Cada proveedor del cuajo deberá indicar cuáles son esas condiciones para que la formación del gel o cuajada se realice de manera eficiente.

Para cada quesero es importante considerar que la fuerza enzimática de cada cuajo varía si no se tienen precauciones para conservarlo. Así debe adquirirse cuajo en pequeñas cantidades, no exponerlo al aire y al calor y guardarlo a temperatura de refrigeración (5°C).

Es importante agregar la cantidad indicada de cuajo a la tina de cuajado en función del volumen de leche, pues cuando se abusa del cuajo porque perdió su fuerza o porque se cambió por otro proveedor, el efecto de la reacción enzimática puede provocar una hidrólisis excesiva en el que-

so, **dañando el perfil sensorial**, en especial en el sabor y aroma del queso, ya que un exceso de hidrólisis genera fracciones de proteína más pequeños con sabores amargos.

Se sabe que la formación de la cuajada no debe tardar más de media hora, sin embargo, cada empresa deberá realizar ajustes para estimar el tiempo de cuajado. Por otra parte, es muy importante controlar esta etapa para favorecer el rendimiento quesero y a la vez obtener un suero limpio.

6.4.8 Corte de la cuajada

Esta operación significa cortar el gel o cuajada con un instrumento que lo corte limpiamente, desde el inicio hasta el final de la tina, en forma de cubos. El corte se debe realizar con un instrumento afilado como lo es una lira especializada. El mantenimiento del filo de la lira es imprescindible para obtener elevados rendimientos queseros y a su vez evitar que el suero tenga sólidos de queso.

Lo más recomendable es el uso de liras (equipo instrumentado para el corte de la cuajada) con el tamaño de apertura necesario para cada queso. Los quesos de textura abierta usaran liras de 3 mm de apertura y los quesos de textura cerrada la apertura será de 1.5 mm. En algunos procesos artesanales se utilizan utensilios semejantes a las liras como cucharas o cuchillos; se entenderá que esto no ayuda a los rendimientos del queso, pues los cortes y la apertura de estos últimos no será constante y los cubos o granos serán diferentes entre sí (ver **Figura 6.1**).

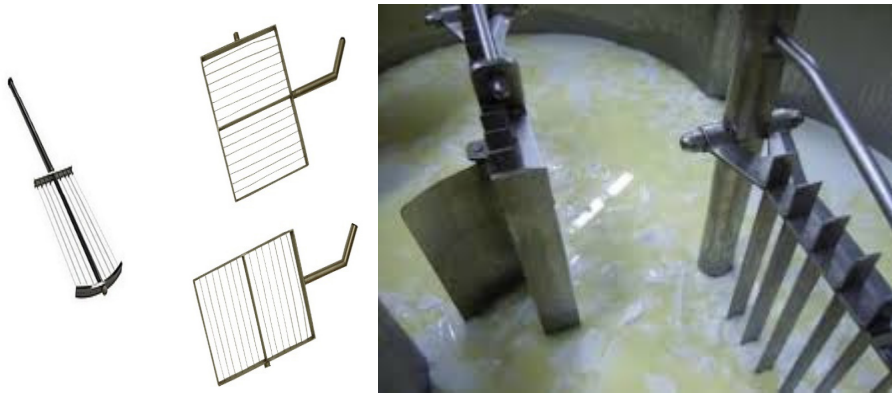


Figura 6.1 Diferentes liras o instrumentos de corte

6.4.7 Reposo

El reposo es un tiempo de espera entre el corte y el desuerado. Esta etapa varía en función del tipo de queso: En algunos quesos, el reposo es parte de la maduración de la cuajada fresca, donde se busca la estabilidad de la acidez de la cuajada. El proceso de reposo es importante para desarrollar la acidificación correspondiente antes del moldeado. Puede tardar otros 10 a 20 minutos.

Cuando la pasta cortada se reposa, el desuerado es más efectivo y el suero se libera de manera clara, esto es importante para evitar que el suero tenga partículas o grumos finos o grandes de cuajada y el suero se pueda utilizar adecuadamente.

6.4.9 Desuerado

El objetivo de esta operación es la de liberar o drenar el suero sin perturbar la cuajada, dejándola en cubos (o granos) que cada queso requiere. Esta operación se realiza mediante el desahogo del suero por la parte inferior de la tina de cuajada. Cuando el proceso es artesanal el suero puede drenarse por arriba de la tina mediante recipientes que capten el suero.

6.4.10 Manejo de la cuajada

Esta operación tiene el objetivo de provocar que los cortes de la cuajada drenada se aglutinen, y que al mismo tiempo progrese el desuerado y la acidificación de la cuajada. La operación consiste en acercar de manera mecánica la cuajada en forma de bloques, apilarlos de abajo hacia arriba y repetirla por alrededor de una o dos horas. Esto da lugar a una pasta moderadamente elástica que permitirá moldearse según el tipo de queso. Este proceso se conoce como Chedarización, (viene del proceso del queso Cheddar, que siempre se maneja de esa manera).

6.4.11 Salado

Los materiales necesarios para desarrollar un queso, además de la leche, cuajo y los cultivos lácticos es la sal. La sal es químicamente cloruro de sodio (NaCl). Su acción es importante, por un lado, le da el sabor especial a cualquier queso y a su vez su efecto es positivo sobre los cultivos iniciadores y los microorganismos nativos o comerciales se desarrollan con altas cantidades de sal. Su concentración está determinada por el tipo de queso, aunque actualmente el sodio es uno de los elementos minerales que está regulado en México y en el mundo porque está asociado a la hipertensión. La normatividad mexicana de etiquetado indica que en los alimentos procesados deben **añadirse sellos de advertencia** para el consumidor, para que le indiquen los ingredientes añadidos que representan un riesgo de desarrollar hipertensión, diabetes y otras enfermedades metabólicas. En el caso del queso se debe añadir un sello de advertencia por la sal añadida (Guía Para Los Responsables de Los Productos Sujetos a La Modificación de La NOM-051-SCFI/SSA1-2010, 2024; MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, 2020)

La técnica del salado es diferente para cada queso, por ejemplo, la sal se agrega desde la separación de la cuajada cuando aún tiene un poco de suero (salado temprano), como en el caso del queso Panela o Cotija; otra técnica es cuando se espolvorea la sal sobre la cuajada ya formada, como

en el caso del queso Oaxaca (salado tardío). Otro método es sumergir la pieza formada en salmuera (agua con 18 a 25 % de sal), el tiempo que los quesos se quedan en la salmuera depende de cada queso (de 1 a 5 días). Este último método genera un sabor salado, que junto con el ambiente, genera un ambiente propicio para el desarrollo de los microorganismos que madurarán el queso; este método facilita la compactación del queso y genera pastas de queso firmes como el queso Fetta (griego y de otros países) y Poro de los Ríos (mexicano).

6.4.12 Moldeado

Esta operación se realiza en muchos quesos que requieren de una forma especial y que le dará identidad al queso. Los molde pueden ser prismas rectangulares o cilindros con diferente forma y en algunos quesos los moldes son cedazos o mantas que se manipulan para integrar la cuajada en una misma forma como la mayoría de los quesos, o en forma de pera como el caso del Provolone. Los moldes pueden ser de plástico, madera, metal o acero inoxidable. Esta operación requiere de cuidado ya que la cuajada fresca es frágil y elástica y puede resistir su inclusión en un molde; sin embargo, se debe incorporar evitando grietas internas u orificios que le den mala consistencia al producto final o huecos que provoquen una reacción microbiana deferente del resto de la pieza de queso.

6.4.12 Prensado

El prensado es una operación que facilita la forma y compactación del moldeado de las piezas cilíndricas. Se realiza con equipos diseñados para comprimir lentamente hasta cierta tensión y liberar el suero. Al final del prensado, que puede durar de 12 a 24 horas, los sólidos del queso incluyendo la sal, se encuentran más cerca entre sí, pero también la actividad de agua se reduce, permitiendo que se realicen procesos bioquímicos en la siguiente etapa que es la maduración, lo que van a dar lugar a las características específicas de cada queso (M. P. Chombo-Morales et al., 2016).

6.4.13 Maduración

La maduración o añejamiento es un proceso que al cabo del tiempo se observarán atributos sensoriales que le darán su identidad a cada queso. La maduración requiere de un período en condiciones de temperatura, aireación, humedad relativa y/o acción mecánica como limpieza o revertir la pieza de queso una y otra vez. Las reacciones que se generan durante la maduración emiten gases al exterior, como CO₂, nitrógeno y agua. La aireación controlada permite disminuir la pérdida de peso del queso y a la vez igualar las condiciones ambientales del local, lo que permitirá una maduración uniforme en los quesos. Una velocidad promedio del flujo del aire es de 0.1 m/s, entre mayor sea la velocidad del aire los quesos perderán mayor humedad y eso no es conveniente (P. Chombo-Morales et al., 2016).

Cada condición de proceso de maduración es particular para cada queso pero la maduración no es para cualquier queso (**Tabla 6.5**). En México, la mayor parte de los quesos son frescos por lo que no requieren de esta operación.

Cuando un queso se madura se realizan complejas reacciones bioquímicas debidas a los microorganismos que se desarrollan dentro de la pasta del queso o cuajada moldeada. Con el tiempo, la textura, el sabor, el aroma y el olor evolucionan y son la evidencia de esas reacciones bioquímicas.

El tiempo de maduración lo define la experiencia del madurador y al mismo tiempo los requerimientos de venta del producto. Cada queso tiene un tiempo de maduración. Si la leche es de calidad y el proceso está controlado y se aplican las buenas prácticas de producción y el queso estará listo para su venta. En la siguiente tabla se encontrarán algunas condiciones que favorecen el desarrollo de los atributos especiales de algunos quesos durante el período de maduración (**Tabla 6.5**).

Tabla 6.6 Condiciones de maduración de algunos quesos

TIPO DE QUESO	PRIMERA ETAPA			SEGUNDA ETAPA		
	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TIEMPO (días)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TIEMPO (meses)
Camembert	10 a 12	-	10 a 12	4	-	hasta la venta
Cheddar				5 a 10	-	4 a 12
Brie	10 a 14	80 a 85	28 a 30	8 a 10	-	4 a 5
Edam	12 a 14	-	20 a 30	10 a 15	-	1 a 3
Emmental	10 a 15	90	10 a 14	20 a 24	80 a 85	2 a 3
Gouda	14 a 15	-	20 a 45	10 a 12	-	6 a 12
Manchego	12 a 14	85-90	10 a 14	5 a 12	70 a 85	1 a 6
Roquefort	8 a 10	-	18 a 25	5 a 10	95	en cuevas

6.4.14 Condiciones generales del proceso y las propiedades de las principales familias de los quesos

Como se ha visto hay **más** de dos mil quesos en el mundo y muy diversas clasificaciones, sin embargo, existen algunas formas de agruparlos en familias o en grupos basados en la forma de elaborarse. En la siguiente tabla se observarán las principales familias de quesos y sus consideraciones de proceso para clasificarlos.

Tabla 6.7 Familias de quesos por su forma de elaborarse

Grupo o familia (por su proceso)		Nombres o ejemplos	Condiciones de proceso especiales	Imagen
1	Inglés	Cheddar, Gouda, Edam, Manchego, Chihuahua	Pasta desuerada con ligero tratamiento a temperatura baja (40°C), chedarizada, con inóculos nativos o comerciales, acidifica ligeramente durante su maduración (semimaduro; maduro, viejo, añejo). Funde ligeramente. Es de pasta lisa.	

2	Italiano	Parmesano, Cotija, Cantal	Corte pequeño, pasta desuerada, molida, con inóculos nativos o comerciales, presado intenso, acidifica ligeramente durante su maduración (semimaduro; maduro, viejo, añejo hasta más de 12 meses); forman cobertura o costra natural.	
3	Inoculado con hongos en la pasta. Forman venas azules/verdes en el interior de la pasta	Roquefort, Stilton, Gorgonzola, Cabrales	Corte de la cuajada grande, se agrupa en moldes sin prensar, cultivos acidulantes y el hongo <i>Penicillium roqueforti</i> , su mejor momento es la maduración por lo menos de seis meses. De sabor fuerte y su principal característica son las venas azules o verdes en su interior.	
4	Suizos o con ojos	Emmental, Gruyer	Quesos de gran formato en disco de más de 80 cm. Son pasta de grano pequeño (5-8mm), cocidas a bajas temperaturas 47 a 48°C y de 51 a 52°C, prensados. Llevan dos inóculos que provocan la acidificación láctica y otro cultivo propiónico que forma los ojos (burbujas de dióxido de carbono) y en su interior. Después del prensado, las piezas se van al salado es mediante salmuera por 2-3 semanas. Lleva al menos dos procesos de maduración uno cálido (22°C) o uno frío (12°C) por al menos 4 meses.	

5	Pasta filata o pasta hilada	Oaxaca, Provoleno, Mozzarella,	Pasta de corte de grano medio, se acidifica desde la leche arriba de 2.4 mg/mL de ácido láctico antes del corte de la cuajada. El cuajada acidificada se somete a un alto tratamiento térmico (> 80°C) al tiempo que se texturiza con movimientos mecánicos, elongados, intensos, que alarguen la cuajada, para moldearse como bolas o madejas. Por la acidez desarrollada, este es un queso que funde ampliamente.	
6	Inoculado sobre la superficie con hongos	Camembert, Brie,	Este queso es fresco, lleva un desarrollo microbiano con <i>Penicilium camemberti</i> que tiene propiedades proteolíticas, lo que provoca que la pasta se hidrolice progresivamente hasta adquirir una consistencia de crema.	
7	Fresco	Blanco, Latino, Fresco	Se consume inmediatamente después de su preparación. Su grano de la cuajada es mediano. Solamente lleva las condiciones básicas para cada operación. Es una cuajada enzimática (con cuajo). Para algunos quesos la pasta se muele para que el queso sea friable (Adobera); en otras ocasiones sólo se moldea para que la textura de tu pasta sea lisa (Panela).	
8	Quesos de suero frescos	Ricota, Requesón,	Se obtiene recuperando las proteínas hidrosolubles del suero. El suero se calienta >85°C en medio ácido para recuperar la mayor parte de las proteínas séricas.	

6.4.15 Almacenamiento y consumo

Los quesos frescos deben conservarse en refrigeración desde la producción, hasta su traslado, venta y consumo (<7°C); para consumir este tipo

de quesos es necesario mantenerlos frescos y así evitar su contaminación. Los quesos frescos pueden alargar su vida útil en el anaquel cuando se empaquen al vacío o en atmósferas controladas o sean objeto de conservadores permitidos por la regulación de cada país. Pueden comerse tal cual frescos, asarse y freírse, pero no pueden tolerar altas temperaturas del horneado porque se queman a más de 150°C, solamente que estén cubiertos de pan o de vegetales. Los quesos acidificados con pH debajo de 5 funden, Mozzarella, Oaxaca, Provolone.

Los quesos madurados pueden mantenerse en refrigeración o no. Si los quesos madurados tienen menos de 3 meses (semimaduros) es mejor mantenerlos en frío. Podrían requerir de empaques plásticos con vacío o en atmósfera controlada. Si los quesos son madurados por más de tres meses, no se requería mantenerlos en refrigeración. Sin embargo, para su venta es importante el uso de temperaturas frías y de empaques para asegurar su inocuidad. Los quesos maduros, pueden fundir en función de la acidificación de la pasta.

6.5 Normatividad mexicana para la leche como materia prima y queso

La NOM-223 (NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018) define el queso como el producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína, no sea superior a la de la leche, obtenido mediante lo siguiente:

a) Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, mantequilla, o de cualquier combinación de estos productos, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de

proteína del queso debe ser más alto que el de la mezcla de los productos lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso, y/o

b) Técnicas de elaboración que conducen a la coagulación de la proteína de la leche y/o productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado (a).

La crema debe provenir de leche, suero de queso o suero de mantequilla (buttermilk). Esta norma clasifica los quesos como frescos; aquel que además de cumplir con la descripción del numeral 3.2 se caracteriza por su alto contenido de humedad, no madurado, y por no tener corteza o tener corteza fina, pudiendo o no adicionarles aditivos e ingredientes opcionales y madurados; aquel que además de cumplir con la descripción del numeral 3.2 se caracteriza por ser de pasta dura, semidura o blanda y puede tener o no corteza; sometido a un proceso de maduración mediante adición de microorganismos, bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad, para provocar en él cambios bioquímicos y físicos característicos del producto del que se trate, lo que permite prolongar su vida de anaquel, el cual puede o no requerir condiciones de refrigeración y observa que la denominación de queso está reservada para los alimentos con leche y productos obtenidos de la leche. En esta norma se excluyen los productos que contienen materias primas adicionadas, como otro tipo de proteínas (como concentrados de soya o concentrados de otros productos vegetales) o de grasas (aceite vegetal hidrogenada o grasa vegetal). En esta Norma se especifican los valores mínimos de proteína (10 % m/m), de grasa (porcentaje de acuerdo con lo declara o en la etiqueta) y de humedad (80 %). La búsqueda de esta Norma es de acceso libre publicada por el diario oficial (NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba, 2018), aunque vale la pena aclarar que actualmente se está actualizando. Por su parte, podemos encontrar normatividad mexicana obligatoria (NOM) lo que nos indican las especificaciones sanitarias y de calidad de los quesos y la normatividad voluntaria (NMX) de cada queso en particular. Las normativa para queso se lista en la **Tabla 6.8**.

Tabla 6.8 Normativa mexicana vigente aplicable a quesos. Referencia Diario Oficial de la Federación y la publicación de Ramírez Cerda (2022).

PRODUCTO	NORMA	DESCRIPCIÓN	TEMÁTICA
Leche y lácteos	La NOM-243	NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010 Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.	La NOM-243. Describe las especificaciones sanitarias de los lácteos. Adiciona a los quesos procesados y de suero.
Queso	NOM-223-SCFI/SAGARPA-2018.	NOM-223-SCFI/SAGARPA-2018 , Queso-Denominación, especificaciones, información comercial y métodos de prueba.	La NOM-223 clasifica a los Quesos como: frescos y madurados e indica que la denominación comercial de Queso está reservada a los productos elaborados con leche y productos obtenidos de la leche.
Determinación de grasa en queso	NMX-F-713-COFOCALEC-2014	NMX-F-713-COFOCALEC-2014 Sistema producto leche - alimentos – lácteos – determinación de grasa en quesos – método de prueba (cancela a la nmx-f-710-cofocalec-2005).	Describe la metodología y armonización con otras normas.
Pureza de la grasa láctea	NMX-F-766-COFOCALEC-2016	NMX-F-766-COFOCALEC-2016 Sistema producto leche-alimentos- Lácteos-Determinación de la pureza de la grasa láctea mediante análisis de triacilglicéridos por cromatografía de gases-Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de marzo de 2018.	Describe la metodología y armonización con otras normas.
Queso Oaxaca	NMX-F-733-COFOCALEC-2013	NMX-F-733-COFOCALEC-2021 Sistema producto leche-alimento-lácteo-queso Oaxaca-denominación, especificaciones y métodos de prueba (cancelará a la nmx-f-733-cofocalec-2013).	En el siguiente listado las normas presentan las especificaciones de calidad de cada tipo de queso, también en términos generales describe su proceso de elaboración.
Queso Cotija artesanal madurado	NMX-F-735-COFOCALEC-2018	NMX-F-735-COFOCALEC-2018 Sistema producto leche-alimento-lácteo-alimento lácteo regional-queso Cotija artesanal madurado-denominación, especificaciones y métodos de prueba (cancela a la nmx-f-735-cofocalec-2011).	
Queso Chihuahua	NMX-F-738-COFOCALEC-2017	NMX-F-738-COFOCALEC-2017 Sistema producto leche-alimento-lácteo-queso chihuahua-denominación,	

6.6 Conclusiones

La inmensa cantidad de quesos que hay en el mercado nos invita a conocer más acerca del proceso. En este capítulo identificamos cómo las condiciones del proceso están directamente relacionadas con las propiedades físico-químicas de la leche y del queso, para al final modificarse y obtener las características de cada producto final. Para los artesanos queseros es importante asociar su conocimiento de años con el comportamiento de la leche como materia prima y de los productos intermedios y finales, también es imprescindible que conozca el papel que juega cada ingrediente, cómo conservarlo y qué función cumple; el quesero debe conocer y predecir con su experiencia y con datos medibles (presiones, agitaciones, temperaturas, pH, acidificación, tiempos, entre otros parámetros) las operaciones sustantivas del proceso de elaboración de un queso.

Toda modificación a las condiciones de proceso de la leche o de los productos intermedios deberán identificarse para predecir si el queso cumple con las especificaciones, si el queso fresco, se molió, se prensó. Por ejemplo, si el queso se acidificó indicará si el queso puede fundirse en un platillo, también si el queso tiene textura firme, grumosa o lisa será el resultado de las condiciones de molienda, prensado y adición de sal. Cada etapa indicará su calidad y su respuesta en la boca del consumidor o en el platillo donde se incluya.

El quesero o artesano del queso debe acercarse a las universidades y Centro de investigación. Capacitarse que le permita adquirir el conocimiento que le ofrece la ciencia y la tecnología alimentaria, para tener mayor confianza en sus decisiones.

6.7 Práctica recomendada

Identificar los procesos u operaciones sustantivas de los quesos.

MATERIAL	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
• Adquirir en mercado y supermercado quesos frescos y madurados (artesanales e industriales). • Mesas de trabajo y sillas • Cuchillos para quesos • Platos	• Colocar los quesos al azar sobre los platos, sin la etiqueta. • Formar grupos de trabajo • Solicitar que el grupo identifique, mediante observación, y pruebas con sus sentidos (olfato, gusto, textura en boca, textura al manipularlo con cubiertos, si el producto es: • Fresco • Pasteurizado • Molido • Prensado • Cocido • Madurado • (Inoculado en la leche o sobre la superficie para madurarse) • Verificar consultando con la etiqueta	

6.8 Bibliografía.

- Alais, C. (2014). *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera* (E. Reverté, Ed.; Reimpresión).
- Beresford, T. P., Fitzsimons, N. A., Brennan, N. L., & Cogan, T. M. (2001). Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal*, 11(4–7), 259–274. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00056-5)
- Chacón Villalobos, A. (2006). Tecnologías de membranas en la agroindustria láctea. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 243–264.
- Chombo-Morales, M. P., Reyes-Arreguín, B. R., & Torres-Vitela, M. R. (2016). Quesos frescos y madurados. In *Torres, V. M. R. Inocuidad Alimentaria, Universidad de Guadalajara* (1a. Ed.). Universidad de Guadalajara.
- Chombo-Morales, M. P., Suárez Jacobo, Á., & Campos-Newman, J. (2022).

- Microorganismos lácticos. Origen y aporte a la inocuidad y calidad de los lácteos. In *Aportación a la lactología en México. Construyendo redes de conocimiento* (p. 40). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
- Chombo-Morales, P., Kirchmayr, M., Gschaedler, A., Lugo-Cervantes, E., & Villanueva-Rodríguez, S. (2016). Effects of controlling ripening conditions on the dynamics of the native microbial population of Mexican artisanal Cotija cheese assessed by PCR-DGGE. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 1153–1161. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.044>
- Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos - Editorial Acribia, S.A.* (n.d.). Retrieved September 12, 2021, from https://www.editorialacribia.com/libro/ciencia-de-la-leche-y-tecnologia-de-los-productos-lacteos_54356/
- Deetae, P., Bonnarme, P., Spinnler, H. E., & Helinck, S. (2007). Production of volatile aroma compounds by bacterial strains isolated from different surface-ripened French cheeses. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 76(5), 1161–1171. <https://doi.org/10.1007/s00253-007-1095-5>
- Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (2004). Cheese: an overview. In *McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., Fox, P. F. and Guinee, T. P., Editors. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (pp. 1-18.). Academic Press.
- Gôsta Bylund, M. S. (2003). *Manual de industrias lácteas* (V. A. Madrid, Ed.). Lund.
- Grant, W. D., Danson, M. J., Scott, D. J., Halling, P. J., Engberts, J. B. F. N., Ho, M. W., & Berendsen, H. J. C. (2004). Life at low water activity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359(1448), 1249–1267. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1502>
- Guía Para Los Responsables de Los Productos Sujetos a La Modificación de La NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Pub. L. No. NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2024).
- Irlinger, F., Layec, S., Hélinck, S., & Dugat-Bony, E. (2015). Cheese rind

- microbial communities: Diversity, composition and origin. *FEMS Microbiology Letters*, 362(2), 1–11. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnu015>
- Madrid Vicente, A. (1996). *Curso de Industrias Lácteas* (Primera).
- McSweeney, P. L. H., & Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80(3), 293–324. <https://doi.org/10.1051/lait:2000127>
- MODIFICACIÓN a La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones Generales de Etiquetado Para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial y Sanitaria, Pub. L. No. NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2020).
- Morales de Leon, J., Bourges Rodríguez, H., & Camacho Parra, M. E. (2015). *Tablas de composición de alimentos y alimentos (versión condensada)*.
- NMX-F-742-COFOCALEC-2012 Sistema Producto Leche - Alimentos - Lácteos - Quesos Panela - Denominaciones, Especificaciones y Métodos de Prueba (2012).
- NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de Higiene Para El Proceso de Alimentos, Bebidas o Suplementos Alimenticios (2009).
- Norma Mexicana NMX-F- 735 Queso Cotija- Cofocalec 2008 Sistema Producto: Leche Alimentos- Lácteos- Parte 1: Queso Cotija Artesanal Madurado- Denominación, Especificaciones y Métodos de Prueba (2008).
- NORMA Oficial Mexicana NOM-223-SCFI/SAGARPA-Queso-Denominación, Especificaciones, Información Comercial y Métodos de Prueba (2018).
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y Servicios. Leche, Fórmula Láctea, Producto Lácteo Combinado y Derivados Lácteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba., 119 (2010). http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010
- Ramirez-Cerda, E. L., Reyes-Arreguín, B. R., & Soltero-Gardea, S. (2022). Normatividad obligatoria y voluntaria para leche y derivados. In A.

- C. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco (Ed.), *Aportación a la lactología en México. Construyendo redes de conocimiento* (p. 22).
- Randazzo, C. L., De Luca, S., Todaro, A., Restuccia, C., Lanza, C. M., Spagna, G., & Caggia, C. (2007). Preliminary characterization of wild lactic acid bacteria and their abilities to produce flavour compounds in ripened model cheese system. *Journal of Applied Microbiology*, 103(2), 427–435. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03261.x>
- Tunick, M., Doughty, S., & Chombo-Morales, M. P. (2023). ARTISANAL CHEESE. In Michael H. Tunick & Andrew L (Ed.), *Michael H. Tunick & Andrew L-Waterhouse Science and Craft of Artisanal Food* (Michael H.). Oxford University Press.
- Tunick, M. H. (2007). Origins of cheese flavor. *ACS Symposium Series*, 971, 155–173. <https://doi.org/10.1021/bk-2007-0971.ch009>
- Tunick, M. H., Iandola, S. K., & Van Hekken, D. L. (2013). *Comparison of SPME Methods for Determining Volatile Compounds in Milk, Cheese, and Whey Powder*. 2, 534–543. <https://doi.org/10.3390/foods2040534>
- Tunick, M. H., & Van Hekken, D. L. (2010). Rheology and texture of commercial queso fresco cheeses made from raw and pasteurized milk. *Journal of Food Quality*, 33(SUPPL. 1), 204–215. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2010.00331.x>
- Walstra, P., Geurts, T. J., Jellema, A., & van Boekel M.A.J.S. (1999). *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*. Marcel Dekker, Inc.

Capítulo VII

Principios del tratamiento térmico en la elaboración de productos lácteos

*Rodríguez-González, E^{*14}, Alcázar-Valle E. M^{*2}, Suárez-Jacobo Á.^{*3}*

7.1 Introducción.

Aunque el objeto principal de los tratamientos térmicos sea la destrucción de los microorganismos principalmente de aquellos patógenos, también se producirán otros procesos indeseables (pérdida de nutrientes y reducción de propiedades organolépticas, entre otras). Algunas de estas acciones son específicas para algunos componentes del producto lácteo, por ejemplo, se han reportado cambios en azúcares, enzimas, proteínas, vitaminas, etc., que llegan a afectar las propiedades como el color, forma, consistencia, sabor etc. El objetivo de este apartado es comprender la importancia de un proceso térmico e identificar su posible adopción en la elaboración de un producto lácteo inocuo, sobre todo para un proceso lácteo artesanal. Además, este apartado se estructura para demostrar la importancia de un proceso térmico para un pequeño productor mediante la ejecución de pruebas experimentales a nivel planta piloto para la elaboración de un producto lácteo validando su inocuidad.

^{14*} Unidad de Tecnología Alimentaria. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Camino Arenero 1227, El Bajío, C.P. 45019. Zapopan, Jalisco, México

¹ erodriguez@ciatej.mx.

² malcazar@ciatej.mx.

³ asuares@ciatej.mx.

7.2 Conservación de alimentos

La conservación de alimentos conlleva a una serie de pasos, condiciones o procesos que se realizan para mantenerlos o preservarlos por mayor tiempo y retrasar su deterioro, considerando una primordialmente una seguridad microbiológica adecuada, aunque se vean modificados sus características organolépticas y nutrimentales.

Existen diferentes métodos de conservación clasificados por su naturaleza. Por ejemplo: métodos por bajas temperaturas, desecación, fermentación, curado-salazón-ahumado, liofilización o criodesecación, deshidratación y métodos por calor. Cada uno de estos métodos posee ventajas, como el costo, la practicidad o la rapidez, pero también presenta desventajas, como la pérdida de nutrientes, la modificación de la calidad del alimento y la adición de sustancias no deseadas que también son ingeridas (Caballero - Torres, 2008)

Se sabe que, métodos químicos, como el uso de humo o vinagre, fueron usados por los egipcios para detener el crecimiento de bacterias, hongos y/o, el crecimiento de esporas bacterianas. Otros métodos simples de conservación incluyeron la sal, azúcar, aceites para la conservación de productos cárnicos, frutas y hortalizas.

Los primeros experimentos para conservar por más tiempo productos comestibles perecederos fueron realizados utilizando recipientes de vidrio. Estos estudios fueron realizados por el chef francés Nicolás Appert cuando Napoleón Bonaparte lanzó una convocatoria para quien pudiera encontrar la forma de conservar alimentos para el ejército francés sin generar alguna inseguridad alimentaria. Los estudios de Nicolás Appert incluyeron evaluaciones de la penetración del calor (Stumbo, 1973a), de aquí que el nombre lleve el nombre de “apertización”

Posteriormente, varios científicos iniciaron los estudios sobre los tratamientos térmicos en alimentos. En esa lista se incluyó Louis Pasteur, científico francés, quien revisando el método de apertización desarrollo y evaluó un tratamiento térmico a temperaturas por debajo de 100°C, lo que se denominó pasteurización.

En la década de 1920, se registra el uso del primer termopar con fines de monitoreo de los experimentos de los tratamientos y penetración del calor. Es así como se podían obtener datos y dibujar gráficos de las curvas de penetración de calor en los alimentos sometidos a temperaturas. De esta forma y a partir de las temperaturas registradas durante el proceso, fue posible calcular la letalidad alcanzada por diferentes microorganismos a diferentes tratamientos. Esta investigación fue llevada por Bigelow y Ball, donde propusieron la creación de procesos de *alta temperatura y corto tiempo* necesarios para evitar la descomposición del alimento, la propagación de microorganismos y que condujeron al progreso en la conservación de alimentos (Stumbo, 1973b).

Los tratamientos térmicos aplicados a alimentos pueden generar una serie de reacciones fisicoquímicas que incluyen la gelatinización del almidón, la desnaturalización de las proteínas y además el oscurecimiento por las reacciones de caramelización, estos cambios se ven relegados en las características sensoriales del alimento como son: el olor, el sabor, el color y su textura. Para ello, fue necesario contemplar la composición química de los alimentos que van a ser sometidos a un proceso térmico y prever las reacciones químicas que pueden desarrollarse al momento de su calentamiento.

En la actualidad es posible reducir estos aspectos no deseados en los alimentos tratados térmicamente, la industria alimentaria condujo al uso de ingredientes, aditivos o materias primas que agregaban valor nutricional a los alimentos o mejor algún aspecto sensorial.

Así mismo, la industria alimentaria decidió estudiar, diseñar y evaluar nuevos envases para soportar el tratamiento térmico o bien la distribución de los alimentos tratados. De esta manera, se desarrollaron los envases Tetra Brick y Tetra-Recart® y a la fecha se promueve el desarrollo y uso de envases que incluyan materiales plásticos biodegradables que reduzcan el impacto ambiental.

7.3 La leche un alimento de baja acidez.

Una característica del alimento muy importante a ser considerada en los tratamientos térmicos es la acidez de un alimento. La acidez suele expresarse como pH, que es el recíproco del logaritmo de la concentración de iones hidrógeno. Es decir, el pH representa la concentración de iones de hidrógeno en un alimento o cualquier otro tipo de solución. De manera general, los alimentos se clasifican como alimentos de alta o baja acidez, indicado por el valor de pH. Sus valores van de 0 a 14, siendo el valor más bajo una acidez mayor, mientras un valor más alto corresponde a un producto de baja acidez. Este valor en los alimentos es importante debido a que el pH puede inhibir el crecimiento de algunos microorganismos.

Específicamente en la leche, el valor de pH oscila de 6.6 a 6.8, por lo que se considera un alimento de baja acidez. Esta característica resulta determinante debido a que puede influir en parámetros como la calidad, la estabilidad coloidal y el desarrollo de pardeamiento enzimático y no enzimático.

Además, el valor de pH se ha utilizado para evaluar el desarrollo de las fermentaciones de ácido-lácticas, en la elaboración de yogur o quesos (Lewis & Heppell, 2000).

El tratamiento térmico en lácteos puede incluir la combinación de temperatura y tiempo. Esta combinación puede depender de los microorganismos endógenos y patógenos reportados, la composición química, la vida de anaquel requerida y del tipo de equipamiento utilizado para tal efecto.

7.4 Definición de tratamiento térmico.

El tratamiento térmico en alimentos se define como un proceso que utiliza calor para reducir o eliminar la carga microbiana y la actividad enzimática, evitando cambios no deseados causados por microorganismos no patógenos y asegurar que el alimento cumpla con los estándares de calidad deseados (Amit et al., 2017).

Cabe mencionar que existen ventajas al aplicar un tratamiento térmico (Rahman, 2020), tales como:

- El uso de calor es seguro y libre de aditivos químicos.
- Proporciona un ligero sabor y aroma a alimentos cocinados
- La mayoría de los microorganismos deterioradores son termolábiles
- El alimento tratado y envasado en contenedores estériles tienen una vida útil muy prolongada.

El tratamiento térmico entonces tiene el objetivo de eliminar microorganismo que puedan afectar la salud de los consumidores, destruir macroorganismos endógenos indicadores de calidad, reducir o detener actividad enzimática y en conjunto, obtener procesos comercialmente disponibles. Aunque a condiciones elevadas de temperatura, el deterioro microbiano y enzimático puede ser controlado, es importante considerar la naturaleza y características del alimento (carga microbiana inicial, presencia de patógenos, pH, actividad de agua, entre otros) para precisar un método de procesamiento adecuado (Tucker & Featherstone, 2010).

7.4.1 Tratamientos Térmicos en Lácteos.

La leche es una materia prima básica para la producción de una variedad de productos lácteos. Por lo que, es importante conocer los parámetros de una leche cruda antes de ser procesada térmicamente. Dentro de estos parámetros se encuentran la calidad microbiológica, la composición, la calidad fisicoquímica, la cantidad de células somáticas, presencia de antibióticos y primordialmente la temperatura de recepción (Tamime A. Y. and Marshall, 1997).

En lácteos, el tratamiento térmico abarca generalmente procesos que utilizan calor (a condiciones específicas de temperatura y tiempo) con el objetivo de destruir microorganismos y minimizar la acción de enzimas deteriorativas presentes en este tipo de productos. Dentro de estos procesos térmicos se encuentran la cocción, la pasteurización y la esterilización.

La cocción ocurre en los hogares, cuando llevan a temperatura de

ebullición a la leche para tratar de reducir el deterioro del producto y extender su vida durante refrigeración posterior al tratamiento.

La pasteurización fue definida por la Federación Internacional de Lácteos (IDF, 1986) como: “Un proceso aplicado a un producto con el objeto de minimizar los posibles riesgos para la salud derivados de microorganismos patógenos asociados con la leche, mediante un tratamiento térmico que es compatible con cambios químicos, físicos y organolépticos mínimos en el producto”.

La pasteurización, mejora la calidad del producto lácteo mediante destrucción de los microorganismos que pueden causar enfermedades, especialmente bacterias. Se trata de un proceso térmico que destruye microorganismos sensibles al calor e inactiva las enzimas deteriorativas afectando mínimamente las características sensoriales y nutricionales del alimento (Ramesh M N, 2007). Se trata de un proceso térmico que requiere del almacenamiento a 4 °C del producto una vez tratado para poder extender su vida de anaquel.

La pasteurización, usualmente se utiliza temperaturas menores a 100°C para destruir microorganismos deterioradores termolábiles como bacterias no formadoras de esporas, levaduras y mohos. Las dos variantes más conocidas es la pasteurización lenta que utiliza temperatura entre 63-65°C por 30 min y la pasteurización rápida que utiliza temperaturas entre 72-75°C por 15 min. El tiempo es una condición determinante, ya que entre menos tiempo se lleve a cabo el proceso más probabilidad de mantener la calidad sensorial del alimento, sin embargo, también se tiene que tomar en cuenta que, a menor tiempo, menor número de microorganismo es inactivado (Indumathy et al., 2022).

Es posible usar temperaturas más altas y reducir el tiempo de procesamiento como se mencionó anteriormente, dentro de este grupo encontramos la pasteurización tipo HTST y la UHT.

La pasteurización tipo HTST (*High temperature short time*, por su acrónimo en inglés), se realiza en intercambiadores de calor de flujo continuo a 72 °C por 15 s seguido de un enfriamiento rápido. Con este diseño, se permite un calentamiento y enfriamiento más rápido, se pueden procesar

volúmenes mayores y presenta una eficiencia energética pues entran flujos de calor-frío a contracorriente (Lewis & Heppell, 2000).

Por otro lado, la pasteurización UHT (*Ultra high temperature*, por su acrónimo en inglés), también se realiza en intercambiadores de calor de flujo continuo, solo que procesa a temperaturas por encima de los 135°C con un tiempo de sostenimiento de entre 3 a 6 s, pasando por un enfriamiento en continuo y finalizando con un envasado aséptico. A esta temperatura y condiciones de envasado, se alcanza una esterilización comercial, aumentado la destrucción de macroorganismos mientras se reduce la desnaturalización de proteínas. La reducción de estos microorganismos puede observarse a través de los conteos microbianos en placas de agar, como se indican en las normas oficiales mexicanas.

Existe una amplia gama de productos lácteos (baja acidez) que son sometidos a tratamientos de UHT como: la leche normal (no estandarizada), estandarizada, descremada, semidescremada, fortificada saborizada, entre otras. Dentro de su principal ventaja es que son productos con alta vida de anaquel a temperatura ambiente.

En general, los tratamientos térmicos deben ajustarse a la matriz alimentaria, la carga microbiana inicial, al pH, tipo de patógenos frecuentes en ese alimento para poder alcanzar los resultados deseados, alargar la vida de anaquel del producto al mismo tiempo que se minimizan el efecto del tratamiento sobre las propiedades nutricionales y organolépticas del producto tratado.

7.4.2 Principios de un proceso térmico en Lácteos

Aunque las combinaciones de tiempo y temperatura para la pasteurización se establecieron inicialmente para *Mycobacterium tuberculosis*, el organismo objetivo de la pasteurización se redefinió cuando se realizaron experimentos con animales, y se observó que *Coxiella burnetii* sobrevivió en leche pasteurizada en las condiciones estándar existentes de 61,7 °C durante 30 min (ENRIGHT et al., 1957). *Coxiella burnetii* es el organismo responsable de la fiebre Q, una enfermedad altamente infecciosa. En respuesta, el Servicios de salud pública de los Estados Unidos, ajustó de inmediato su

recomendación para la pasteurización en lote, también conocida como pasteurización lenta o VAT, condiciones de temperatura de tratamiento a 145 °F (63 °C aproximadamente) durante 30 min, con la recomendación adicional de que este límite se aumente 3 °C para productos con más grasa que las presentes en la leche entera o en productos con azúcar añadido (Anderson, 1957). En consecuencia, los parámetros para la pasteurización HTST también se ajustaron a 161 °F (71,7 °C; redondeados a 72 °C) durante 15 s (Boor et al., 2017a). En la actualidad, los parámetros de pasteurización por lotes (tinajas, marmitas) de 63 °C (145 °F) durante 30 min y los parámetros de pasteurización HTST de flujo continuo de 72 °C (161 °F) durante 15 s siguen representando las combinaciones mínimas de tiempo y temperatura de pasteurización, y *C. burnetii* sigue siendo el organismo objetivo para la validación de los requisitos de pasteurización para todos los productos lácteos de los Estados Unidos (USPHS/FDA, 2016); este enfoque también es considerado un estándar internacional (FAO/OMS, 2011). Es en agosto de 1987, cuando se publica una regulación en los alimentos, donde se obliga a procesar la leche animal y los productos y subproductos lácteos mediante tratamiento térmico, específicamente, aprobaban la pasteurización para el consumo directo de estos productos. Esta regulación entra en vigor el 9 de septiembre de 1987, en dicho documento se prohibía la comercialización y envío local y nacional de leche cruda.

7.4.3 Equipos utilizados.

La selección y el portafolio de equipos depende del volumen de procesamiento de leche. En este caso el procesamiento por lotes, también conocido como VAT, es utilizado principalmente por los pequeños productores de leche. Como ya se mencionó, el proceso se realiza en una temperatura de cerca de los 63°-65°C durante 30 minutos, utilizando tanques o marmitas de calentamiento. El proceso incluye una etapa de calentamiento y enfriamiento, estas etapas pueden llevar tiempos largos de procesamiento entre cada lote.



Figura 7.1. Equipo para proceso en batch

- Equipos para pasteurización de leche y crema en continuo. Las características del producto lácteo (viscosidad, contenido de sólidos, contenido de grasa) a tratar térmicamente influyen en gran medida en la selección de la geometría y en el tipo de intercambiador de calor más adecuado. Los equipos industriales de tratamiento térmico más utilizados para la leche (entera, descremada, deslactosada) o crema en sistemas continuos son los pasteurizadores de tubos concéntricos. Se trata de equipos que cuentan con un tubo interior por donde pasa el alimento y, un tubo exterior por donde pasa el medio de transferencia de calor.

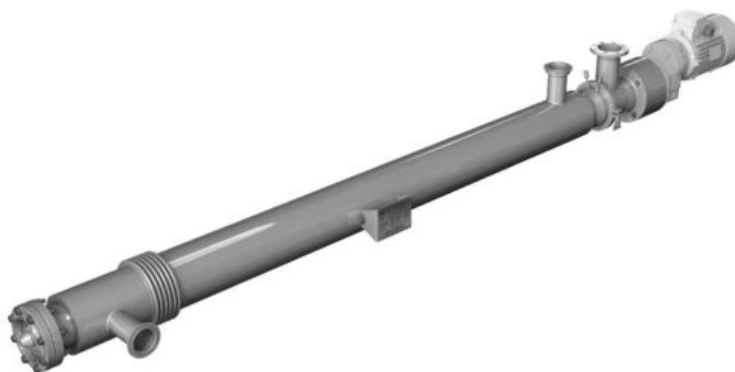


Figura 7.2. Pasteurizador de tubos concéntricos para leche y crema. <https://ellipseco.com/intercambiadores-de-calor-tubulares/>

- Tratamientos térmicos para suero, lactosa o mantequilla.
En el proceso de elaboración de queso, la coagulación enzimática o química es una de las principales etapas, donde, la proteína principal conocida como caseína (80 % de proteína de la leche) se precipita para formar la cuajada. El exudado es conocido como suero de leche, contiene el 20% restante de la proteína láctea, además puede contener calostro, lactosa, vitaminas y minerales.

Por otro lado, la mantequilla, contiene grasa láctea, proteínas y agua, se obtiene batiendo la crema o bien separando la grasa del suero de la leche bronca o fermentada. Es utilizada como ingrediente para generar nuevas texturas y fórmulas en alimentos. Durante su proceso, es necesario integrar un proceso térmico que asegure la conservación y una vida de anaquel adecuada.

En el tratamiento térmico para suero, lactosa o mantequilla, se utiliza principalmente un intercambiador de superficie rascada, que es un equipo que consta de un cilindro por donde pasa el alimento es bombeado y una chaqueta exterior por donde pasa el medio de calentamiento/enfriamiento. Tiene un eje central con unas cuchillas que van raspando al alimento sobre la superficie y a lo largo del cilindro.



Figura 7. 3. Pasteurizador basado en un intercambiador de superficie rascada para suero y lactosa. <https://www.aurumprocess>

- Tratamiento térmico para yogur y otros fermentados

La fermentación es un proceso biotecnológico que involucra microorganismos como bacterias ácido lácticas (BAL, productoras de ácido láctico), levaduras o una combinación de ambas que utilizan a la leche como sustrato. La fermentación provoca una disminución del pH, al transformar la lactosa a ácido láctico, lo que genera una precipitación de las proteínas de la leche modificando su textura haciéndolo más espeso. Por tanto, el yogur mantiene una viscosidad de media a alta y si además se le añaden otras partículas (frutas), sabores u otros ingredientes (estabilizantes) se incrementa este valor.

Para el tratamiento térmico del yogur se utiliza el pasteurizador multitubos. Se trata de un equipo diseñado por pequeños tubos (diámetro de 10 a 15 mm) de acero inoxidable colocados de forma múltiple (normalmente de 5 a 7) dentro de un tubo exterior.



Figura 7.4. Pasteurizador multitubos para conservar yogurt. <https://www.aurumprocess>.

- Tratamientos térmicos para helados

El helado, es un producto obtenido mediante la congelación con o sin incorporación de aire mediante la agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios (NMX-F-714-COFOCALEC-2020, 2021). Dentro de su proceso, se establecen seis pasos para su elaboración que incluye, el mezclado de ingredientes, homogeneización, pasteurización, maduración, batido y congelación.

Después del mezclado y la homogeneización es necesario realizar la pasteurización de la mezcla, para esta operación el equipo más utilizado es un pasteurizador de placas. Este tipo de pasteurizador está diseñado con placas verticales de acero inoxidable (1.25- 3 mm espesor), donde el alimento pasa a través de agujeros alternados entre las placas (lisas, con canales o corrugadas) al mismo tiempo que el fluido utilizado para la transferencia de calor, en un flujo a contra corriente o a co-corriente.

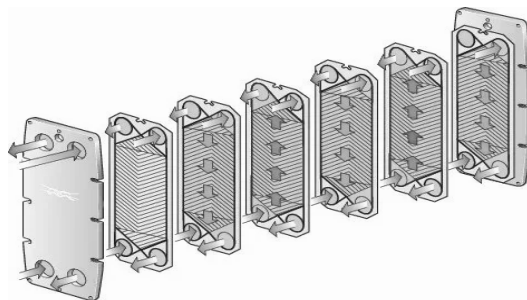


Figura 7.5. Pasteurizador de placas. <https://www.alfalaval.mx/productos-y-soluciones/transferencia-de-calor/intercambiadores-de-calor-de-placas//>

7.4 Importancia de la microbiología en los productos lácteos.

Los microorganismos que generalmente se han reportado en la leche pueden incluir patógenos, organismos de deterioro, organismos que pueden ser condicionalmente beneficiosos (por ejemplo, bacterias del ácido láctico), y aquellos que no han sido vinculados a beneficios o efectos perjudiciales sobre la calidad del producto o la salud humana.

Aunque la leche puede contener una gran cantidad de microorganismos clasificados como bacterias, virus, hongos, protozoarios y fagos, los principales microorganismos lácteos estudiados han sido las bacterias.

La mastitis, un padecimiento común en los rebaños lecheros, constituye la causa primordial de pérdidas financieras en la industria lechera a nivel global. Esta respuesta inflamatoria de la glándula mamaria en las vacas impacta en la calidad fisicoquímica y microbiológica, en la composición, en el rendimiento, y en las características generales de la leche para su procesamiento industrial. Este padecimiento puede impactar en una o varias glándulas mamarias debido a que provoca dolor, hinchazón, y enrojecimiento en la ubre.

Tiene su origen en una infección, donde las bacterias, levaduras y hongos, virus pueden ser el origen de dicha infección, aunque no se descarta los traumatismos físicos o irritaciones que pueda tener el animal. También, las células somáticas pueden intervenir en la afectación de la

calidad de la leche negativamente, pues pueden activar algunas enzimas endógenas del tipo lipasas, proteasas y glucosidasas. Los valores normales de células somáticas se encuentran en un rango de entre 68.000 y 187.000 células por mililitro en leche de vaca (Maréchal et al., 2011). Los valores en animales enfermos son >200.000 células/mL, variando según el patógeno causante de la infección (Riveros-Galán & Obando-Chaves, n.d.). Los principales microorganismos responsables de la mastitis son *Corynebacterium bovis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* y *Streptococcus agalactiae* (Maréchal et al., 2011).

Por otro lado, la leche es un alimento completo e ideal para ser atacado por diferentes bacterias y de microorganismos patógenos, causando enfermedades transmitidas por alimentos incidiendo en el sector lácteo. La leche se puede contaminar debido al contacto con el ambiente sucio o por los mismos animales y su contacto con el ambiente. En la leche se han podido encontrar diferentes microorganismos patógenos tales como: *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Mycobacterium bovis* y *tuberculosis*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium botulinum*, principalmente. Hasta hace un tiempo se pensó que las bacterias vegetativas de *Mycobacterium tuberculosis* eran los microorganismos de la leche más resistentes.

En Estados Unidos el Servicio de Salud Pública en el año de 1908, advirtió que el consumo de leche cruda era peligroso y a menudo causaba fiebre, fiebre tifoidea, tuberculosis, difteria y problemas intestinales en bebés (Boor et al., 2017b).

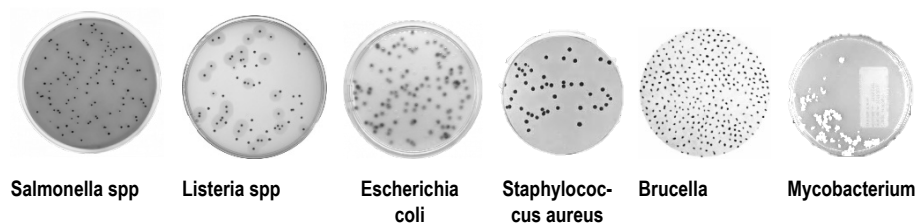


Figura 7.6. Tipos de microorganismos patógenos

A nivel mundial, la implementación de los procesos térmicos en especial de la pasteurización para la leche cruda, ha mejorado la salud pública al reducir las estadísticas de enfermedades transmitidas. Sin embargo, el hecho de utilizar calor (pasteurización) fue inicialmente controvertido y adoptado muy lentamente. En la actualidad aún existen prácticas de elaboración de quesos que no adoptan los tratamientos térmicos por ejemplo en algunos productos lácteos artesanales.

7.6 Microorganismos probióticos en la leche.

La leche es un alimento completo y por sus características y composición es un sustrato ideal para que se desarrollen una gran variedad de microorganismos. Un grupo especial son las bacterias ácido lácticas, las cuales están formadas por *lactococcus*, *leuconostoc*, *pediococcus*, *streptococcus*, *lactobacillus*, *carnobacterium*, *enterococcus*, *vagococcus*, *aerococcus*, *te-tragonococcus*, *alloiococcus*, *bifidobacterium*.

Este importante grupo de microorganismos son generadores de características como la textura. Además, son necesarios para determinar las condiciones para la elaboración de productos lácteos fermentados, la fermentación de la lactosa genera o produce acidez, lo que impacta en el perfil sensorial deseable para la elaboración de productos como el yogurt y los quesos.

Además, resultan beneficiosos en la producción de crema y mantequilla, dado que una mínima acidificación facilita y acelera su proceso de elaboración y mejora la productividad. Algunas de estos microorganismos generan polisacáridos que incrementan la viscosidad de la leche y a su vez modifican su textura. Otra aportación de los microorganismos es nivel sensorial, siendo el diacetilo el compuesto principal que produce el aroma característico de la mantequilla.

Dentro de estos microorganismos, existen los probióticos que pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Escherichia coli* y *Saccharomyces boulardii* (Serrano et al., 2015). La FAO/OMS (2001) declara como probiótico a un “microorganismos vivos que confieren efecto

beneficioso para la salud del hospedador, cuando se administran en cantidad adecuada”. Un probiótico es considerado un producto “GRAS” (“generally recognized as safe”, por su acrónimo en inglés), es decir seguro (Serrano et al., 2015).

La importancia de estos microorganismos probióticos está respaldada por los avances científicos recientes en cuanto a la relación existente entre dichos microorganismos benéficos y el nivel de salud de una persona. Numerosos autores intentan demostrar los efectos beneficiosos de estos microorganismos en diversas enfermedades, como: diarreas, síndrome inflamatorio intestinal (EII), intolerancia a la lactosa, úlcera gastroduodenal, infecciones respiratorias, colesterol, diabetes, cáncer, obesidad entre otros (de Vrese & Offick, 2010; Lee et al., 2015; Quigley, 2019; Roobab et al., 2020).

Por lo tanto, para lograr ventajas en la salud, se aconseja una dosis de 5 mil millones de unidades formadoras de colonias (UFC) durante un mínimo de 5 días (5×10^9 UFC / día). Así pues, un producto probiótico debería incluir más de 10^6 - 10^8 CFU/g o más de 10^8 - 10^{10} UFC/dosis de células viables.

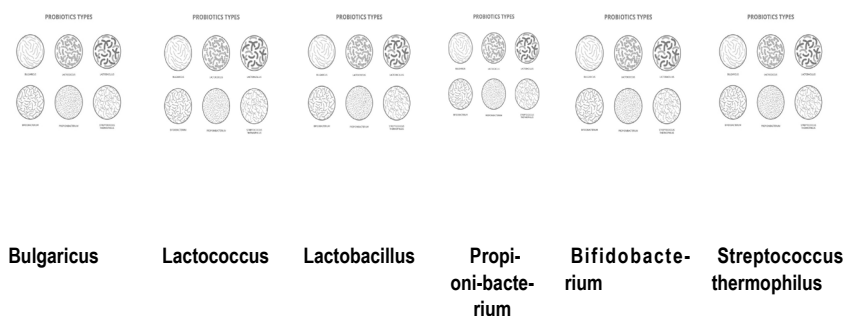


Figura 7.7. Tipos de microorganismos probióticos

6.7 Prácticas recomendadas.

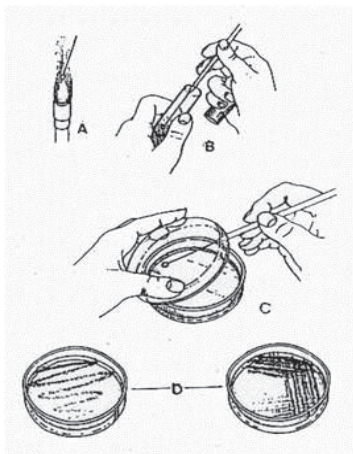
Como parte del reforzamiento de los conocimientos transmitidos de este capítulo a los productores, se agregó el contenido de una sección práctica. Esta sección está dividida en 2 sesiones. En la primera, el quesero realizará una toma de muestra de su establecimiento, taller o negocio una toma de muestra. El objetivo es verificar las condiciones higiénicas de las instalaciones de trabajo.

Se sugiere tener acceso a una planta piloto, un laboratorio microbiológico y un profesor (en el proyecto con los y las queseros de Santa Fe, se contó con el CIATEJ que cuenta todo ello).

Práctica 1. Toma de muestras de los establecimientos

1. A cada empresa o artesano se les entregará un kit de muestreo, que constará de: Placas para tomar una muestra (caja petri con medio de cultivo), cintillas, parafilm y 3 hisopos.
2. Se les solicita la toma de muestras de:
 - a. Leche
 - b. Piso
 - c. Mesa de trabajo 1
 - d. Mesa de trabajo 2
 - e. Malla con que presionan
 - f. Cámara de refrigeración donde están los ventiladores
 - g. Cámara de refrigeración (mesas donde se almacenan)
 - h. Manos sin lavar
 - i. Prensas
 - j. Liras o utensilios de corte.

3. Paso a paso de la toma de muestra en sus instalaciones.



- a. Con el hisopo. Tomar la muestra indicada. Como se ve en la figura B.
- b. Se abre el hisopo y se procede a tomar la muestra inmediatamente en los lugares de muestro seleccionados.
- c. El hisopo con la muestra se frota suavemente en las placas que se le proporcionaron en el kit (como se observa en C y D).
- d. Se cierra la placa y se sella la apertura de la caja con parafilm (se guardan en una bolsa en refrigeración).
- e. Se coloca de forma invertida hasta la siguiente sesión (2 días posteriores).
- f. Se toman fotografías de la toma de muestra y se tomara foto diariamente para ver su evolución.



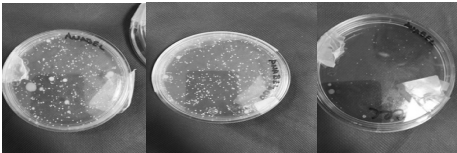
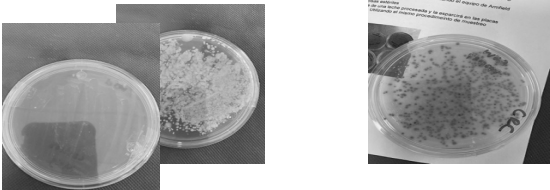


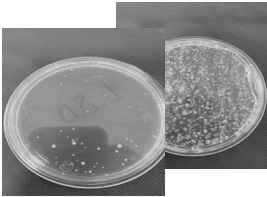
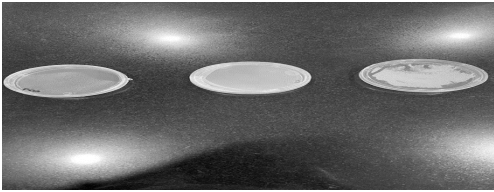
Figura 7.8. Ejemplo de toma de muestra

Se sugiere que quien tome la muestra deberá lavarse las manos previamente. Las muestras deberán guardarse en una bolsa en el refrigerador selladas para su revisión la siguiente sesión.

NOTA: Jamás se tocan las placas. Tomar fotos de la evidencia de la toma de muestra y de las placas el primer día.

Resultados de la sesión práctica:

Empresa	Muestreo	Fotos
Lácteos Ana-bel	Moldes de Adobera	
Lácteos Mely	Leche cruda	

David Arana	Manos sin lavar	 
La mesita	Refrigeración	 
Lácteos Toñita	Manos sin lavar	

Práctica 2. Pasteurización de leche bronca de vaca en instalaciones piloto.

En esta segunda práctica se revisará y evaluará el uso de equipos: Pasteurización en marmita (VAT, lenta) vs. sistema UHT. Se observará el efecto de la pasteurización de la leche bronca, la evaluación de los métodos que se aplican para la conservación de la leche y el uso de esta tecnología para la elaboración de queso. Se realizará una validación microbiológica bajo la siembra en placas para la verificación de la materia prima (leche) y el producto tratado y envasado.

Indicaciones previas:

- Presentarse conforme a las directrices señaladas previo a las prácticas

- Vestir con bata blanca, ordenada y de mangas largas, cofia, cubrebocas y zapatos de suela baja
- Al entrar al sitio de la práctica, con el celular apagado y mantener la atención debida al coordinador(es) de la sesión
- Es necesario llevar el documento de la práctica impresa para seguir adecuadamente el procedimiento
- Tomar responsabilidad por la correcta utilización del material y equipo que se les brinde durante las prácticas
- Acatar las directrices e instrucciones del coordinador y del responsable del laboratorio o planta piloto
- Conservar el orden en el sitio de trabajo designado y en la planta piloto
- No introducir alimentos y bebidas

Introducción. La pasteurización es un tratamiento térmico muy suave, a diferencia de una esterilización, ésta última se realiza a condiciones térmicas superiores. Como tecnología, su meta principal consiste en eliminar los microorganismos patógenos en los alimentos con el fin de prolongar su durabilidad. Utilizando este proceso, las características nutrimentales y organolépticas de los no sufren grandes modificaciones. A través de la pasteurización, el calentamiento conduce a la disminución o reducción de una cantidad de microorganismos que degradan alimentos como la cerveza, el vino y el vinagre. En el sector lácteo, se establecen las condiciones de tiempo y la temperatura para eliminar dicha contaminación considerando un mínimo efecto en la calidad sensorial y nutritiva de la leche.

El tratamiento tiene la eficacia necesaria para eliminar a las bacterias patógenas más resistentes, como *Mycobacterium tuberculosis*. Los seres vivos capaces de sobrevivir son los generadores de esporas y los termofílicos o termodúricos.

Se emplean tres técnicas de pasteurización para la leche: baja temperatura – tiempo largo (63.5 °C durante 30 min), alta temperatura – tiempo corto (72 °C durante 15 segundos) y temperatura ultra alta (130 °C durante 1 segundo). Adicionalmente, al eliminar los patógenos, se consigue un producto con una vida media de anaquel en refrigeración de 7-10 días.

Materiales y métodos:

- Previo a la pasteurización, la leche bronca se filtrará poco a poco y se homogeneizará, utilizando un equipo piloto, previamente sanitizado.
- Previo al proceso de pasteurización se medirá la temperatura y el pH de la leche.

a) **Medición de la temperatura**

La temperatura juega un papel crucial en la preservación y/o degradación de la leche. La temperatura de la leche cruda fluctúa dependiendo del tratamiento al que se le somete tras la ordeña; puede refrigerarse a una temperatura menor a los 10 °C o ser llevada hasta los centros de acopio para su almacenamiento.

Material: Termómetro, recipiente de plástico, leche bronca.

1. Depositar la cantidad suficiente de leche de prueba, bien mezclada.
2. Introducir el termómetro, manteniendo éste en posición inclinada, de tal manera que, no se tenga problema en la lectura.
3. Revisar el termómetro, y registrar la temperatura.

b) **Medición del pH**

El pH, también conocido como potencial de hidrógeno, es un índice que muestra la acidez de la leche y de otros alimentos y bebidas. Su lectura puede realizarse mediante la utilización de un equipo llamado potenciómetro, que registra el valor de los iones hidrógeno (H^+) provenientes de los ácidos presentes en los alimentos, tal es el caso del ácido láctico proveniente de la lactosa fermentada.

Material y Equipo: Potenciómetro digital (pH metro), vasos de precipitado de 100 mL (3), muestra de leche bronca

Procedimiento

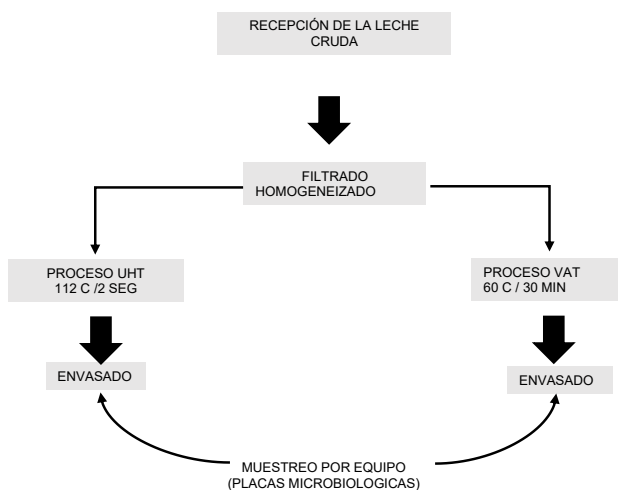
1. Colocar 70 mL de cada muestra de leche en un vaso de precipitado.
2. Calibrar el electrodo del potenciómetro, una vez calibrado, introducir el electrodo en el vaso de precipitado, mantenerlo unos 15 segundos.
3. Registrar la lectura
4. Limpiar el electrodo con agua destilado, secar con un pañuelo de papel absorbente, sin frotar. Verificar la limpieza.
5. Apagar el equipo

c) Pasteurización

- Cada muestra se procesará con dos métodos de pasteurización. El primero utilizará baja temperatura - largo tiempo (63.5 °C por 30 min) mediante el uso de una marmita (VAT).

El segundo método, se utilizará una ultra alta temperatura (UHT, 130 °C por 1 segundo) utilizando el equipo de Armfield de nivel piloto.

- Se toman muestras de leche pasteurizadas en bolsas estériles
- Cada empresa tomará una muestra de una leche procesada y la esparcirá en las placas proporcionadas por los instructores. Utilizando el mismo procedimiento de muestreo anteriormente revisado.



Resultados obtenidos con los queseros de Santa Fe, Zapotlanejo.

Con este tipo de práctica, trabajando con los queseros artesanos fue posible comprobar el proceso de pasteurización para la leche cruda, se reconoció que se trata de un proceso tecnológico que utiliza un incremento de temperatura durante un tiempo específico. Fue posible identificar por parte de los productores que, el objetivo de una pasteurización eliminar únicamente microorganismos patógenos que se encuentran en la leche cruda y también alargar su vida de anaquel utilizando complementariamente la refrigeración. En las **Figuras 7.9 a 7.14** se observan diferentes escenas de la parte práctica.



Figura 7.9. Explicación y preparación de las condiciones de pasteurizado UHT y VAT.



Figura 7.10. Vista al microscopio y proceso de pasteurizado UHT y VAT envasado bajo condiciones asépticas.



Figura 7.11. Siembra en placa de las leches pasteurizadas en condiciones asépticas.

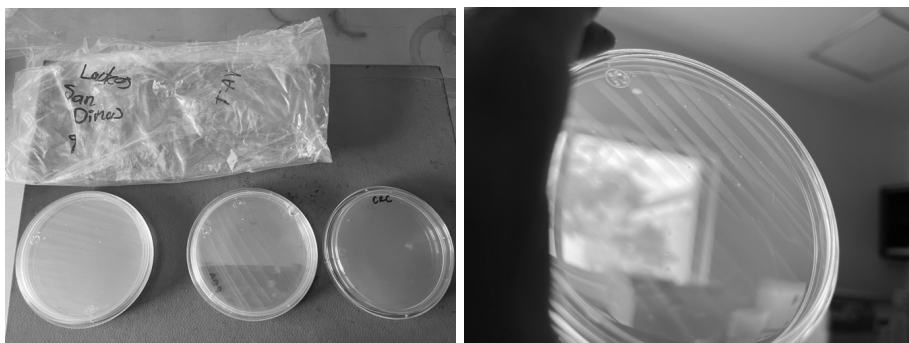


Figura 7.12 Resultado de la siembra en placa de las leches pasteurizadas en condiciones asépticas. Lácteos San Dimas.



Figura 7.13. Resultado de la siembra en placa de las leches pasteurizadas (VAT y UHT) en condiciones asépticas. Lácteos Enciso y La Mesita.

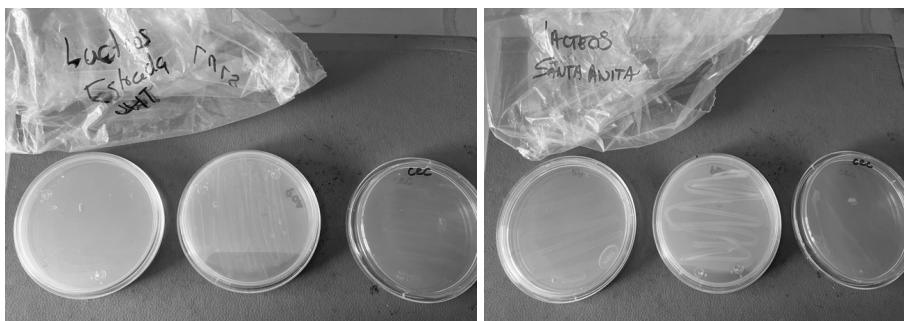


Figura 7.14. Resultado de la siembra en placa de las leches pasteurizadas (UHT) en condiciones asépticas. Lácteos Estrada y Lácteos Santa Anita.

7.8 Bibliografía.

- Amit, S. K., Uddin, Md. M., Rahman, R., Islam, S. M. R., & Khan, M. S. (2017). A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture & Food Security*, 6(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0130-8>
- Boor, K. J., Wiedmann, M., Murphy, S., & Alcaine, S. (2017a). A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *Journal of Dairy Science*, 100, 9933–9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>

- Boor, K. J., Wiedmann, M., Murphy, S., & Alcaine, S. (2017b). A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *Journal of Dairy Science*, 100, 9933–9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
- Caballero - Torres, Á. E. (2008). *Temas de Higiene de los Alimentos* (primera, Vol. 1). Editorial Ciencias Médicas.
- de Vrese, M., & Offick, B. (2010). Probiotics and Prebiotics: Effects on Diarrhea. *Bioactive Foods in Promoting Health: Probiotics and Prebiotics*, 205–227. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374938-3.00014-1>
- Enright, J. B., Sadler, W. W., & Thomas, R. C. (1957). Pasteurization of Milk Containing the Organism of Q Fever. *American Journal of Public Health and the Nations Health*, 47(6), 695. <https://doi.org/10.2105/AJPH.47.6.695>
- Indumathy, M., Sobana, S., Panda, B., & Panda, R. C. (2022). Modelling and control of plate heat exchanger with continuous high-temperature short time milk pasteurization process – A review. *Chemical Engineering Journal Advances*, 11, 100305. <https://doi.org/10.1016/J.CEJA.2022.100305>
- Lee, D. K., Park, J. E., Kim, M. J., Seo, J. G., Lee, J. H., & Ha, N. J. (2015). Probiotic bacteria, *B.longum* and *L. acidophilus* inhibit infection by rotavirus in vitro and decrease the duration of diarrhea in pediatric patients. *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology*, 39(2), 237–244. <https://doi.org/10.1016/J.CLINRE.2014.09.006>
- Lewis, M. J., & Heppell, N. J. (2000). *Continuous thermal processing of foods: pasteurization and UHT sterilization* (Aspen Publishers., Ed.).
- Maréchal, C. le, Thiéry, R., Vautor, E., & Loir, Y. le. (2011). Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products-A review. *Dairy Science and Technology*, 91(3), 247–282. <https://doi.org/10.1007/S13594-011-0009-6/FIGURES/3>
- Quigley, E. M. M. (2019). Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 17(2), 333–344. <https://doi.org/10.1016/J.CGH.2018.09.028>
- Rahman, M. S. (2020). *Handbook of Food Preservation* (CRC Press, Ed.).

- Ramesh M N. (2007). Pasteurization and Food Preservation. In CRC Press (Ed.), *Handbook of Food Preservation* (2nd ed., pp. 589–602). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420017373-32>
- Riveros-Galán, D. S., & Obando-Chaves, M. (n.d.). *Mastitis, somatic cell count, and its impact on the quality of dairy-products ... An omission in Colombia?: A review ¿Uma omissão na Colômbia?: Revisão de literatura*. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v34n4a01>
- Roobab, U., Batool, Z., Manzoor, M. F., Shabbir, M. A., Khan, M. R., & Aadil, R. M. (2020). Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics. *Current Opinion in Food Science*, 32, 17–28. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2020.01.003>
- Serrano, S., Burillo, T., Fernández, C., López, J., Serrano, P., & Hernández, C. (2015). Microorganismos probióticos y salud. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 56(1), 45–59. <https://doi.org/10.4321/S2340-98942015000100007>
- Stumbo, C. R. (1973a). CHAPTER 1 - Introduction. In C. R. Stumbo (Ed.), *Thermobacteriology in Food Processing (Second Edition)* (pp. 1–6). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-675352-3.50009-7>
- Stumbo, C. R. (1973b). CHAPTER 8 - Thermal Resistance of Bacteria. In C. R. STUMBO (Ed.), *Thermobacteriology in Food Processing (Second Edition)* (pp. 93–120). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-675352-3.50016-4>
- Tamime A. Y. and Marshall, V. M. E. (1997). Microbiology and technology of fermented milks. In B. A. Law (Ed.), *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk* (pp. 57–152). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1121-8_3
- Tucker, G., & Featherstone, S. (2010). Microbiology of Heat Preserved Foods. In *Essentials of Thermal Processing* (pp. 1–28). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781444328622.ch1>

Capítulo VIII

Aspectos sanitarios y de higiene en las instalaciones del procesamiento de queso.

*Suárez-Jacobo, Á.¹⁵; Rodríguez-González, E.¹⁶;
Velázquez-Rodríguez, A.¹⁷ y Alcázar-Valle, E. M.¹⁸.*

8.1 Introducción.

El cuidado de los alimentos comprende a todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad de los alimentos en toda la cadena, comprendida por la recepción de la materia primaria, procesamiento, almacenamiento, y distribución del alimento hasta el consumidor final (OMS. CODEX ALIMENTARIUS).

Por lo que se debe de garantizar la inocuidad del procesamiento de queso mediante la aplicación de prácticas de higiene adecuadas desde el inicio hasta el término del procesamiento del producto.

El presente capítulo tiene por objetivo revisar los aspectos sanitarios para una planta productora de queso con base en el concepto de diseño higiénico.

8.2 Fuentes de contaminación microbiológica.

Un microorganismo es una forma de vida microscópica que se encuentra en cualquier cosa que no haya sido esterilizada o desinfectada, los mi-

¹⁵ *Unidad de Tecnología Alimentaria. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Camino Arenero 1227, El Bajío, C.P. 45019. Zapopan, Jalisco, México
asuarez@ciatej.mx.

¹⁶ erodriguez@ciatej.mx.

¹⁷ alexvr97@gmail.com

¹⁸ ealcazar@ciatej.mx.

croorganismos más comunes en los productos lácteos son: mohos, levaduras y bacterias (Serrano y col., 2015)

Los nutrientes de los alimentos que los seres humanos necesitamos también son nutrientes para los microorganismos que causan enfermedades.

El aire, polvo, el contacto con utensilios o alimentos contaminados, las manos sucias, el agua contaminada, los insectos (moscas) y roedores son las principales vías de contaminación en los alimentos (Rosas, 2007).

Estas vías de contaminación pueden atraer microorganismos patógenos o parásitos (Tabla 8.1) que pueden producir intoxicación alimentaria. Algunos de los síntomas por intoxicación son: diarrea, fiebre, vómito, dolor muscular, dolor estomacal y deshidratación.

Tabla 8.1 Principales patógenos asociados a la contaminación microbiana de alimentos

Bacteria	Protozoo	Nematodos	Virus
<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Cryptosporidium parvum</i>	<i>Trichinella spiralis</i>	Hepatitis A
<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Cyclospora cayetanensis</i>		SRSV
<i>Escherichia coli</i>	<i>Giardia lamblia</i>		Calicivirus
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Toxoplasma gondii</i>		Astrovirus
<i>Salmonela</i>			
<i>Shigella</i>			

Existen entidades gubernamentales encargadas de establecer y hacer cumplir las regulaciones relacionadas a la inocuidad y seguridad alimentaria. En México, algunas entidades encargadas de esta labor son la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Salud y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Sin embargo, es responsabilidad de las empresas tener procesos inocuos que garanticen la seguridad de los alimentos (FDA. FSMA Rules & Guidance for industry).

8.2.1 Prácticas de prevención.

Algunas prácticas de prevención de contaminación microbiológica en alimentos son:

- Usar ropa protectora, guantes y máscaras al manipular alimentos.
- Lavar y usar ropa limpia todos los días.
- Higiene frecuente de las manos durante la jornada laboral, especialmente en la entrada y salida de las áreas de producción. La higiene de las manos debe realizarse después de estornudar o toser.
- Evitar tocarse el rostro, dentro de las áreas de producción
- Prácticas estándar de limpieza y desinfección (Tabla 8.2).

Tabla 8.2 Diferencias entre limpieza y desinfección (Codex Alimentarius Commission, 2003).

Limpieza	Desinfección
Es la eliminación de tierra, materia orgánica, residuos químicos, entre otros. Se puede realizar manualmente o mediante limpiadores automáticos, con agua, detergentes, limpiadores enzimáticos o temperaturas elevadas	Proceso que reduce la cantidad de microorganismos patógenos. La desinfección puede llevarse a cabo mediante pasteurización húmeda o mediante el uso de productos químicos líquidos (amonio cuaternario, isopropanol, etanol, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno)

8.2.2 Pasos de limpieza y desinfección en una industria de lácteos (queso).

Es común que en las plantas que procesan alimentos lácteos se encuentren películas blancas o grisáceas que se forman en los equipos ya que suelen tener restos de sólidos de la leche. Estas películas se acumulan lentamente en las superficies si no se limpian adecuadamente.

Las operaciones lecheras requieren de ocho procedimientos de limpieza (Marriott y Robertson, 1997):

1. Cubrir los equipos eléctricos con película de polietileno o su equivalente.
2. Remover los desechos grandes durante el turno de producción
3. Desmontar el equipo de producción según sea necesario.
4. Enjuagar previamente para eliminar hasta el 90% de los materiales solubles, aflojar la suciedad fuertemente adherida y ayudar a que el compuesto de limpieza penetre en el siguiente paso de limpieza.

5. Aplicar el (los) compuesto(s) de limpieza utilizando el equipo de limpieza adecuado. Una buena regla para recordar es que lo similar limpia lo similar. Por lo tanto, una suciedad ácida requiere de un limpiador ácido, mientras que un compuesto de limpieza alcalino funciona mejor para eliminar una suciedad alcalina.
6. Enjuagar para eliminar la suciedad y los compuestos de limpieza y evitar que la suciedad se vuelva a la superficie limpia.
7. Inspeccionar para asegurarse que el área y el equipo estén limpios y corrija cualquier problema.
8. Desinfectar para destruir los microorganismos, lo más común en la industria láctea es emplear vapor, agua caliente y desinfectantes químicos para la sanitización y limpieza de los utensilios y áreas de trabajo.

Además de emplear un método de limpieza y desinfección adecuado, es importante generar un programa de saneamiento, para de esta forma producir alimentos limpios y seguros.

8.2.3 Programa de saneamiento.

Consiste en un cronograma de limpieza y desinfección que planifica las operaciones de limpieza en el área de producción. Tiene como objetivo eliminar la suciedad y mantener controlada bajo mínimos la carga microbiana.

El programa de saneamiento se debe de aplicar en todas las superficies de trabajo que incluyen: utensilios, equipos, paredes, suelos, techos y todas las áreas que están involucradas en la elaboración del alimento.

El tener un buen programa de saneamiento además de reducir la carga microbiana en las instalaciones de la planta y el equipo empleado para la producción de los alimentos, también ayuda a disminuir las pérdidas materiales y económicas. Una ineficiente limpieza afecta la calidad del producto final y por ende puede afectar las ganancias de su operación.

8.3 Consideraciones sanitarias para la construcción de una planta procesadora de lácteos.

Una planta en la que se procesan alimentos debe estar diseñada de manera que facilite su limpieza y desinfección. Por lo tanto, se deben de considerar algunos factores como la iluminación, la ventilación, el código de tuberías, los acabados sanitarios, las posibles amenazas y los criterios de diseño de equipo para un procesamiento higiénico.

8.3.1 Iluminación (NOM-025-STPS-2008).

Es la cantidad de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes (Tabla 8.3).

Luxes (lux): Es la unidad de iluminación, en sentido básico, expresa cuánta luz o qué tan intensa es la iluminación sobre una superficie. Es el parámetro que manejan las normas oficiales y existen dispositivos con los que se puede medir

Tabla 8.3 Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (luxes)
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos, salas de espera, salas de descanso, plataformas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco.	Cuartos de máquinas, recepción y despacho, casetas de vigilancia.	200
Distinción clara de detalles: ensamble de inspección moderadamente difícil, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Almacenes, laboratorios, salas de cómputo, áreas de dibujo.	500
Distinción fina de detalles: trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión.	Área de empaque, laboratorio de control de calidad, talleres, acabado de alta precisión.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas.	Planta de proceso, ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000

De acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo” se debe de realizar un reconocimiento de los niveles de iluminación en el área de trabajo, dicha actividad se realiza en campo, con lo que se identifica:

- Áreas y tareas visuales asociadas a cada área.
- Iluminación deficiente o en exceso. El recorrido por cada área de trabajo debe verificar la calidad de la iluminación para cada puesto de trabajo con tarea visual. Se deben recabar, antes y después conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, los datos siguientes:
- El recorrido por cada área de trabajo debe verificar la calidad de la iluminación para cada puesto de trabajo con tarea visual.
- Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo.
- Potencia de las lámparas.
- Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio.
- Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo.
- Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada.
- La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

Una vez realizado el registro de reconocimiento, se ejecuta la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas o puestos de trabajo de acuerdo con lo establecido en el Apéndice A de la Norma Oficial Mexicana (NOM-025-STPS-2008).

Determinar el factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación, según lo establecido en el Apéndice B de la Norma Oficial Mexicana (NOM-025-STPS-2008).

A partir de la evaluación, se pueden adoptar las medidas de control necesarias como:

- Dar mantenimiento a las luminarias, que deberá tomar en cuenta lo siguiente:
 - A) Limpieza de las luminarias;
 - B) Ventilación de las luminarias, y
 - C) Evitar materiales que emiten el deslumbramiento directo y por reflexión.
- Modificar el sistema de iluminación.
- Instalar iluminación complementaria considerando:
 - D) Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador;
 - E) Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores;
 - F) Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, y
 - G) Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

8.3.2 Ventilación.

Factores como la emisión de dióxido de carbono por la respiración de los trabajadores en las áreas de trabajo inducen una disminución de la tasa de oxígeno, por lo que surge la necesidad de la renovación de aire en los locales. Una buena ventilación permitirá:

- Aportar aire nuevo necesario para la respiración.
- Evacuación de olores y/o gases tóxicos.
- Aporte de aire para los equipos y maquinaria que consuman oxígeno.
- Protección de mohos y degradaciones debidas al vapor de agua.

8.3.3 Código de colores en tuberías.

Existe un código de colores (NOM-026-STPS-2008) con el cual se puede identificar fácilmente el riesgo que representa un determinado fluido conducido por tuberías (**Tabla 8.4**).

Adicionalmente, se recomienda el uso de leyendas que indique información adicional, por ejemplo: tóxico, inflamable, explosivo, irritante, corrosivo, reactivo, riesgo biológico, alta temperatura, baja temperatura, alta presión.

Tabla 8.4 Código de colores en tuberías.

Color de seguridad ≥ 50%	Color de contraste.	Significado
Rojo	Blanco	Identificación de fluidos para el combate de incendio conducidos por tubería.
Amarillo	Negro	Identificación de fluidos peligrosos conducidos por tubería.
Verde	Blanco	Identificación de fluidos de bajo riesgo conducidos por tubería.

También de acuerdo con la NOM-026-STPS-2008, son fluidos peligrosos todos aquellos sometidos condiciones extremas de presión ($\geq 668\text{kPa}$) o temperatura ($\geq 50^\circ\text{C}$ o por debajo de los 0°C):

En las instalaciones de una quesería es necesario contar con una instalación de gas y agua corriente y, dependiendo del proceso, agua de enfriamiento y vapor.

8.3.4 Acabados sanitarios.

La NOM-251-SSA1-2009, “PRACTICAS DE HIGIENE PARA EL PROCESO DE ALIMENTOS, BEBIDAS O SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS” estipula en el capítulo 5, las disposiciones con las que debe cumplir cualquier establecimiento que lleve a cabo un proceso de alimentos.

La selección de recubrimientos para techos y paredes suele ser sencilla, en el caso de los pisos existe una serie de factores a considerar, como lo puede ser: tipo de mantenimiento y resistencia al mismo, facilidad de aplicación, resistencia a temperaturas altas o bajas y agentes químicos o de limpieza. Resistencia al peso, movimiento y vibración de los equipos. Capacidad de soportar alto tráfico, impermeabilidad, homogeneidad, entre otros. Las puertas y ventanas de las áreas de producción deben estar provistas de protecciones para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas. Además, se debe evitarse que las tuberías, conductos, rieles, vigas, cables, mangueras, pasen por encima de tanques y áreas de producción donde el producto sin envasar esté expuesto. Sin embargo, en donde exista esta situación las condiciones de mantenimiento deben ser las óptimas.

Los materiales a utilizar, para pisos se prefiere utilizar película de vinil flexible homogéneo o un material aséptico de similar característica

que sea resistente a la abrasión, bacteriostático y fungistático, con un espesor mínimo de 2 mm y fijado de acuerdo a especificación del fabricante, y para paredes se prefiere utilizar un recubrimiento aséptico que sea resistente a lavado recurrente, anti hongos, anti moho, antibacterial, sin plomo, resistente al uso de químicos y sin emisión de vapores.

8.3.5 Amenazas en el procesamiento higiénico.

La contaminación es la introducción de cualquier agente o sustancia externa no añadida de manera intencional al producto que pueda comprometer la seguridad del alimento. Algunas fuentes potenciales de contaminación por cuerpos extraños pueden dividirse en:

- Materia prima y bienes contaminados: Piedras, hojas, arena, partes de reemplazo, empaques.
- Maquinaria de proceso: Tornillos, empaques, trozos de metal, plástico o vidrio.
- Ambiente: Recubrimiento de paredes y techos, fibras o polvo.
- Personales: Accesorios, guantes, herramienta, etc.

Además de la contaminación por cuerpos extraños, otros tipos de contaminación a considerar en un procesamiento de quesos es la contaminación química y la microbiológica (**Tabla 8.5**)

Tabla 8.5 Algunos tipos de contaminación.

Contaminación	Definición
Química	Este grupo abarca los aditivos y lubricantes para maquinaria, productos de limpieza y desinfección, restos de material de empaque
Microbiológica	Son todos los microorganismos patógenos o de deterioro que pueden ocasionar algún daño en el alimento o inclusive problemas en la salud. Las maneras más prácticas de eliminar, reducir o inhibir el crecimiento los microorganismos son la sanitización por tratamientos físicos y/o químicos (mencionadas en la sección anterior). Un factor importante para evitar la contaminación microbiológica, es mantener el ambiente tan seco como sea posible, debido a que algunas de las rutas más comunes de contaminación microbiológica son: agua de servicio, lubricantes, enfriadores y fluidos de transmisión de señal, a través del aire y de origen humano (principal).

8.3.6 Criterios para el diseño higiénico de equipos.

Dentro del diseño de equipo podemos considerar dos tipos:

- Equipo abierto. El producto y/o la superficie en contacto con el producto se encuentran expuestos al ambiente alrededor del equipo. La exposición al ambiente existe, sin embargo, es, o debe ser limitada. Aplica usualmente en equipos con geometrías complejas.
- Equipo cerrado. La exposición del producto al ambiente es inexistente. Además, de su diseño los equipos se pueden clasificar en función a su limpieza (higiene).

El equipo higiénico de clase I es aquel en que la limpieza se lleva a cabo en el sitio de operación, y no requiere desarmar alguna parte de este.

El equipo higiénico de clase II es aquel en que la limpieza se lleva a cabo después de desmontarse de sitio.

8.3.7 Recomendaciones generales para la construcción de una planta procesadora de quesos.

En general se debe de considerar la capacidad del drenaje contemplando la tubería donde se maneja el producto, los equipos y recipientes. Además de las superficies y fondos horizontales deben evitarse, en cambio, se debe de utilizar equipos con fondos ligeramente inclinados o con alguna curvatura hacia la descarga para su fácil limpieza (**Figura 8.1**).

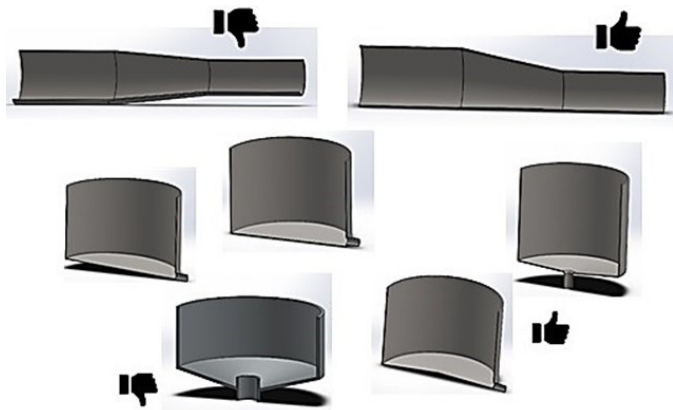


Figura 8.1 Capacidad de drenaje

Es importante mantener los bordes, ángulos y dobleces de los equipos en un radio mayor a 3mm (**Figura 8.2**).



Figura 8.2 bordes, ángulos y dobleces

Además, es importante el que la soldadura en las juntas debe ser continua, se debe de evitar que se traslapen y generen presión

Es recomendable que en todo momento se mantenga el equipo cubierto o al menos el mayor tiempo posible dentro del proceso de producción, para asegurar la seguridad del alimento.

Se debe de buscar que la zona de producción contenga solo el equipo necesario para elaborar el producto.

Las válvulas que deriven de una línea de producto y para descarga deben tener la distancia mínima posible al recipiente o línea principal para evitar volúmenes muertos.

8.3.8 Materiales para construcción de equipos en contacto con alimentos.

En la industria de alimentos, los materiales de construcción de instalaciones o equipos se eligen en función de ciertas características: resistencia térmica, resistencia a la corrosión, conductividad térmica, costo, etc. Algunos ejemplos de materiales son:

Aceros inoxidables

En la industria de los lácteos, y la alimentaria en general, se prefiere el uso de acero inoxidable, aluminio y cobre alimentario.

Dentro de los aceros inoxidables existe una clasificación de acuerdo a su contenido de elementos. Ésta distinta proporción de elementos les da distintas cualidades como resistencia a la temperatura, dureza, características magnéticas, resistencia a la corrosión, fragilidad, etc.

La selección del acero inoxidable más adecuado puede consultarse como referencia las regulaciones existentes en EE.UU. En la Unión Europea existen las regulaciones del Consejo Europeo en la Ley general de Alimentos.

En resumen, los puntos más relevantes que podremos encontrar estipulan que:

- Los materiales de la aleación, en condiciones normales, no transfieren al alimento sus constituyentes, de forma tal que ocasionen un cambio en las propiedades organolépticas, de composición al alimento para su consumo seguro.
- Evitar la generación de sustancias nocivas
- Ausencia de grietas o cavidades que retengan contaminaciones

Por su gran resistencia a la corrosión y la facilidad de limpieza y desinfección, principalmente se suelen utilizar aceros inoxidables austeníticos.

Los aceros austeníticos se fabrican de alear acero con Cromo (18%), Níquel (8%), Molibdeno, Titanio, entre otros.

La corrosión es el ataque químico a un metal derivado de las condiciones del ambiente, materiales en contacto y/o daños físicos. Existen distintos tipos de corrosión, como lo son: Corrosión uniforme, Corrosión desigual (huecos), Picadura fina, Picadura y Fractura (Figura 8.3).

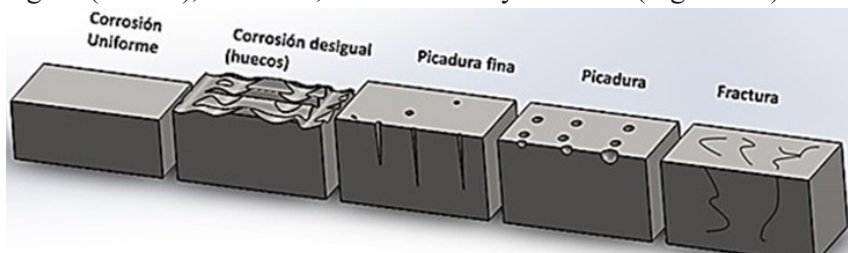


Figura 8.3 Tipos de corrosión.

En la industria de alimentos las fuentes más usuales de corrosión son los agentes de limpieza que contengan hipoclorito de sodio o cloruros orgánicos, salmueras de uso directo en el proceso de alimentos, o en servicios auxiliares, estrés físico del material por compresión o tensión, condiciones ambientales como la humedad, y condiciones de operación como la temperatura. Además, del contacto con otros metales, daños en la capa de óxido, pérdida de cromo en la superficie o estrés físico, daños en la superficie, hendiduras, suciedad acumulada y condensaciones.

Los aceros inoxidables AISI 304 y 316 son los más utilizados, debido a sus características tecnológicas y costos. Donde, el acero AISI 316, presenta mayor resistencia a la corrosión, especialmente en entornos que contienen cloruros, sin embargo, presenta un coste superior.

Elastómeros

Es el tipo de material preferido para usar en mangueras, sellos y empaques. Se componen principalmente de polímeros, además de agentes que les confieren características como plasticidad o elasticidad para una aplicación específica. En su aplicación práctica, los factores determinantes en la vida útil de los elastómeros son: hinchamiento, encogimiento, adhesión y límite elástico.

Plásticos

Los plásticos son polímeros principalmente derivados del petróleo, su característica principal es la plasticidad, es decir, su capacidad de deformarse sin romperse, es por ello que tienen una extensiva aplicación en la industria en general. Los factores a tener en cuenta para el uso de plásticos en la industria de los alimentos son:

- Exposición a luz ultravioleta y ozono: estos agentes ampliamente utilizados generan debilitamiento y degradación de los plásticos.
- Acidez: el pH puede afectar el desempeño de ciertos polímeros.
- Carga electrostática: la fricción genera que ciertos polímeros se carguen eléctricamente, atrayendo bacterias y polvo que suelen ser difíciles de eliminar.

- Fragilidad: considerar la carga máxima que puede soportar cada tipo de plástico.
- Abrasión: incrementa la acumulación de sólidos, biopelículas y por lo tanto complica la limpieza de estos.

En el diseño y la implementación de cualquier tipo de planta procesadora de alimento es necesario que, para mantener la seguridad y la higiene del proceso, exista un buen flujo en la distribución de las operaciones que eviten tiempos muertos, o bien traslapes entre una operación y otra que genere algún tipo de contaminación durante la producción. Por lo tanto, es necesario que exista una distribución de operaciones y equipamiento optima en planta.

8.4 Distribución de operaciones y equipamiento en planta: planificación de distribución sistemática.

La metodología de planificación de distribución sistemática o *Systematic Layout Planning* (SLP, por sus siglas en inglés), desarrollada por Richard Muther en la década de 1960, es ampliamente aceptada y comúnmente utilizada para resolver problemas de diseño de plantas en base a criterios cualitativos. Este método está diseñado para crear varios tipos de diseños de plantas, ya sea para nuevas instalaciones o plantas existentes. El objetivo principal es organizar los elementos físicos necesarios para el funcionamiento de la planta, considerando espacios para el movimiento de materiales, almacenamiento, procesos y actividades de servicio relacionadas (**Figura 8.4**).

El método se aplica de manera jerárquica, en donde el nivel de detalle de cada fase es mayor al anterior (Caputo y col., 2015; Li y col., 2012)

Para poder empezar a trabajar en cada una de las fases es necesario también conocer el procesamiento del producto que se quiere obtener, por lo que es importante realizar una descripción general de producción.

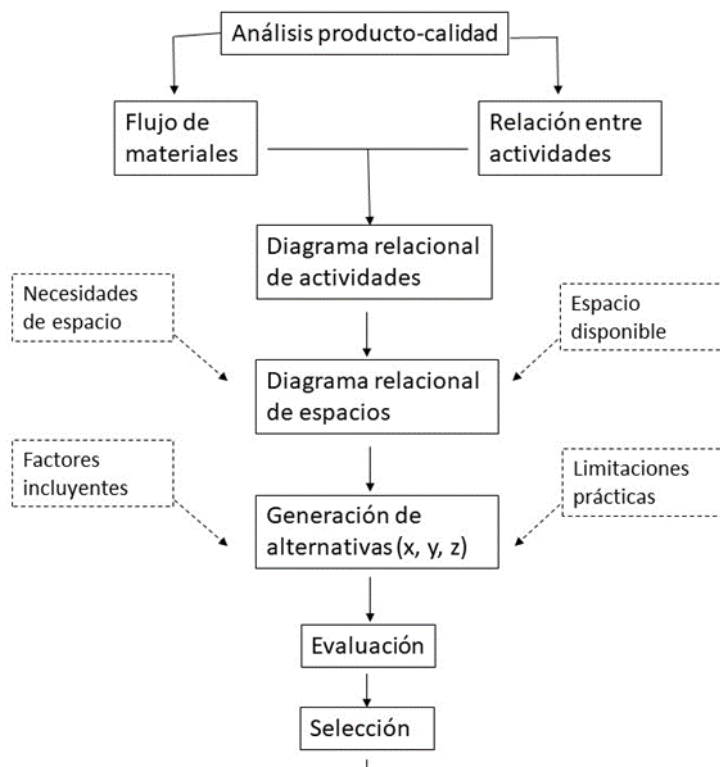


Figura 8.4 Esquema general de la metodología de planeación de distribución sistemática.

8.4.1 Descripción general de producción.

El análisis de la calidad de un producto implica comprender qué se va a producir y en qué cantidades. Si la gama de productos es amplia, se recomienda agrupar los productos similares para facilitar el procesamiento de la información. En este tipo de análisis también implica estudiar el flujo de productos durante la producción, incluida la secuencia y la cantidad de movimientos a través de diferentes operaciones. Se puede utilizar gráficos y diagramas para ilustrar el flujo de materiales, que pueden servir como punto de partida para diseñar estaciones de trabajo, líneas de montaje y áreas de almacenamiento.

Además, el análisis incluye establecer relaciones entre varias actividades, considerando requisitos de construcción, ambientales y de seguridad e higiene, sistemas de manipulación, suministro de energía, gestión de residuos, organización laboral, sistemas de control de procesos y sistemas de información. A menudo se utiliza una tabla relacional de actividades para representar estas relaciones de forma lógica y clasificar su importancia. Esta tabla utiliza un código de letras para expresar las necesidades de proximidad entre actividades, y el código sigue una escala que decrece con el orden de las cinco vocales. En términos prácticos, el análisis de flujo de productos se utiliza para relacionar directamente las actividades involucradas en el sistema de producción, mientras que la tabla relacional permite la integración de medios de producción auxiliares (**Tabla 8.6**).

Tabla 8.6 Código de relación de actividades

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importante ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

El diagrama de relación de actividades, que se muestra en la Figura 8.5, es un gráfico simple. Se ajusta para minimizar el número de intersecciones entre líneas, con el objetivo de mantener las actividades con flujo de material significativo lo más cerca posible.

Para la elaboración de este diagrama, es necesario pronosticar la cantidad de superficie requerida para cada actividad, el espacio necesario dependerá de los factores relacionados con la actividad y el proceso de producción en general. Si las necesidades de espacio exceden la disponibilidad, se deben realizar ajustes.

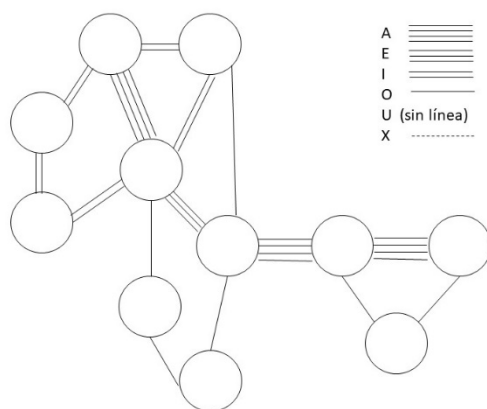


Figura 8.5. Diagrama relacional de actividades

En este diagrama, los símbolos de cada actividad se representan a escala, mostrando el tamaño que ocupa cada una. A estos símbolos se puede agregar otra información sobre el equipo o la disposición de la planta.

Una vez desarrolladas las alternativas de distribución, se debe de seleccionar una. Los métodos para este propósito incluyen la comparación de ventajas y desventajas, el análisis de factores ponderados y la comparación de costos.

8.4.2 Localización, descripción y utilización de la Planificación de la Distribución Sistemática (SLP) en la industria de lácteos.

El diseño del *layout* de una planta de lácteos implica analizar los requerimientos de espacio para cada centro de trabajo, el espacio total disponible, las relaciones logísticas dentro del proceso de producción y los costos asociados al movimiento de materiales. La descripción general del procedimiento SLP, mencionado en la sección anterior, se divide en tres etapas para efectos prácticos: análisis, búsqueda y selección.

8.4.2.1 Análisis.

Para analizar el sistema de producción actual, es necesario contar con in-

formación sobre el flujo de procesos. Esto incluye el movimiento de materias primas, trabajo en proceso y productos terminados. Un diagrama de flujo de procesos ilustra cómo se mueven los materiales a través del proceso y muestra la distancia entre procesos (Figura 8.5).

También es importante comprender las conexiones entre actividades. Esto implica crear una tabla de actividades (Tabla 8.6) para evaluar la importancia de las conexiones entre los departamentos o procesos. Para ello, es importante seguir estos pasos:

- i) Enumere todos los procesos y departamentos
- ii) Pedir a las personas responsables de los procesos y departamentos determinar qué tan importante son sus conexiones.
- iii) Establecer criterios sobre qué tan importante son las conexiones entre los procesos y los departamentos
- iv) Decidir el valor de las conexiones y explicar por qué se dio este valor (si son necesarias, esenciales, importantes, normales, innecesarias o no deseadas)
- v) Dejar que todos los involucrados en la elaboración de la tabla discutan y sugieran cambios

8.4.2.2 Búsqueda de alternativas.

Con el análisis anterior se desarrollan al menos tres alternativas de SLP, siguiendo estos cuatro pasos:

- i) Diagrama relación de espacio. Este paso implica considerar los espacios requeridos para cada departamento y proceso, así como su ubicación
- ii) Considerar modificaciones. En este paso se consideran cambios a lo ya desarrollado en busca de mejoras antes de la propuesta final
- iii) Limitaciones Prácticas. Son limitaciones que por las características de la planta impiden su ubicación en algunas regiones del espacio. Pueden incluir, por ejemplo, limitaciones si la planta ya está construida, así como limitaciones para construir instalaciones eléctricas o de gas.
- iv) Desarrollo de alternativas de SLP. Se desarrollan varias alternativas

en función del espacio, modificaciones y limitaciones para evaluarlas posteriormente.

8.4.2.3 Selección.

En esta etapa final, se evalúan las propuestas de SLP y se selecciona la mejor con base a los siguientes criterios:

- i) Cercanía entre procesos y departamentos: Implica verificar el tipo de cercanía deseada y asignar un valor a la propuesta si se cumple con la cercanía.
- ii) Forma de los departamentos. Evalúa la funcionalidad de los procesos internos calculando el área perimetral de cada proceso y/o departamento.
- iii) Costo de manejo de materiales. Toma en cuenta el costo, flujo y distancia entre departamentos y/o procesos. La opción preferida para esta evaluación es la que tenga el menor costo total.
- iv) Simulación. Implica utilizar simulaciones por computadora para medir el desempeño, mejorar la operación o diseñar el sistema.

8.4.3 Planteamiento de espacios a considerar en el plan *LAYOUT*.

En la planificación del espacio se consideran dos factores: el 20% del espacio se destina a la circulación de materiales, y el 50% del espacio disponible se dedica a la flexibilidad del proceso.

Los procesos se pueden visualizar a través de un diagrama de bloques, que muestra las relaciones entre las actividades, con cada actividad representada individualmente.

Para crear un diseño eficaz, es importante interrelacionar sistemáticamente las actividades de servicio, integrar los servicios de apoyo al flujo de materiales, facilitar el contacto entre el personal, utilizar el mismo equipo para diversas tareas, permitir que el personal realice múltiples tareas y establecer una supervisión y control eficaces.

8.4.4 Principios básicos para la distribución de la planta.

Un buen *layout* de una planta de lácteos deberá cumplir con seis princi-

pios, los cuales deberán guiar el desempeño tanto de los directivos como de los trabajadores:

- i. Integración de conjunto. El mejor *layout* integra las actividades auxiliares y otros factores para asegurar el compromiso de todas las partes implicadas.
- ii. Mínima distancia recorrida. En igualdad de condiciones, siempre es mejor una disposición que minimice la distancia recorrida por los materiales entre operaciones.
- iii. Espacio cúbico. Economizar utilizando eficazmente todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente
- iv. Satisfacción y seguridad. En igualdad de condiciones, será más eficaz una disposición que mejore la satisfacción y seguridad de los trabajadores.
- v. Flexibilidad. Siempre será más eficaz una disposición que se pueda ajustar con el tiempo.

8.4.5 Distribución de espacios de acuerdo con el tipo de producción.

El *layout* de una planta y la forma de manipular los materiales están estrechamente relacionados. El manejo de materiales implica el traslado, empaquetado y almacenamiento de sustancias en diversas formas, como líquidos, sólidos a granel, paquetes, contenedores, etc.

El objetivo principal del manejo de materiales es reducir los costos de producción. Por lo tanto, al diseñar el *layout*, se deben tener en cuenta dos factores: el flujo de materiales y la flexibilidad de los espacios.

Una planta flexible es capaz de adaptarse a cambios significativos en equipos, sistemas de manipulación, almacenamiento, distribución, recepción y características operativas generales.

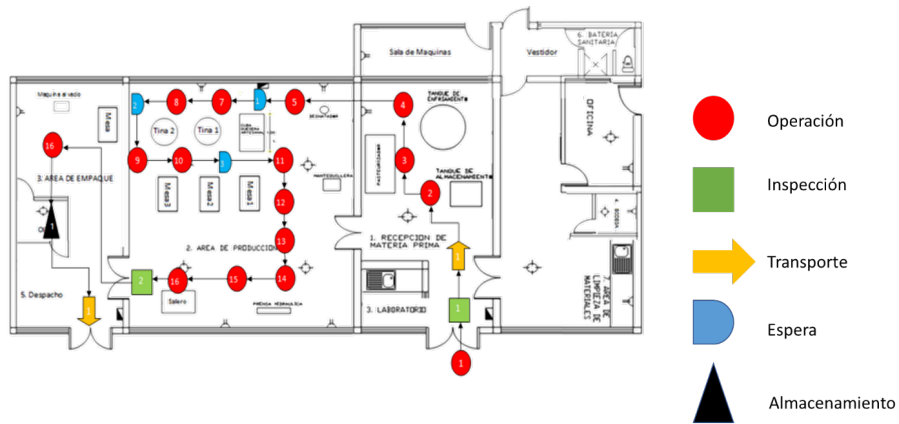
8.5 Conclusión

La higiene alimentaria es crucial para garantizar la seguridad durante todo proceso de producción. En lo que respecta al procesamiento de una plan-

ta de lácteos (queso), es importante garantizar la seguridad mediante el cumplimiento de estrictas prácticas de higiene desde la recepción de las materias primas hasta el producto final. Por lo que es esencial evaluar exhaustivamente las fuentes de contaminación microbiológica, el diseño de las operaciones, el equipo, y la distribución y construcción de la planta.

8.6 Prácticas recomendadas

Para reforzar la teoría de la planificación y distribución en planta a continuación se presenta el diagrama general de proceso para la producción de queso fresco



Tomando en cuenta el diagrama anterior y en base a la experiencia que tiene el productor en la producción desarrollar un diagrama de su proceso de producción, considerando una distribución de planta evitando el cruzamiento de los procesos de producción. Tomar en cuenta las operaciones necesarias, los puntos de inspección del proceso, el transporte de la materia prima y producto, los tiempos de espera y almacenamiento.

8.7 Bibliografía.

- Caputo, A. C., Pelagagge, P. M., Salini, P. (2015). Safety-based process plant layout using enetic algorithm. *Journal of loss prevention in the process industries*, 34, 139-150.
- FDA. FSMA Rules & Guidance for Industry <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/fsma-rules-guidance-industry#-guidance> (accessed Mar 15, 2023).
- Marriott, N. G., Robertson, G. (1997). Dairy Processing and Product Sanitation., 174–187. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6045-6_11.
- Muther, R. (1970). *Distribución en plantas*. Barcelona, Mc Graw Hill 2ed.
- Li, Z. R., Qin, L., Cao, Z. Q. (2012) Application of SLP Method Design of facilities layout in workshop. *Applied Mechanics and Materials*, 190-191, 28-32
- Norma Oficial Mexicana (NOM-025-STPS-2008). Condiciones de iluminación en los centros de trabajo
- Norma Oficial Mexicana (NOM-026-STPS-2008). Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
- Norma Oficial Mexicana (NOM-251-SSA1-2009). Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios
- OMS. CODEX ALIMENTARIUS. PRINCIPIOS GENERALES DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS CXC 1-1969
- https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf (accessed Mar 19, 2023).
- Rosas, M. R. (2007). Contaminaciones Alimentarias. *Offarm*, 26 (6), 95–100.
- Serrano, S., Burillo, T., Fernández, C., López, J., Serrano, P., Hernández, C. (2015). Microorganismos Probióticos y Salud. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 56 (1), 45–59. <https://doi.org/10.4321/S2340-98942015000100007>.

Capítulo IX

Lactosuero: calidad, inocuidad y pretratamientos

Quiñones-Muñoz, T. A.^{19a}; Chombo-Morales, M.P.^{20a} y Moreno-Villet, L.^{21a}*

9.1 Introducción

El lactosuero se considera un subproducto de la industria láctea producido durante la elaboración de queso y otros productos lácteos coagulados. Su composición nutrimental brinda amplias posibilidades de uso, por lo que su transformación aporta gran diversidad de productos derivados como el concentrado y el aislado de proteína de suero, y la lactosa (de Castro et al., 2017). El presente capítulo presenta las propiedades nutrimentales y funcionales principales de la leche y sus derivados, considerados como parámetros de calidad para la elaboración de productos derivados lácteos. Otro parámetro de calidad, de suma importancia, son las características de sanidad, tanto como materias primas, como en los productos finales. El capítulo hace referencia a parámetros que por normativa deben alcanzarse, para que los productos que se pongan a disposición de los consumidores no sean factores de riesgo a la salud. Con el entendimiento de los temas aquí tratados, se podrá visualizar las características a cuidar y los pretratamientos que apoyan al buen manejo de materias primas, y al desarrollo de nuevos productos, como etapa preparativa. Se incluyen los fundamentos de esos pretratamientos, para mejor entendimiento, control y dirección hacia

^{19a}Unidad de Tecnología Alimentaria, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CONACYT-CIATEJ). Sede Zapopan. Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019, Zapopan, Jalisco, México.
taquinones@ciatej.mx * Corresponding author.

²⁰pchombo@ciatej.mx

²¹lmoreno@ciatej.mx

lo que se busca con su aplicación. Dichos pretratamientos aportan también, características que pueden conservar los componentes de la leche y suero, de modo que posteriormente, puedan ser aprovechados en el producto final o por el consumidor.

9.2 La calidad del lactosuero como parámetro para el desarrollo de productos

La calidad de un producto la define la necesidad que debe cubrir. Es decir, el usuario define las características deseables para cubrir el término “producto de calidad”. Un atributo de calidad es toda característica que apoya a satisfacer las necesidades de los usuarios para un producto o un servicio. En este sentido, cada componente podría brindar la característica para ser productos de calidad, con base en las propiedades que brinda el componente y a las que se busquen en los productos, resaltando que ni las necesidades ni los usuarios son únicos, por citar un ejemplo, las necesidades de calidad de leche para un quesero no tendrían por qué ser las mismas que las de un productor de leche ultra pasteurizada. Los principales componentes de la leche que determinan su calidad generalmente son: la grasa, el extracto seco magro y la proteína. Las características organolépticas, la conservación (temperatura, contaminación, integridad de los glóbulos grasos), y contaminantes abióticos (inhibidores de crecimiento microbiano, parasiticidas, hormonas, plaguicidas, metales pesados, nitratos, nitritos y nitrosaminas, micotoxinas, detergentes o desinfectantes, otros), son características que también se consideran para determinar la calidad de la leche y sus derivados (Romero & Mestres, 2004).

El lactosuero (suero de leche) es el *“líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche, mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario; acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína”* (NOM-155-SCFI-2012, 2012). Presenta un color amarillo verdoso, opaco y contiene entre 6.0 y 6.5 % de sólidos totales, lo que constituye cerca del 50 % de los sólidos de la

leche (nutrientes). La clasificación básica incluye: sueros dulces (pH de 5.9-6.6) provenientes de la elaboración de quesos acidificados (pH de 4.0 a 5.8) o madurados; y los sueros salados, provenientes de procesos de salado (de la Huerta Benitez, 2018). El suero comprende aproximadamente el 20 % de la proteína de la leche. Contiene las albúminas y las globulinas, la mayoría de la lactosa y los nutrientes hidrosolubles, como la riboflavina. El suero no presenta precipitados a un pH de 4.6 o por la acción de la renina o cuajo, como ocurre con la caseína. Una vez liberado, el suero comienza a precipitar a temperaturas por debajo de la temperatura de coagulación de la caseína. La evidencia de la precipitación del suero se ve cuando el coágulo de lactoalbúmina (así como el fosfato de calcio) se adhiere al fondo de la sartén y se quema. El suero se concentra por ultrafiltración para producir concentrados de proteína de suero (WPC). WPC/aislado de proteína de suero (WPI) también se usa en suplementos deportivos y barras debido a su alto valor nutricional. Los WPC se agregan con frecuencia al yogur y se secan para usarlos en artículos como blanqueador de café, coberturas batidas, merengue, bebidas de frutas, bebidas de chocolate y carnes procesadas. Los WPI se usan en fórmulas para bebés y la refinería de lactosuero puede producir proteínas que se usan para fortificar bebidas embotelladas (Vaclavik & Christian, 2014). Para la recuperación de las proteínas del suero se aplica una combinación de calor y pH, o también, mediante el uso de polielectrolitos como la carboximetilcelulosa (CMC) (intercambio iónico). Las proteínas del suero, en particular la α -lactalbúmina, tienen altos valores nutritivos, y su composición presenta los aminoácidos necesarios para el correcto funcionamiento biológico del ser humano. Por estas características, el lactosuero tiene importantes aplicaciones nutricias y, derivado de la composición, importantes propiedades funcionales.

El suero comprende del 80-90 % del volumen total de la leche empleada en la elaboración de cuajada (Addai et al., 2020) y a la vez, es un producto fuertemente contaminante del medio ambiente, debido a que mil litros de lactosuero desechado generan aproximadamente 35 kg (o 30-50 g L⁻¹) de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg (o 60-80 g L⁻¹) de demanda química de oxígeno (DQO), que es equivalente a

la de las aguas negras producidas en un día por 500 personas (Muset & Castells, 2017; Osorio González et al., 2018). Los productos comerciales a base de lactosuero incluyen presentaciones líquidas, en polvo, en concentrados líquidos y en líquidos diluidos (endulzados, desmineralizados, deproteinizados, y/o deslactosados). Sobresalen algunos concentrados proteicos líquidos o en polvo, y la lactosa cruda o refinada. Osorio González et al. (2018) menciona como usos potenciales del suero a la producción de biomasa microbiana (para consumo humano o animal), la obtención de lactosa (de bajo índice glicémico y calórico, obtenida por concentración por evaporación, cristalización y filtración), la extracción y producción de metabolitos secundarios (aminoácidos, bacteriocinas, exopolisacáridos), la producción de ácidos grasos orgánicos por fermentación (cítrico, láctico), el uso de microorganismos para la producción de aceites (poliinsaturados) y los biocombustibles (etanol, biogás, hidrógeno).

a. Calidad nutricional.

La leche es el fluido biológico segregado por la glándula mamaria de hembras mamíferas para alimentar a sus crías, es de composición compleja y única. Su composición incluye agua, lípidos, proteínas, carbohidratos, minerales y otras sustancias hidro- y liposolubles, enzimas e intermediarios de su síntesis (Briñez-Zambrano & Castro-Albornoz, 2014). Los principales componentes de leche son la grasa butírica, sólidos no grasos, lactosa, y proteínas (caseína) y debe someterse a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto (NOM-155-SCFI-2012, 2012). Las principales proteínas del lactosuero mencionadas son la β -lactoglobulina, glicomacropéptido, α -lactoalbúmina, seroalbúmina, inmunoglobulinas, lactoferina, lactoperoxidasa, peptona proteasa y proteínas de membrana (Bylund, 2023; de Castro et al., 2017) (ver **Tablas 9.1 y 9.2**).

Tabla 9.1. Componentes de importancia (elaboración propia con: Bylund, 2023; de Castro et al., 2017; Zadow, 2003)

Leche de vaca	Composición promedio % {rango de variación}		
Humedad	87 {85.5-89.5}		
Sólidos totales	13 {10.5-14.5}		
Minerales (Ca, Na, K, Mg) (en solución verdadera)	0.8 {0.6-0.9}		
Grasa (en emulsión aceite en agua)	4.0 {2.5-6.0}		Ácidos grasos saturados (%): Butírico {3.0-4.5}, Caproico {1.3-2.2}, caprílico {0.8-2.5}, cáprico {1.8-3.8}, láurico {2-5}, mirístico {7-11}, palmítico {25-29}, esteárico {3-7}.
			Ácidos grasos insaturados: Oleico {30-40}, linoleico {2-3}, linolenico {≤1}, araquidónico {≤1}.
Lactosa (en solución verdadera)	4.7 {3.6-5.5}		
Proteínas (en solución coloidal/suspensión)	3.5 {2.9-5.0} (% de la composición total en leche)		Caseína: 79.5 (% de la composición total de proteína en leche: % ctp) α _{s1} -caseína: 30.6 % α _{s2} -caseína: 8.0 % β-caseína: 30.8 % κ-caseína: 10.1 %
			Proteínas del suero: 19.3-20 % ctp α-lactalbumina: 3.7 % β-lactoglobulina: 9.8 % Seroalbúmina: 1.2 % Inmunoglobulinas (Ig-Lactoferrina 100 mg/l): 2.1 % Varias (incluyendo Proteosa-Peptona): 2.4 %
			Proteínas en membrana del glóbulo de grasa: 1.2 % ctp

Tabla 9.2. Composición aproximada y pH de suero ácido y dulce (g/L de suero) (Bansal & Bhandari, 2016).

Componente	Suero dulce	Suero ácido
Sólidos totales (g/L)	63.00 – 70.00	63.00 – 70.00
Proteína Total (g/L)	6.50 – 6.60	6.10 – 6.20

Nitrógeno no proteico (g/L)	0.27 – 0.37	0.30 – 0.40
Lactosa (g/L)	46.00 – 52.00	44.00 – 47.00
Grasa (g/L)	0.20 – 0.50	0.30
Minerales (cenizas) (g/L)	5.00 – 5.20	7.50 – 7.90
Calcio (g/L)	0.40 – 0.60	1.20 – 1.60
Fosfato (g/L)	0.50 – 1.00	2.00
Sodio (g/L)	0.50 – 0.53	0.50 – 0.51
Cloruro (g/L)	1.10	1.10
Lactato (g/L)	2.00	6.40
pH	5.90 – 6.40	4.60 – 4.70

Los requerimientos promedio de energía y niveles seguros de ingesta de proteína y hierro (Anexo 1, Latham, 2002) son una base que permite aconsejar sobre consumos deseables de nutrientes en dietas para grupos de población, sobre todo de países en desarrollo. Las cifras dan niveles seguros para el consumo de proteína y micronutrientes en distintos grupos de edad y género, al tomar como muestra un país de bajos ingresos. Los requerimientos dependen de pesos corporales y niveles de actividad, lo que puede ser diferente de región en región, por lo que los valores se deben tomar solamente como una guía. En general, los productos lácteos ofrecen una importante variedad de nutrientes, lo que se refleja en su aporte a las dosis requeridas diarias (**Tabla 9.3**). Como es rica en calcio necesario para el desarrollo y mantenimiento del esqueleto, la leche se ha considerado tradicionalmente como un alimento importante durante la infancia, el embarazo y la lactancia, cuando los requisitos de calcio son particularmente altos (Buttriss, 2003); deben resaltarse también las vitaminas y minerales que aporta a la dieta, además de las proteínas y ácidos grasos que tienen diversas funciones en la prevención y mantenimiento de la buena salud.

Tabla 9.3. Contribución de 285 ml de leche entera a los requerimientos nutrimentales (Buttriss, 2003).

Factores	Porcentajes de ingesta de nutrientes de referencia (RNI)	
	Niñas (4-6 años)	Hombre adulto (19-50 años)
Energía ^a	12.5	7.6
Grasa ^a	19.0	11.5
Saturada ^a	37.3	22.7
Monoinsaturada ^a	14.3	8.6
Poliinsaturada ^a	2.7	1.7
Carbohidratos ^a	7.0	4.2
Proteína	47.5	16.8
Vitamina A	32.8	23.4
Tiamina	16.4	11.5
Riboflavina	62.5	38.5
Ácido nicotínico (equivalentes)	22.1	14.3
Vitamina B6	19.4	12.5
Ácido fólico	17.5	8.8
Vitamina B12	143.8	76.7
Vitamina C	10.0	7.5
Calcio	74.8	48.1
Sodio	23.9	10.4
Cloruro	26.6	11.7
Cobre	Trazas	Trazas
Iodo	44.0	31.4
Hierro	2.4	1.7
Magnesio	26.7	10.7
Fósforo	77.0	49.0
Potasio	37.3	16.4
Selenio	15.0	4.0
Zinc	17.7	12.1
^a No hay RNI para estos componentes de los alimentos. Para energía, se ha dado el requerimiento promedio estimado; para grasas y carbohidratos, se ha dado el promedio deseable.		

En el tema de calidad en composición de la leche procesada, deben considerarse las especificaciones que, por normativa en México, se deben cumplir, se detallan algunas en la **Tabla 9.4**. Para revisar las especificaciones de leche evaporada, condensada azucarada, en polvo o deshidratada y concentrada, ver directamente la Norma Oficial a la que se hace referencia.

Tabla 9.4. Especificaciones de leche pasteurizada, ultrapasteurizada y microfiltrada ultra (NOM-155-SC-FI-2012, 2012).

Especificaciones	Límite		
	Entera	Parcialmente descremada	Descremada
Densidad a 15 °C, g/ml	1,029 mín.	1,029 mín.	1,031 mín.
Grasa butírica g/L	30 mín.	28 máx. 6 mín.	5 máx.
Acidez (expresada como ácido láctico) g/L	1,3 mín. 1,7 máx.	1,3 mín. 1,7 máx.	1,3 mín. 1,7 máx.
Sólidos no grasos de la leche, g/L	83 mín.	83 mín.	83 mín.
Punto crioscópico °C (°H)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)	Entre -0,510 (-0,530) y -0,536 (-0,560)
Lactosa g/L	43 mín. 52 máx.	43 mín. 52 máx.	43 mín. 52 máx.
Proteínas propias de la leche g/L	30 mín.	30 mín.	30 mín.
Caseína g/L	24 mín.	24 mín.	24 mín.
Nota: La leche ultrapasteurizada y microfiltrada ultra debe tener un punto crioscópico de entre - 0,499 °C (- 0,520 °H) y - 0,529 °C (- 0,550 °H).			
Nota: En leche, la relación caseína proteína debe ser al menos de 80 % (m/m).			

b. Calidad funcional

Las propiedades funcionales pueden ser de dos tipos, las tecnológicas (tecno-funcionales) que son aquellas que benefician a propiedades fisi-

coquímicas para el desarrollo de alimentos de calidad, con propiedades sensoriales deseadas; entre las propiedades que se estudian son espesado, gelificado, emulsionado, estabilizante, anticongelante, edulcorante e hidratante. Las otras propiedades funcionales (bioactivas) posibles son aquellas que benefician a la salud, como respuesta al consumo periódico y a cierta concentración (Rincón-León, 2003). Bajo estas dos líneas de beneficio se ha analizado la participación de la leche, lactosuero y derivados (yogur, queso, fermentados), siendo la aplicación más común la de ser fuentes importantes de probióticos (Banerjee & Ray, 2019; Frese et al., 2021; Hickey et al., 2020; Wada & Ehara, 2021), o por el impacto de sus componentes bioactivos (aminoácidos (leucina, valina, isoleucina, cisteína (Patel, 2015), péptidos, proteínas, y/o bacterias ácido-lácticas) (Rincón-León, 2003).

La leche tiene propiedades de óxido-reducción gracias al sistema reductor natural que contiene, la enzima xantina oxidasa o reductasa aldehídica, y a la presencia de oxígeno disuelto en ella, a la temperatura y otros componentes de interés (Alais C, 1985). Se ha reportado que la leche a 120 °C presenta importante propiedad antioxidante (neutralización del radical hidroxilo) atribuida a la formación de productos de la reacción de Maillard (reacción rápida a 120 °C, y reacción lenta a 1.5 y 2 h de calentamiento a 80 y 90 °C) como las melanoidinas (Calligaris et al., 2004; Zhang et al., 2020), en donde también los productos de la reacción han presentado la capacidad de retardar la oxidación lipídica (Ames, 2003). Los productos de la reacción de Maillard conjugados con diversos azúcares como la glucosa, fructosa, xilosa, sacarosa, lactosa y maltosa, han mostrado mejoras en la capacidad antioxidante, y con una relación lineal con el tiempo de reacción (Zhang et al., 2020).

De la mano de la gran variedad de compuestos que presenta la leche y sus derivados, se presentan también diversas actividades benéficas a la salud, a partir del consumo periódico que llega a concentraciones efectivas para una función en particular (Quiñones-Muñoz et al., 2022). Las propiedades bioactivas más reportadas para leche, lactosuero (**Tabla 9.5**) y productos derivados son: antihipertensiva (Chauhan & Kanwar, 2020; Clare & Swaisgood, 2000; Fitzgerald & Meisel, 2000; Hayes et al., 2007;

Jäkälä & Vapaatalo, 2010; Marques et al., 2012; Sun & Jenssen, 2012), antimicrobiana (Chauhan & Kanwar, 2020; Clare & Swaisgood, 2000; Hayes et al., 2007; Meisel & FitzGerald, 2003; Mohanty et al., 2016; Ng et al., 2015; Renes et al., 2020b, 2020a; Sun & Jenssen, 2012), inmunomoduladora (Chauhan & Kanwar, 2020; Clare & Swaisgood, 2000; Gill et al., 2000; Hayes et al., 2007; Huang et al., 2010; Ng et al., 2015; Sun & Jenssen, 2012), antioxidante (Chauhan & Kanwar, 2020; Hayes et al., 2007; Marques et al., 2012; Meisel & FitzGerald, 2003; Sun & Jenssen, 2012), antiinflamatoria (Arrutia et al., 2016; Chauhan & Kanwar, 2020; Meisel & FitzGerald, 2003; Renes et al., 2020a, 2020c, 2020b; Sun & Jenssen, 2012), y anticancerígena (Chauhan & Kanwar, 2020; Martínez Leo et al., 2018; Sun & Jenssen, 2012). La diversidad de compuestos que brindan tales beneficios a la salud, presentes en leche, lactosuero y derivados, incluyen las propias proteínas predominantes (**Tabla 9.1**) y sus derivados peptídicos (Quiñones-Muñoz et al., 2022).

Tabla 9.5. Principales componentes y funciones en suero lácteo (Batista et al., 2018).

Componentes	Funciones
β-lactoglobulina (45–57 %)	Tiene un alto contenido de aminoácidos de cadena ramificada (~25,1 %). Se une a moléculas hidrofóbicas, participando en la reducción de la absorción intestinal de lípidos.
α-lactalbumina (15–25 %)	Tiene el mayor contenido de triptófano (6 %) de todas las proteínas dietéticas. Es rico en lisina, leucina, treonina y cisteína. Tiene la capacidad de ligar minerales como Ca y Zn, afectando positivamente su absorción.
Inmunoglobulina (10–15 %)	Cuatro clases de inmunoglobulinas están presentes en el suero: IgG, IgA, IgM e IgE. Sus funciones son la protección antioxidante y el aumento de la inmunidad.
Lactoferrina (~ 1 %)	Inhibe la producción de citoquinas proinflamatorias y protege contra el desarrollo de hepatitis.
Lactoperoxidasa (< 1 %)	Antimicrobiana.
Glicomacropéptido (10–15 %)	Se forma a partir de la digestión de la κ-caseína durante la elaboración del queso. Contiene alto contenido de aminoácidos esenciales que facilitan la absorción de minerales.
Albúmina de suero bovino (BSA)	Esta fracción de proteína tiene un buen perfil de aminoácidos y propiedades de unión a lípidos.

Los mecanismos de acción para tales bioactividades son diversos y específicos, cada compuesto y dependiendo de su naturaleza química, puede actuar de diferentes formas. Por ejemplo, la actividad antimicrobiana es resultado de una desestabilización electroquímica de las membranas externas (microbianas) que promueven su destrucción, esto se ha atribuido a la intervención de péptidos con residuos aminoácidos como los de arginina y triptófano, presentes en lactoferina (Mohanty et al., 2016). La actividad antihipertensiva de queso se ha relacionado a péptidos con secuencias VAP (valina-alanina-prolina), IPP (isoleucina-prolina-prolina), KVLPPV (lisina-valina-leucina-prolina-valina-prolina) y ALKAWSVAR (alanina-leucina-lisina-alanina-triptófano-serina-valina-alanina-arginina); los péptidos VPP (valina-prolina-prolina) e IPP (isoleucina-prolina-prolina) se reportan como antihipertensivos y son procedentes de leche fermentada Calpis (Fitzgerald & Meisel, 2000) y de leche agria para el VPP (Marques et al., 2012).

La promoción en el sistema inmune identificado para los caseinofosfopéptidos puede ser mediante un efecto mitogénico, promoviendo el efecto de las inmunoglobulinas, aumentando la actividad fagocítica y aumentando la resistencia a bacterias (Sun & Jenssen, 2012). Para el mismo efecto inmune de productos de leche fermentados se han reportado acciones de mejora en la proliferación de linfocitos, mejora de las funciones de las células inmunes, por la regulación de citocinas y la síntesis de anticuerpos (Gill et al., 2000; Meisel & FitzGerald, 2003). Debe mencionarse que la composición mineral (ej. Sales de calcio) influye en las propiedades funcionales de los compuestos de productos lácteos, como el concentrado proteico de suero (WPC); el proceso de fabricación utilizado en el proceso de producción de suero influirá en el contenido mineral del producto y, por lo tanto, en su funcionalidad (Zadow, 2003), condición a considerar en la determinación de propiedades funcionales de derivados lácteos o subproductos, como el lactosuero.

Las propiedades tecnofuncionales identificadas para algunos compuestos de leche y derivados, participan en mejora de solubilidad, de la estabilidad térmica y coloidal, en emulsificación, y texturización, entre

otras. Las proteínas se han identificado como actores importantes de dichas propiedades, tanto en su estado nativo como modificado. El caseinato de leche en unión con maltodextrina se ha reportado como material encapsulante (Markman & Livney, 2012), igual que proteínas séricas y caseinatos (Liu et al., 2020), las proteínas séricas glicadas con maltodextrina han apoyado a la viscosidad (consistencia) y espumado (Martinez-Alvarenga et al., 2014), productos de la reacción de Maillard (con proteínas séricas) han demostrado propiedades emulsificantes, estabilizantes y encapsulantes (Lee et al., 2017), conjugados de hidrolizados de proteína de suero con galactosa han mostrado capacidad de retención de agua, espumado, estabilización y capacidad antioxidante (Zhang et al., 2020) y, con propiedades texturizantes (viscosidad, cremosidad, espesante) se han mencionado la caseína y proteínas séricas (Nilesh et al., 2020), y polímeros de β -lactoglobulina de suero (>200 kDa; $1-200$ μ m) (Rajakari & Myllarinen, 2020).

9.3 Calidad sanitaria.

La calidad sanitaria del suero para su posible manejo y utilización es de suma importancia. Como se ha establecido anteriormente, la calidad de la leche y la forma en la que se elabora cada tipo de producto derivado, como el queso, afecta a su composición e inocuidad. Particularmente en procesos industriales, el control de calidad permite composiciones reguladas para el suero dulce y ácido, producidos por el proceso sin acidificación por acción enzimática (cuajo), o por el proceso donde se incorporan cultivos acidulantes o ácidos orgánicos, respectivamente; otro ejemplo de un proceso industrial controlado es la producción de caseína ácida. En países latinos, incluso en México, los quesos regionales se producen de manera artesanal en un 40 %, la mayor parte son quesos frescos coagulados con renina o cuajo, por lo que se esperarí que la mayoría fueran sueros dulces. Algunos de los parámetros de mayor importancia son los comportamientos de la proteína y de la grasa. Además, los procesos artesanales presentan poco control, lo que equivale a rendimientos queseros muy diferentes a los industriales. En la elaboración artesanal de queso, los finos de caseína

se pierden en el suero del 0.1 a 0.5 % de la proteína que debería ir al queso (80 % de la proteína en leche); el suero tiene en promedio el 0.60 % de la proteína total de la leche, y si se suma la pérdida por finos, la concentración en suero de proteína puede llegar a un 0.61 %. En la práctica, la elaboración de queso Cotija alcanza una concentración de proteína de 1.4 %, muy por arriba de lo estimado. Del mismo modo, la cantidad de grasa puede suponer más del 0.5 % en el suero. El pH es otro parámetro de los sueros, que dependen directamente de los procesos de producción de los que provienen, por ejemplo, un pH por debajo de 6, pudiera indicar mal manejo, acidificación y contaminación microbiana. La calidad microbiana de productos que provienen de procesos artesanales implica una tarea mayor en el manejo, para un buen aprovechamiento.

Para el aprovechamiento industrial del lactosuero dulce se mencionan algunos parámetros deseables en calidad (Muset & Castells, 2017): pH entre 6,0 y 6,6, contenido de proteína mínimo 0,7 g/100 g, materia grasa 0.05 %, partículas de queso o finos de caseína <0,02 %, nitrato <3 ppm, nitrito <1 ppm, sin agregado de cloruro de sodio, ausencia de colorantes, antibiótico negativo, peróxido negativo, recuento total <10.000 ufc/ml, recuento de termoresistentes <1.000 ufc/ml, coliformes <50 ufc/ml, *Bacillus cereus* <1 ufc/ml, anaerobios sulfitos reductores <1 ufc/ml.

La calidad de la leche y del suero producido, son asunto que controlar desde su producción. Los productores de leche deben mantener buenas prácticas en su explotación (sanidad animal, higiene en el ordeño, nutrición (alimentos y agua), bienestar animal, medio ambiente, gestión socioeconómica), para lo que existen Guías y Normas para dar correcta aplicación. La calidad sanitaria de la leche y los productos derivados se encuentran regulados en diferentes normas tanto nacionales como internacionales, se enlistan a continuación. Para mayor detalle de ellas dirigirse a los documentos en extenso (DOF, 2024; FAO, 2024), en posteriores temas se revisarán algunos puntos de importancia:

- CODEX CXC 1-1969. (2022). Principios Generales de Higiene de los Alimentos.

- CODEX CXC 57-2004 [CAC/RCP 57-2004]. (2009). Código de prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos.
- CODEX STAN CXS 289-1995. (2022). Norma para suero en polvo.
- NMX-F-713-COFOCALEC-2014. (2015). Sistema Producto Leche – Alimentos – Lácteos – Queso y queso de suero.
- NMX-F-721-COFOCALEC-2012. (2014). Sistema Producto Leche – Alimentos – Lácteos – Suero de leche (líquido o en polvo).
- NMX-F-285-1977. (1977). Muestreo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- NOM-155-SCFI-2012. (2012). Leche-denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- NOM-223-SCFI/SAGARPA-2018. (2019) Queso-Denominación, especificaciones, información comercial y métodos de prueba.
- NOM-243-SSA1-2010. (2010). Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos.
- NOM-251-SSA1-2009. (2010). Prácticas de Higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

9.4. Pretratamientos aplicables

a. Generalidades de condiciones de manejo, almacenamiento y transporte.

Las condiciones de almacenamiento y transporte se consideran importantes para la conservación de los alimentos, la cual se define como la acción de mantener un producto alimenticio en buen estado, guardándolo cuidadosamente, para que no pierda sus características a través del tiempo. El almacenado debe ser el adecuado para el tipo de materia prima, alimento, bebida o suplemento alimenticio del que se trate, y en condiciones que prevengan la contaminación ya sea por fuentes externas o por otro alimento en almacenamiento; además, se debe evitar el contacto entre materias primas, producto en elaboración y producto terminado, aunque las condiciones de almacenamiento sean similares o iguales. Las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, deben colocarse en mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia

que evite su contaminación; el acomodo debe permitir la circulación del aire. Los equipos de refrigeración se deben mantener a una temperatura máxima de 7 °C, y los equipos de congelación se deben mantener a una temperatura que permita la congelación del tipo de producto. El establecimiento, periódicamente debe dar salida a productos y materiales inútiles, obsoletos o fuera de especificaciones, para ello, se puede apoyar en un sistema de control de riesgos como el Sistema HACCP. Para el transporte deben considerarse las mismas recomendaciones que para el almacenado. La limpieza de las instalaciones y vehículos es primordial (Apéndice A, NOM-251-SSA1-2009, 2010).

La refrigeración, es un método de conservación físico con el cual se mantienen los productos a una temperatura máxima de 7 °C (280 °K), se emplea para inhibir el desarrollo de la mayoría de los microorganismos, reducir las reacciones bioquímicas y el deterioro propio de los alimentos. La congelación es el método de conservación físico que se efectúa para lograr una reducción de la temperatura de los productos en su centro térmico a máximo -18 °C (255 °K) (NOM-243-SSA1-2010, 2010). Algunas recomendaciones de manejo correcto de materiales y productos se describen a continuación (NMX-F-285-1977, 1977; Zadow, 2003):

- Usar recipientes y materiales de manejo y almacenamiento estériles y totalmente limpios. La esterilización se alcanza aplicando 121 °C por 20 min (en autoclave) o 180 °C por 30 min (o 170 °C por 1 h) (en horno); cubriendo el material con aluminio o papel de estraza resistente después de la esterilización, para prevenir posteriores contaminaciones.
- Durante todo el manejo de las materias primas o productos (en proceso o terminados) se debe evitar contaminaciones del ambiente como polvo, tierra, saliva, descargas nasofaríngeas o de cualquier otra naturaleza.
- Identificar (rotular, etiquetar) claramente los recipientes usados para un fin especial, así mismo las materias primas y demás productos, a fin de evitar confusiones.
- Realizar el muestreo considerando recomendaciones normadas y estandarizadas.

- El transporte de alimentos perecederos o semi-perecederos se realiza bajo refrigeración o en congelación, según sea necesario.
- Evitar que el agua de deshielo tenga contacto directo con las materias primas, bebidas, alimentos o suplementos, y los contamine.
- La organización en el transporte en condiciones extraordinarias (ej. Mínimo tiempo de transporte), puede disminuir las causas de deterioro o modificación de los productos.

Las condiciones de almacenamiento y transporte se establecen según el tipo de producto a tratar, ya que las propiedades varían entre tipos. Por ejemplo, se ha reportado que la solubilidad de la α -lactalbúmina disminuye bajo ciertas condiciones de pH, temperatura (por debajo de la de desnaturalización) y fuerza iónica, que no son así para la β -lactoglobulina. Además, la funcionalidad de los componentes de suero puede verse afectada permanentemente por el uso de temperaturas excesivas o extremos de pH durante el procesamiento (Zadow, 2003). Por otro lado, hay antecedentes de que los aislados de proteína de lactosuero aumentan la estabilidad de productos sometidos a choques de calor a los que se añaden, como en productos congelados y su cadena de transporte (Nilesh et al., 2020).

b. Filtración

La filtración tradicional o convencional (o filtración sin salida) (**Figura 9.1**) se usa para la separación de partículas en suspensión de más de $10\ \mu\text{m}$ ($1\ \mu\text{m}=0.001\ \text{mm}$, $10\ \mu\text{m}=0.01\ \text{mm}$), mientras que la filtración por membrana separa sustancias de tamaños moleculares inferiores a $10^{-4}\ \mu\text{m}$. Los tamaños relativos de partículas en leche son: glóbulos de grasa de 10^{-2} - $10^{-3}\ \text{mm}$, fosfatos de caseína-calcio de 10^{-4} - $10^{-5}\ \text{mm}$, proteínas de suero de 10^{-5} - $10^{-6}\ \text{mm}$, lactosa, sales y otras sustancias en solución verdadera de 10^{-6} - $10^{-7}\ \text{mm}$ (Bylund, 2023).

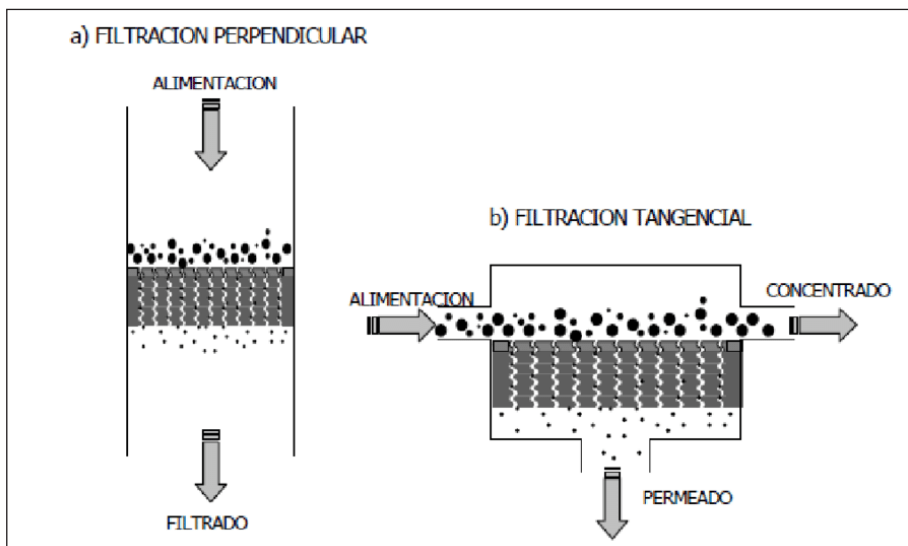


Figura 9.1. Filtración convencional o perpendicular (izquierda) y filtración tangencial o paralela (derecha) (Coronel, 2012).

Además de los tamaños de partícula que separan, hay más diferencias entre los procesos de filtración, el proceso de filtración convencional (usa filtros) y la tangencial (usa membranas); los filtros convencionales son típicamente de papel, los filtros de membrana los hay de polímeros y cerámicas, raramente de acetato de celulosa. En la filtración convencional la gravedad es la principal fuerza impulsora y es perpendicular al medio (sistema abierto), en la filtración transversal o por membrana, es necesario aplicar presión para provocar la separación transversal o cruzada (sistema cerrado), la solución de alimentación fluye de modo paralelo a la superficie de la membrana y el permeado fluye perpendicular a la membrana (**Figura 9.1**) (Coronel, 2012).

La normativa vigente para leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados, establece en sus especificaciones sanitarias, que la leche que se comercialice para su consumo humano o que se emplee como materia prima para la elaboración de productos lácteos debe cumplir, en-

tre otras cosas: no presentar materias extrañas (definido como cualquier sustancia, resto, desecho o material que se presenta en el producto pero que no forma parte de la composición normal de éste), conservadores ni sustancias neutralizantes (NOM-243-SSA1-2010, 2010). La materia extraña que considera la NOM-243-SSA1-2010 en su apartado B.5 son insectos enteros, fragmentos de estos, pelos de roedor o alguna materia extraña que se separan de la muestra por filtración para su identificación al microscopio. En este caso, el tratamiento de separación de materia extraña es la filtración convencional, por así corresponder a los tamaños de las materias que se deben identificar y retirar. Por lo que, la filtración convencional es un pretratamiento de suma importancia en el manejo de leche de consumo y de posterior uso como materia prima. Los materiales comunes empleados para la detección de materia extraña, en volúmenes de muestra (aprox. 50 ml) manejables en pruebas rápidas son balanza analítica, equipo de filtración al vacío, microscopio binocular estereoscopio con objetos (3, 6, 7, 10 X) y accesorios necesarios (solución glicerina:etanol 1:3 v/v como vehículo de muestra), embudo tipo Büchner, matraz Kitazato, vasos de precipitado (500, 1000 ml), cajas Petri, papel de filtración rápida para conteo con líneas paralelas y material común necesario. Con dicho equipo y las recomendaciones de la norma, se puede identificar la presencia de materias extrañas en las muestras.

La recomendación como pretratamiento de eliminación de materia extraña en muestras de leche y derivados, sería emplear materiales que retiren del flujo del producto, las materias extrañas que pudieran contener. Artesanalmente se emplean mantas de diferentes tamaños de poro, de diferentes materiales. Hay que considerar que a menor tamaño de poro se tendrá un mayor atrapamiento de materiales extraños, y de menor tamaño, incluyendo los grandes o muy visibles. Los materiales que se usen para el filtrado deberán ser inertes con la muestra, y no liberar ningún tipo de compuesto o partícula, en el proceso. Para productos sólidos derivados lácteos, el procedimiento de detección de materia extraña es diferente, un tanto más extenso, se puede consultar en la misma norma oficial (NOM-243-SSA1-2010, 2010). La aplicación de microfiltración en leche retiene

tamaños entre 0.2 – 2 μm , donde se encuentran la mayoría de las esporas, bacterias, hongos y levaduras, por lo que puede considerarse una pasteurización en frío; reteniendo hasta 99.9 % de los microorganismos y esporas (Chacón-Villalobos, 2006).

c. Homogenización.

El proceso de homogenización (medios mecánicos) estabiliza emulsiones, frente a la separación natural por gravedad, provoca la ruptura de glóbulos de grasa en otros de tamaños más pequeños (aproximados a 1 μm de diámetro, aumentando de 4-6 veces el área de la superficie interfacial grasa/plasma, o reducción de hasta 10 veces del tamaño original), lo que provoca la disminución de formación de crema y de la tendencia de los glóbulos a agruparse o fusionarse. En la aplicación de la homogenización, la leche es forzada a través de pequeños orificios a alta presión (2000-2500 lb/in²). La membrana de los glóbulos de grasa se ve modificada por la homogenización, formándose un complejo grasa-proteína, presumiblemente con caseína y proteínas de suero, mediante fuerzas de unión con la grasa (enlace polar). Se postuló, además, que la homogenización activa las micelas de caseína para posteriores interacciones, con la fase lipídica. El efecto de la homogeneización sobre la estructura física de la leche tiene muchas ventajas: glóbulos de grasa más pequeños que no conducen a la formación de líneas de crema, color más blanco y suave, debido a dispersiones más finas de grasa, composición más uniforme con mejor cuerpo y textura (mayor viscosidad y cremosidad) debido al mayor número de partículas grasas, mejor sabor y mayor digestibilidad (Vaclavik & Christian, 2014).

En la homogenización, cuando el líquido pasa por el espacio estrecho (válvulas), la velocidad del flujo aumenta (**Figura 9.2**), hasta que la presión estática es tan baja que el líquido hierbe. Cuando el líquido sale del espacio, la velocidad disminuye y la presión vuelve a aumentar. El líquido deja de hervir y las burbujas de vapor explotan. En este punto hay dos posibles fenómenos: 1) la teoría de la disrupción de glóbulos por remolinos turbulentos (“micro remolinos”) formados en el líquido que viaja a alta velocidad, lo que produce remolinos pequeños que al golpear con una gota

de grasa de su mismo tamaño, la gota se rompe, generando gotas de grasa de menor tamaño; 2) la teoría de la cavitación, que afirma que las ondas de choque creadas cuando las burbujas de vapor implosionan, quebrantan las gotas de grasa (Bylund, 2023).

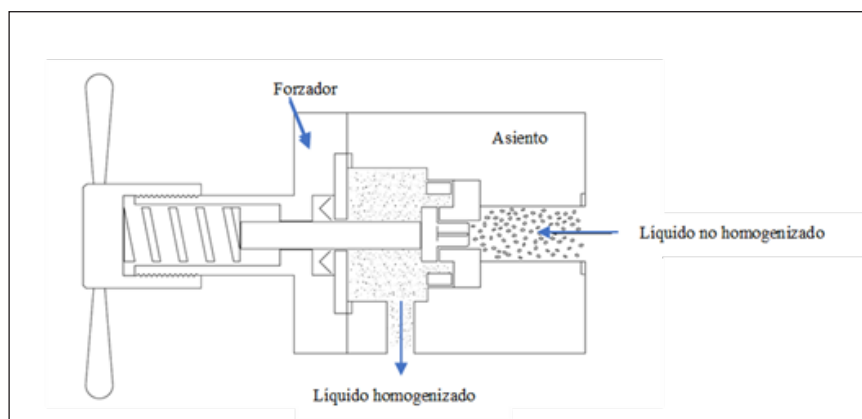


Figura 9.2. Esquema del paso del líquido en un proceso de homogenización (modificado de Wilbey (2003)).

La homogenización de líquidos con altas presiones, en algunas ocasiones también nombrada emulsificación (cuando aplique), fue el primer tratamiento aplicado para obtener emulsiones más finas y estables, como la leche y productos derivados (Wilbey, 2003). El estado físico y la concentración inicial de la fase grasa contribuyen al tamaño y dispersión de los glóbulos de grasa resultantes en una homogenización. Los productos con alto contenido de grasa pueden presentar aglomeraciones, especialmente cuando la concentración de proteínas séricas es baja con respecto al contenido de grasa. La nata con un contenido de grasa superior al 12 % normalmente no se puede homogeneizar a la alta presión normal, porque se forman grumos como resultado de la falta de material de membrana (caseína). Un efecto de homogeneización suficientemente bueno requiere aproximadamente 0.2 g de caseína por cada g de grasa. La presión de homogeneización generalmente está entre 10 y 25 MPa (100 a 250 bar), dependiendo del producto (Bylund, 2023).

La homogeneización tiene ciertas desventajas (Bylund, 2023; Valclavik & Christian, 2014): la leche homogeneizada no se puede separar de manera eficiente, mayor sensibilidad a la luz (luz solar y tubos fluorescentes), estabilidad térmica reducida (en el homogenizado en una etapa), alto contenido de grasa y factores que contribuyen a la formación de grumos de grasa, la leche no será adecuada para la producción de quesos semiduros o duros porque el coágulo será demasiado blando y difícil de deshidratar.

d. Centrifugación.

La separación industrial por centrifugación se divide en dos clases, por sedimentación y por filtración. La centrifugación directa separa sólidos en suspensión, y no disueltos (excepto el filtro centrífugo que puede separar sólidos solubles). En una centrifugación por sedimentación se aplica una fuerza de aceleración centrífuga, mayor que la gravedad terrestre; lo que provoca que los sólidos más pesados se depositen en la pared sólida de la centrífuga. Se requiere una diferencia de densidad entre la fase sólida y la líquida para afectar la separación (Leung, 2020). La densidad es una medida de cuán pesada es una sustancia (kg/m^3) y se calcula dividiendo el peso entre el volumen que ocupa ese peso. Si pesamos un metro cúbico de hierro, encontraremos que la balanza marca 7 860 kg, entonces la densidad del hierro es $7\,860\text{ kg/m}^3$. La densidad del agua a temperatura ambiente es de $1\,000\text{ kg/m}^3$ y la de la piedra (granito), corcho y mercurio a temperatura ambiente es de 2 700, 180 y $13\,550\text{ kg/m}^3$, respectivamente. Si la densidad (ρ) de un objeto es mayor que la del líquido donde está inmerso, el objeto se hundirá, pero flotará si su densidad es menor (Bylund, 2023).

En una centrifugación filtrante no se requiere diferencia de densidad entre fases para su separación. Ambas fases se impulsan por la fuerza centrífuga del cuerpo hacia la pared perforada revestida con un medio filtrante. Los sólidos iguales o mayores que el poro del medio filtrante quedan retenidos y el resto permea por el medio filtrante. El atascamiento de partículas en el medio filtrante es común, y debe evitarse a fin de mantener un buen filtrado. Además, puede haber más subtipos de las anteriores centrifugaciones, como proceso por lote o continuo. La elección del tipo de

centrifugación es un proceso de planeación respecto a las materias primas, sus características, producto buscado y eficiencias de procesos buscados, entre otros. A decir de ventajas, la centrifugación genera menos tensión de cizallamiento que la filtración de flujo tangencial (o cruzado); además, la centrifugación no sufre del ensuciamiento de las membranas, que puede resultar en costos de limpieza o adquisición, y a tiempos de inactividad; elimina sólidos de hasta 0.2 μm a alta gravedad, y se pueden aplicar una o varias pasadas (Leung, 2020).

La centrífuga más común consta de un eje vertical accionado por motor al que se acopla un rotor horizontal mecanizado, temporizador, tacómetro y el freno automático, que pueden funcionar a velocidades de hasta 65,000 g las unidades de sobremesa y de 100,000 g para las unidades independientes (Taulbee & Maroto-Valer, 2000). El diseño más básico de centrifugación es el de discos (fuerzas g de centrifugación de 14.200 a 5.500), tipo descremadora, en la que se separa un líquido clarificado por una salida y los sólidos por otra (ver **Figura 9.3**) cuando un recipiente con deflectores inclinados y flujo laminar con partículas deslizantes hacia abajo se gira 90 ° y gira alrededor del eje de rotación, el resultado es un recipiente de separación centrífuga continua de partículas sólidas de un líquido. El líquido entra en el canal por el borde exterior (radio r_1), sale por el borde interior (radio r_2) y continua hasta la salida. Las partículas se van asentando hacia el disco superior a una velocidad de sedimentación ($v_c = [d^2(\rho_p - \rho_l)/18\mu]rw^2$) brindada por la fuerza centrífuga y simultáneamente con la velocidad del líquido. La aceleración centrífuga ($a = r\omega^2$) aumenta con la distancia al eje de giro (radio r) y con la velocidad de giro, expresada como velocidad angular (ω). Si la densidad de la partícula es menor que la del medio fluido, la partícula flotará a una velocidad de flotación (v_g ; g = fuerza de gravedad). La velocidad del líquido presenta un perfil de flujo diferente dependiendo de la distancia hasta los discos: casi cero cerca de los discos y la máxima en el centro del canal. La velocidad resultante (v_p) es la suma de todos los desplazamientos (velocidad angular = $(1 - \rho/\rho_p)m\omega^2r$). Una vez que la partícula (p. ej. Glóbulo de grasa) se ha asentado en la superficie del disco, su velocidad ($v_g = [d^2g(\rho_p - \rho_l)/18\eta]$)

es tan pequeña que ya no se transporta con el líquido, por lo tanto, se desliza hacia afuera a lo largo de la parte inferior del disco bajo la influencia de la fuerza centrífuga, siendo expulsado del borde exterior y depositándose en la pared periférica del recipiente de la centrífuga. La magnitud de la velocidad de sedimentación/flotación está determinada por el diámetro de partícula (d , metro), densidad de partículas (ρ_p , kg/m^3), densidad de la fase continua (ρ_l , kg/m^3), viscosidad de la fase continua (η , kg/m.s), y la atracción gravitatoria de la tierra ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) (Bylund, 2023; Moldoveanu & David, 2002).

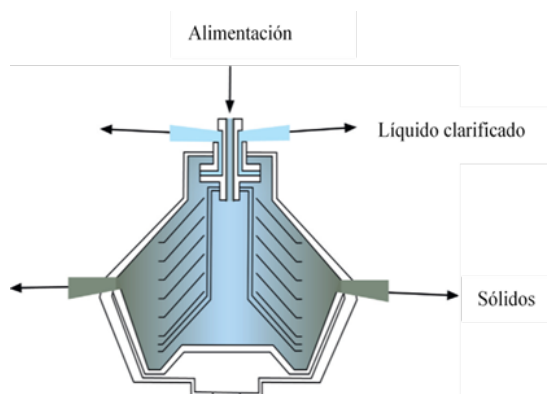


Figura 9.3. Centrífuga de discos (modificada de Todaro (2014)).

Los factores que se deben considerar al seleccionar un equipo de centrifugación incluyen, la posibilidad de pérdida de producto debido a las fuerzas de cizallamiento, la higiene, la compatibilidad química con la corriente de alimentación y la minimización de tiempos de procesamiento cuando se busca reducir cambios por contacto entre componentes u oxígeno, por ejemplo (Hagel et al., 2008); además, si busca un proceso por lote o continuo, fuerza centrífuga, pureza requerida, rendimientos, número de componentes a recuperar, costos, espacios disponibles para su colocación, tolerancia de ruido, etc. (Taulbee & Maroto-Valer, 2000).

En la leche, la grasa (fase dispersa) se distribuye en el lactosuero (fase continua) en forma de glóbulos con diámetros variables de hasta unos

15 μm . La leche también contiene una tercera fase, que consiste en partículas sólidas dispersas como células de ubre, paja y pelo pulverizados, entre otros. Las fases para separar por centrifugación no deben ser solubles entre sí, las sustancias en solución no pueden separarse por sedimentación. Por ejemplo, la lactosa disuelta no puede separarse mediante centrifugación, pero sí por cristalización para posteriormente sedimentarse. Las fases de la leche satisfacen la diferencia en densidades; las impurezas sólidas tienen una densidad mayor que la leche descremada y los glóbulos de grasa tienen una densidad menor (Bylund, 2023).

e. Pasteurización.

La pasteurización, es un tratamiento térmico (método físico) al que se someten los productos, implica una relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de algunas enzimas de los alimentos (NOM-243-SSA1-2010, 2010). El proceso de pasteurización se aplica para destruir los microorganismos patógenos, además de recudir la carga total de microorganismos, lo que aumenta la vida útil y puede inactivar las enzimas que deterioran en el almacenamiento (Mauer, 2003). La norma que propone las condiciones de pasteurización para leche de consumo humano o que se emplee como materia prima de productos lácteos (NOM-243-SSA1-2010, 2010), también hace algunas recomendaciones para el producto como son: no presentar materias extrañas, conservadores ni sustancias neutralizantes, no coagular por ebullición, presentar prueba de alcohol al 68 % negativa (sólo para leche de bovino), presentar prueba de inhibidores bacterianos negativa, de conformidad con la **Tabla 9.6**.

Tabla 9.6. Inhibidores bacterianos en leche (NOM-243-SSA1-2010, 2010).

Producto	Derivados clorados	Sales cuaternarias de amonio	Oxidantes	Formaldehído	Antibióticos
Pasteurizado	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Ultrapasteurizado	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Esterilizado	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

En el caso de la leche que se emplee para la elaboración de quesos que, por las características de éstos, no pueda ser sometida a tratamiento térmico, la NOM-243-SSA1-2010 (2010) indica el cumplimiento de la implementación de un sistema HACCP para el proceso, conforme al Apéndice A de la NOM-251-SSA1-2009 (2010). Los tratamientos térmicos a los que se puede someter la leche, fórmula o productos lácteos para comercialización, pueden ser ebullición, pasteurización, ultra pasteurización, esterilización o deshidratación, como se recomiendan en la **Tabla 9.7** a continuación.

Tabla 9.7. Condiciones de pasteurización, ultra pasteurización o esterilización de productos lácteos (NOM-243-SSA1-2010, 2012).

Tratamiento	Temperatura y tiempo*
Pasteurización	Lenta 63 °C/30 minutos Rápida 72 °C/15 segundos
Ultrapasteurización o esterilización	135 °C a 149 °C/2 a 8 segundos

*Puede emplearse alguna otra relación de tiempo-temperatura que sea equivalente para la destrucción de los microorganismos patógenos.

El equipo para la pasteurización lenta debe contar, por lo menos, con un sistema para registro de la temperatura y tiempo del proceso, tina con tapa y sistema de agitación del producto, termómetro de mercurio con vástago de acero inoxidable funcionando y calibrado, o su equivalente. Los límites máximos de contenido microbiano se pueden consultar en la (NOM-243-SSA1-2010, 2010). La pasteurización de la leche se logra con la integración de condiciones de tiempo/temperatura como: las bajas temperaturas se deben aplicar en tiempos largos (63 °C por 30 min, 71.5 °C por 15 s), con altas temperaturas que requieren tiempos más cortos para lograr el mismo resultado (88.5 °C por 1 s). En leche está presente una enzima, la esterasa (lipasa), que causa rancidez en los productos, pero que puede inactivarse desde 78 °C. Las enzimas no inactivadas pueden provocar gelificación en almacenamientos prolongados. Las altas temperaturas también pueden ocasionar modificaciones en las proteínas (desnaturalizar) y los

tiempos prolongados ocasionar sabores cocidos debido a la liberación de compuestos volátiles de azufre (Mauer, 2003).

Por ejemplo, la β -lactoglobulina (18,000 Da) es comparativamente sensible al calor y puede desnaturalizarse por tratamiento térmico muy por encima de los 60 °C. La α -lactoalbúmina (14,000 Da) es algo más resistente al calor que la β -lactoglobulina. El tratamiento térmico de la leche descremada a 70 °C/30 min desnatura el 6 % de la α -lactoalbúmina, el 32 % de la β -lactoglobulina y el 89 % de las inmunoglobulinas; además, desnatura aproximadamente un tercio de las proteínas séricas totales. En el suero, el tratamiento térmico se realiza a menudo a un pH bastante diferente al de la leche (por la naturaleza del proceso previo). El pH del tratamiento térmico del suero tiene una influencia considerable en la magnitud del grado de desnaturación de cada una de las proteínas del suero, modificando a la par, sus propiedades funcionales (Zadow, 2003).

f. Bactofugación.

Bactofugación es un proceso que consiste en el uso de una centrifuga de alta velocidad (9000xg, por menos de 1 segundo a 55-60 °C) con diseño especial para la remoción de esporas bacterianas a altas temperaturas (Ribeiro-Júnior et al., 2020). Este proceso es especialmente eficaz contra esporas, las células bacterianas, de menor densidad que las esporas, son más difíciles de separar; la bactofugación ha ayudado a alargar la vida útil de leche para su adecuado uso en largas cadenas de distribución y bajo la necesidad de los consumidores de contar con productos frescos inocuos al momento de su consumo. Se reporta una remoción global cercana al 86 % de microorganismos formadores de esporas por la aplicación de la bactofugación (Stack & Sillen, 1998).

Las bacterias, especialmente las esporas resistentes al calor tienen una densidad significativamente mayor que la leche (1.2 a 1.3 g/l). Por lo tanto, la bactofugación es un medio eficaz para eliminar las esporas bacterianas y que puede complementar a procesos de termización, pasteurización y esterilización (con opción de disminuir las condiciones extremas de estos, y evitar en cierto grado, degradaciones y formación de sabores

indeseables). Los equipos actuales de bacto­fugación tienen separadores autolimpian­tes modernos con espacios para lodos fuera de la pila de discos, las bacterias y las esporas pueden recolectarse durante un período de tiempo y descargarse de forma intermitente a intervalos preestablecidos. Hay dos tipos de equipos: 1) El de dos fases (o salidas) una salida superior para la descarga continua de concentrado de bacterias (bactofugado) y otra para la fase de bacterias reducidas; 2) El de una fase tiene solo una salida en la parte superior del recipiente para la leche reducida en bacterias (o bactofugado). La cantidad de líquido bactofugado en equipo de dos fases es aproximadamente el 3 % de la alimentación, mientras que la cantidad correspondiente del equipo de una fase puede ser tan baja como el 0.15 % de la alimentación. Las micelas grandes de caseína pueden separarse junto con las bacterias y esporas, provocando que el bactofugado presente un mayor contenido de materia seca que la leche original. La temperatura óptima de bacto­fugación es de 55 a 60 °C; mayores temperaturas aumentan la proteína separada en el bactofugado. La reducción de bacterias por efecto del bactofugado generalmente se expresa en porcentaje. Se ha encontrado efecto incluso en bacterias del género *Clostridium* (bacterias anaerobias formadoras de esporas), por eso su aplicación en leche para elaboración de queso (Bylund, 2023).

9.5 Conclusión

En este capítulo se ha desglosado una serie de propiedades, composiciones, y pretratamientos que se aplican a leche y suero de quesería. Se ha identificado la importancia de la composición, para el mejor aprovechamiento de las técnicas actuales de procesado. La preparación de la materia prima es tan importante como la transformación como tal (siguiente capítulo). La aplicación exitosa de un proceso (o varios) que apoya el desarrollo de productos de calidad, depende además del producto final, del tipo de materia prima con la que se cuente, del adecuado control de los procesos y las etapas aplicadas (p. ej. pretratamientos), del tipo de equipo empleado, y de cuestiones de límites permitidos, que son establecidos en las diferentes

normativas aplicables (también mencionadas y algunas descritas, en este capítulo).

9.6 Práctica recomendada

Es necesario que el quesero o el artesano de queso conozca el valor nutritivo y funcional del suero. Conviene realizar un muestreo del suero, inmediatamente después del desuerado o una vez que se separa la proteína para hacer requesón. Conservar las muestras en un recipiente limpio y refrigerarlas hasta que sean llevadas a un laboratorio de alimentos para determinar su composición proximal (proteína, grasa, carbohidratos y sólidos totales), que se puede aprovechar.

Con esa información el quesero puede apreciar los componentes del suero y desarrollar productos alimenticios a partir de él. Una práctica de elaboración de tres alimentos elaborados con el lactosuero, a partir de recetas difundidas en comunicación libre, se desarrolló con los(as) queseros(as) de Santa Fé, Zapotlanejo, Jalisco. El objetivo de la práctica fue visualizar los efectos en el desarrollo de alimentos, por el uso de lactosuero en lugar de leche. El suero usado fue pretratado y enfriado, en proporciones de 1, 50, y 100 %, sustituyendo a la leche. Los productores terminaron satisfechos con los efectos evaluados.

9.7 Bibliografía

- Addai, F. P., Lin, F., Wang, T., Kosiba, A. A., Sheng, P., Yu, F., Gu, J., Zhou, Y., & Shi, H. (2020). Technical integrative approaches to cheese whey valorization towards sustainable environment. *Food & Function*, 11(10), 8407–8423. <https://doi.org/10.1039/D0FO01484B>
- Alais C. (1985). Ciencia de la leche. In *Principios de técnica lechera*. https://books.google.com/books/about/Ciencia_de_la_leche.html?hl=es&id=bW_ULacGBZMC
- Ames, J. M. (2003). Browning Nonenzymatic. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 665–672). <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00128-0>
- Arrutia, F., Puente, Á., Riera, F. A., Menéndez, C., & González, U. A. (2016). Influence of heat pre-treatment on BSA tryptic hydrolysis and peptide release. *Food Chemistry*, 202, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.107>
- Banerjee, P., & Ray, D. P. (2019). Functional Food: A Brief Overview. *International Journal of Bioresource Science*, 6(2). <https://doi.org/10.30954/2347-9655.02.2019.2>
- Bansal, N., & Bhandari, B. (2016). Functional milk proteins: Production and utilization-whey-based ingredients. In *Advanced Dairy Chemistry* (Vol. 1B, pp. 67–98). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2800-2_3/TABLES/8
- Batista, M. A., Campos, N. C. A., & Silvestre, M. P. C. (2018). Whey and protein derivatives: Applications in food products development, technological properties and functional effects on child health. In *Cogent Food and Agriculture* (Vol. 4, Issue 1). Informa Healthcare. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1509687>
- Briñez-Zambrano, W. J., & Castro-Albornoz, G. A. (2014). Buenas prácticas en el ordeño en ganaderías doble propósito para producir una leche de calidad. In *Buenas prácticas en ganadería doble propósito* (pp. 163–170). <https://www.researchgate.net/publication/342927055>
- Buttriss, J. (2003). Dairy products - Nutritional contribution. In *Encyclo-*

- pedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 1726–1729). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X003205>
- Bylund. (2023). *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems . <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/>
- Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., & Nicoli, M. C. (2004). Effect of heat-treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk. *International Dairy Journal*, 14(5), 421–427. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2003.10.001>
- Chacón-Villalobos, A. (2006). Tecnologías de membranas en la agroindustria láctea. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 243–263. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43717211>
- Chauhan, V., & Kanwar, S. S. (2020). Bioactive peptides: Synthesis, functions and biotechnological applications. In *Biotechnological Production of Bioactive Compounds* (pp. 107–137). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64323-0.00004-7>
- Clare, D. A., & Swaisgood, H. E. (2000). Bioactive milk peptides: A prospectus. *Journal of Dairy Science*, 83(6), 1187–1195. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(00\)74983-6](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(00)74983-6)
- Coronel, M. (2012). Microfiltración tangencial. *Revista Científica Enfoque*, 3, 1–9.
- de Castro, R. J. S., Domingues, M. A. F., Ohara, A., Okuro, P. K., dos Santos, J. G., Brexó, R. P., & Sato, H. H. (2017). Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. *Food Structure*, 14, 17–29. <https://doi.org/10.1016/J.FOOSTR.2017.05.004>
- de la Huerta Benitez, R. (2018). *WO2018231041 Method for obtaining protein from whey or molasses*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2018231041&_cid=P10-KV1GTA-37425-1
- DOF. (2022). *Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Gobernación*. <https://dof.gob.mx/index.php#gsc.tab=0>
- FAO. (2023). *Codex Alimentarius*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
- Fitzgerald, R. J., & Meisel, H. (2000). Milk protein-derived peptide inhi-

- bitors of angiotensin-I-converting enzyme. *The British Journal of Nutrition*, 84 Suppl 1(SUPPL. 1), S33–S37. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002221>
- Frese, S., Freeman-Sharkey, S., Kyle, D., Karav, S., & Duar, R. M. (2021). *WO2021021765 Nutritive compositions with bioactive proteins*. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2021021765&_cid=P11-L0A12V-80816-1
- Gill, H. S., Doull, F., Rutherford, K. J., & Cross, M. L. (2000). Immunoregulatory peptides in bovine milk. *The British Journal of Nutrition*, 84(SUPPL. 1), S111–S117. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002336>
- Hagel, L., Jagschies, G., & Sofer, G. (2008). Separation Technologies. In *Handbook of Process Chromatography: Vol. 2a ed.* (pp. 81–125). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012374023-6.50006-3>
- Hayes, M., Stanton, C., Fitzgerald, G. F., & Ross, R. P. (2007). Putting microbes to work: Dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part II: Bioactive peptide functions. *Biotechnology Journal*, 2(4), 435–449. <https://doi.org/10.1002/BIOT.200700045>
- Hickey, R., Marotta, M., Morrin, S., Lane, J., & Carrington, S. (2020). *US20200253232 Composition and uses thereof*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US301565144&_cid=P22-LE-4VEC-51909-1
- Huang, S. M., Chen, K. N., Chen, Y. P., Hong, W. S., & Chen, M. J. (2010). Immunomodulatory properties of the milk whey products obtained by enzymatic and microbial hydrolysis. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(5), 1061–1067. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2010.02239.X>
- Jäkälä, P., & Vapaatalo, H. (2010). Antihypertensive Peptides from Milk Proteins. *Pharmaceuticals*, 3(1), 251–272. <https://doi.org/10.3390/PH3010251>
- Latham, M. C. (2002). Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. *Nutrición Humana En El Mundo En Desarrollo*, 99–106. <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm#Contents>

- Lee, Y. Y., Tang, T. K., Phuah, E. T., Alitheen, N. B., Tan, C. P., & Lai, O. M. (2017). New functionalities of Maillard reaction products as emulsifiers and encapsulating agents, and the processing parameters: a brief review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1379–1385. <https://doi.org/10.1002/JSFA.8124>
- Leung, W. W.-F. (2020). Introduction. In *Centrifugal Separations in Biotechnology: Vol. 2n. ed.* (pp. 1–25). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102634-2.00001-5>
- Liu, Z., Liu, C., Sun, X., Zhang, S., Yuan, Y., Wang, D., & Xu, Y. (2020). Fabrication and characterization of cold-gelation whey protein-chitosan complex hydrogels for the controlled release of curcumin. *Food Hydrocolloids*, 103, 105619. <https://doi.org/10.1016/J.FOOD-HYD.2019.105619>
- Markman, G., & Livney, Y. D. (2012). Maillard-conjugate based core–shell co-assemblies for nanoencapsulation of hydrophobic nutraceuticals in clear beverages. *Food & Function*, 3(3), 262–270. <https://doi.org/10.1039/C1FO10220F>
- Marques, C., Manuela Amorim, M., Odila Pereira, J., Estevez Pintado, M., Moura, D., Calhau, C., & Pinheiro, H. (2012). Bioactive Peptides - Are There More Antihypertensive Mechanisms Beyond ACE Inhibition? *Current Pharmaceutical Design*, 18(30), 4706–4713. <https://doi.org/10.2174/138161212802651670>
- Martínez Leo, E. E., Altamirano, T. v., & Segura Campos, M. R. (2018). Chapter 14 Functional Foods and Chemoprevention in Cancer. In *Therapeutic Foods* (pp. 431–448). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811517-6.00014-3>
- Martínez-Alvarenga, M. S., Martínez-Rodríguez, E. Y., García-Amezquita, L. E., Olivas, G. I., Zamudio-Flores, P. B., Acosta-Muniz, C. H., & Sepulveda, D. R. (2014). Effect of Maillard reaction conditions on the degree of glycation and functional properties of whey protein isolate - Maltodextrin conjugates. *Food Hydrocolloids*, 38, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.006>
- Mauer, L. (2003). PROTEIN | Heat Treatment for Food Proteins. In *Encyclo-*

- pedia of Food Sciences and Nutrition: Vol. 2n. ed.* (pp. 4868–4872). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00988-3>
- Meisel, H., & FitzGerald, R. J. (2003). Biofunctional Peptides from Milk Proteins: Mineral Binding and Cytomodulatory Effects. *Current Pharmaceutical Design*, 9(16), 1289–1295. <https://doi.org/10.2174/1381612033454847>
- Mohanty, D., Jena, R., Choudhury, P. K., Pattnaik, R., Mohapatra, S., & Saini, M. R. (2016). Milk Derived Antimicrobial Bioactive Peptides: A Review. *International Journal of Food Properties*, 19(4), 837–846. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1048356>
- Moldoveanu, S. C., & David, V. (2002). Chapter 7 Mechanical Processing in Sample Preparation. In *Journal of Chromatography Library* (Vol. 65, Issue C, pp. 225–241). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0301-4770\(02\)80008-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4770(02)80008-2)
- Muset, G., & Castells, M. L. (2017). *Valorización del lactosuero: Vol. 1r. ed. INTI*.
- Ng, T. B., Cheung, R. C. F., Wong, J. H., Wang, Y., Ip, D. T. M., Wan, D. C. C., & Xia, J. (2015). Antiviral activities of whey proteins. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(17), 6997–7008. <https://doi.org/10.1007/S00253-015-6818-4/TABLES/1>
- Nilesh, D., Gene, M. stephen, Nathusinh, V. M., Indravadan, D. R., & Chandrakant, P. N. (2020). *EP3694338 A method of producing frozen confection with protein agglomeration and delayed sucrose addition*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=EP302861062&_cid=P22-LE4UKE-45663-1
- NMX-F-285-1977. (1977). *Muestreo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico*. Dirección General de Normas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Diario Oficial de la Federación.
- NOM-155-SCFI-2012. (2012). *Leche-Denominaciones, especificaciones físicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Norma Oficial Mexicana. Diario Oficial de la Federación.
- NOM-243-SSA1-2010. (2012). *Productos y servicios. Leche, fórmula lác-*

- tea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.*
- NOM-251-SSA1-2009. (2009). *Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas y suplementos alimenticios*. Norma Oficial Mexicana. Diario Oficial de la Federación.
- Osorio González, C., Sandoval Salas, F., Hernández Rosas, F., Hidalgo Contreras, J., Gómez Merino, F., & Ávalos de la Cruz, D. (2018). Potencial de aprovechamiento del suero de queso en México. *Agro-productividad*, 11(7), 101–106.
- Patel, S. (2015). Functional food relevance of whey protein: A review of recent findings and scopes ahead. *Journal of Functional Foods*, 19, 308–319. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2015.09.040>
- Quiñones-Muñoz, T. A., Villanueva-Rodríguez, S. J., & Torruco-Uco, J. G. (2022). Nutraceutical Properties of *Medicago sativa* L., *Agave* spp., *Zea mays* L. and *Avena sativa* L.: A Review of Metabolites and Mechanisms. *Metabolites*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/META-BO12090806>
- Rajakari, K., & Myllarinen, P. (2020). US20200245633 *Whey preparation obtained by cavitation and uses thereof*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US300735073&_cid=P22-LE4V9N-50840-1
- Renes, I. B., Verdurmen, R. E. M., Hols, G., & Abrahamse, E. (2020a). WO2020159356 *Native whey protein for treating and/or preventing intestinal infection*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2020159356&_cid=P10-KV1H01-40278-1
- Renes, I. B., Verdurmen, R. E. M., Hols, G., & Abrahamse, E. (2020b). WO2020159372 *Native whey protein for improving intestinal maturation*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2020159372&_cid=P10-KV1H1A-40722-1
- Renes, I. B., Verdurmen, R. E. M., Hols, G., & Abrahamse, E. (2020c). WO2020159373 *Native whey protein for improving intestinal maturation*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2020159373&_cid=P10-KV1H2L-41261-1

- Ribeiro-Júnior, J. C., Tamanini, R., Alfieri, A. A., & Beloti, V. (2020). Effect of milk bacto-fugation on the counts and diversity of thermotolerant bacteria. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 8782–8790. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-18591>
- Rincón-León, F. (2003). Functional Foods. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 2827–2832). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01328-6>
- Romero, C. S. M. R., & Mestres, L. J. (2004). *Productos lácteos. Tecnología*. Ediciones UPC.
- Stack, A., & Sillen, G. (1998). Bactofugation of liquid milks. *Nutrition & Food Science*, 98(5), 280–282. <https://doi.org/10.1108/00346659810224217/FULL/XML>
- Sun, H., & Jenssen, H. (2012). Chapter 2 Milk Derived Peptides with Immune Stimulating Antiviral Properties. In *Milk Protein* (pp. 45–82). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/50158>
- Taulbee, D. N., & Maroto-Valer, M. M. (2000). Centrifugation. In *Encyclopedia of Separation Science* (pp. 17–40). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B0-12-226770-2/00011-9>
- Todaro, C. M. (2014). Chapter 13 Centrifugation. In *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook: Principles, Process Design, and Equipment: Vol. 3r. ed.* (pp. 267–281). William Andrew Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2553-3.00013-1>
- Vaclavik, V. A., & Christian, E. W. (2014). *Essentials of Food Science* (4th ed.). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9138-5>
- Wada, Y., & Ehara, T. (2021). WO2021059894 Composition, food/beverage composition that contains said composition, and modified milk. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2021059894&_cid=P22-LE4V1I-49183-1
- Wilbey, R. A. (2003). Homogenization. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 3119–3125). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00599-X>
- Zadow, J. G. (2003). Whey and whey powders | Protein Concentrates and Fractions. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 6152–6157.

<https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01288-8>
Zhang, X., Li, X., Liu, L., Wang, L., Massounga Bora, A. F., & Du, L.
(2020). Covalent conjugation of whey protein isolate hydrolysates
and galactose through Maillard reaction to improve the functional
properties and antioxidant activity. *International Dairy Journal*,
102, 104584. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2019.104584>

Capítulo X

Transformación de lactosuero: Operaciones unitarias

Quiñones-Muñoz, T. A.^{22a}; Chombo-Morales, M.P.^{23a} y Moreno-Villet,
L.^{24a}*

10.1 Introducción

Para la transformación del lactosuero se pueden aplicar procesos físicos como la evaporación, secado por aspersión, y liofilización, entre otros (de Castro et al., 2017). El desarrollo del módulo y su contenido brindará las bases necesarias para la generación de procesos de elaboración de prototipos a partir del lactosuero generado en procesos de producción quesera y otros afines. Se incluyen los fundamentos de los diversos procesos y las herramientas tecnológicas de las que se puede hacer uso para una mejor transformación y valorización. Este contenido debe llevar como antesala el capítulo anterior sobre calidad y pretratamientos, ya que, como se revisó en ese capítulo, la calidad del suero es determinante para el correcto diseño de la aplicación de los procesos de transformación descritos en el presente capítulo, desde el orden de aplicación hasta las condiciones puntuales de la operación de transformación.

^{22a}Unidad de Tecnología Alimentaria, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CONACYT-CIATEJ). Sede Zapopan. Camino Arenero 1227, El Bajío, 45019, Zapopan, Jalisco, México.
taquinones@ciatej.mx * Corresponding author.

²³ pchombo@ciatej.mx

²⁴ lmoreno@ciatej.mx

10.2 Operaciones unitarias para la transformación del lactosuero y el desarrollo de productos

a. *Evaporación y concentración.*

La evaporación ha sido utilizada como la principal tecnología de concentración de líquidos en la industria alimentaria, ya que se trata de un método de bajos costos energéticos y operacionales. Consiste en la eliminación de agua presente en un alimento mediante evaporación o ebullición (**Figura 10.1**). Puede llegar a obtener hasta el 95 % de sólidos totales. Aunque puede presentar algunas desventajas como las pérdidas nutricionales y organolépticas por los componentes termosensibles como lo son las vitaminas, los compuestos volátiles y los aromáticos. En el caso de proteínas, las altas temperaturas ayudan a su desnaturalización (Lewicki, 2006). Usualmente se emplea como una etapa complementaria a los procesos de fraccionamiento de proteínas.

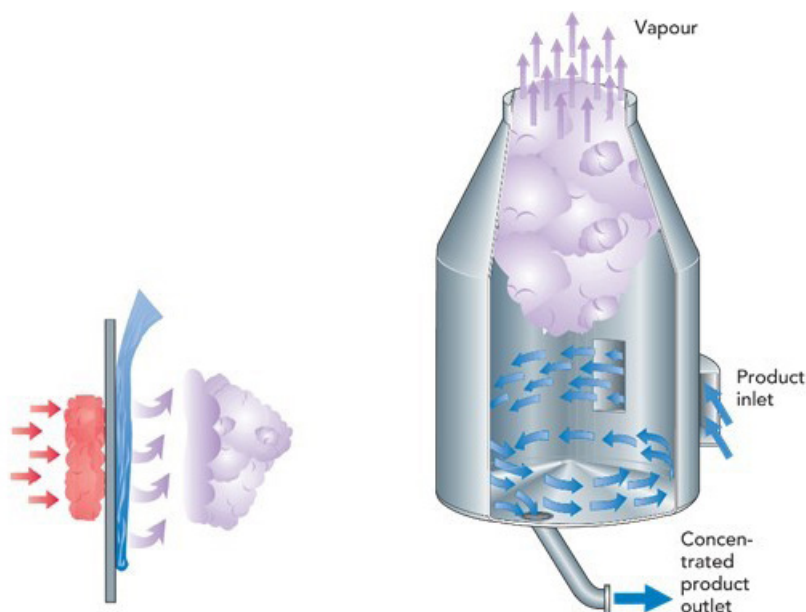


Figura 10.1. Principio general (izquierda) y equipo básico de evaporación (derecha) (Bylund, 2023; <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/evaporators>).

En el principio general básico de la evaporación, una placa en la que fluye el líquido a evaporar es calentada con vapor caliente, por un lado, y el evaporado del líquido se retira por el otro lado (**Figura 1**). El vapor (energía) requerido para hervir el agua de la muestra es mucho, por lo que se han desarrollado diseños de etapas múltiples de evaporación, conocidos como estaciones de evaporación de efecto múltiple. Dos o más unidades operan a presiones progresivamente más bajas y, por lo tanto, con puntos de ebullición progresivamente más bajos. En tal disposición, el vapor producido en el efecto anterior puede usarse como medio de calentamiento en el efecto siguiente. Evaporadores de hasta siete efectos se utilizan en la industria láctea (**Figura 10.2**). Los tubos que forman los tabiques entre el vapor y el producto pueden ser horizontales o verticales y el vapor puede circular por dentro o por fuera de los tubos. En la mayoría de los casos el producto circula por el interior de unos tubos verticales mientras se aplica vapor al exterior. Los tubos se pueden sustituir por placas, casetes o láminas. El producto para evaporar debe entrar en contacto con la superficie caliente, en películas delgadas y uniformes, para eficientar el proceso. Un separador ciclónico de vapor instalado a la salida del evaporador puede separar el vapor del líquido concentrado. Si el volumen de vapor excede el espacio disponible y al líquido a evaporar, la velocidad del vapor aumentará, lo que resultará en una mayor caída de presión; lo que requerirá una mayor diferencia de temperatura entre el vapor de calentamiento y el producto (Bylund, 2023).

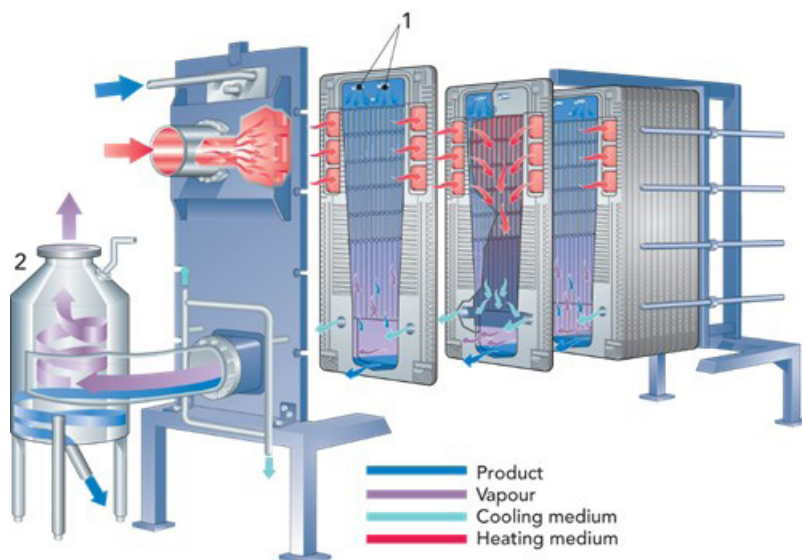


Figura 10.2. Evaporador de casete tipo placa (Bylund, 2023).

b. Coagulación y precipitación.

Las caseínas (80 %) y las proteínas del suero (20 %) comprenden las principales proteínas de la leche. Las micelas de caseína son grandes agregados coloidales formados por nanoclusters de fosfato cálcico y proteínas de caseína, que se estabilizan mediante repulsión electrostática y estérica (Yang et al., 2023). La precipitación de proteínas se puede realizar por cambio de pH y tratamiento térmico. Es un proceso sencillo y económico que logra la precipitación al alcanzar el pH isoelectrico (pH en el que la estructura proteica no presenta carga eléctrica predominante) a determinada temperatura. El cambio de pH tiene la ventaja de tener un alto rendimiento de recuperación y compatibilidad a nivel industrial. La precipitación por punto isoelectrico se basa en la disminución de la solubilidad de la proteína, ya que las proteínas presentan carga neta negativa a pH arriba de su punto isoelectrico y carga positiva a pH debajo de su punto isoelectrico. En el punto isoelectrico, el efecto de las fuerzas electrostáticas es nulo, la

solubilidad mínima y por lo tanto hay precipitación de la proteína. También se suelen usar sales para eliminar el agua de la proteína hidratada, liberando regiones de la molécula (hidrofóbicas) dejándolas en libertad de combinarse con otras moléculas, lo que disminuye la solubilidad y provoca la precipitación.

A pequeña escala, para coagular proteína se ha propuesto primero neutralizar el suero hasta pH 7, calentar a una temperatura de 85 °C y agregar cloruro de calcio CaCl_2 , con agitación continua. Posteriormente calentar hasta 90 °C y agregar lentamente una solución de ácido cítrico hasta una acidez titulable de 7-8 %. Se deja en reposo para permitir la coagulación de la proteína, que se puede recuperar con una malla (Arce-Méndez et al., 2016). El uso industrial de esta tecnología se ve limitado por la desnaturalización parcial o total de las proteínas obtenidas ya que las condiciones de precipitación (pH y temperatura) son específicas para cada proteína debido a sus diferentes propiedades.

La cocción posterior a la desnaturalización leve o al cambio en la estructura molecular de las proteínas, puede formar enlaces cruzados y coagular la leche. La coagulación y precipitación de grumos o agregados puede ocurrir con el calor o cuando hay ácido, enzimas o sales en una formulación. En tratamientos severos se pueden esperar cuajados no deseados, con efectos como los siguientes (Vaclavik & Christian, 2014):

- Por calor. El calor (directo o alto), puede desnaturalizar, coagular o cuajar la leche. Se debe usar calor lento, bajo o moderado, como el calentamiento indirecto sobre un baño de agua. Las altas temperaturas y la duración del calentamiento pueden romper la emulsión de grasa si se rompe la película de proteína alrededor de los glóbulos de grasa, provocando que ésta se una, incluso en el fondo del recipiente. El fosfato de calcio que se forma en el fondo de la cacerola al quemarlo también forma una piel (escoria o película) en la superficie del alimento a medida que el agua se evapora, que puede “retener” el calor y provocar un rebose del producto lácteo sometido al calor. La prevención incluye el uso de una tapa de sartén o la aplicación superficial de un agente como la grasa.

- **Ácido.** El ácido puede agregarse a los alimentos, ser parte de él o puede ser producido por bacterias. Coagula las mezclas de leche o productos que la contienen, formando proteínas de caseína inestables. La caseína precipita a un pH de aproximadamente 4.6 (ambiente), igual que la α -lactalbúmina (60 °C), y la β -lactoglobulina a un pH de 5.0 (60 °C) (Mittal & Singh, 2014).
- **Coagulación enzimática.** Varias fuentes de enzimas son responsables de la coagulación y la formación de cuajada: enzimas animales, vegetales o microbianas. La enzima principalmente utilizada para coagular la leche en queso o helado es la renina (o cuajo). La renina requiere un ambiente ligeramente ácido y funciona mejor a temperaturas de 40 a 42 °C. El calcio se retiene si la coagulación de la leche se logra con renina en lugar de ácido (p. ej., algunos postres tipo natillas y requesón).
- **Coagulación por compuestos polifenólicos.** Los compuestos fenólicos se encuentran en materiales vegetales, frutas y verduras (por ejemplo, papas, tomates), té y café, y coagulan la leche.
- **Coagulación por sales.** Las sales de calcio y fósforo presentes en la leche son menos solubles con el calor y pueden coagular las proteínas de la leche. Los alimentos salados, así como algunas verduras y saborizantes de sal que se agregan a la leche con frecuencia pueden hacer que la leche se cuaje. Aunque se puede agregar bicarbonato de sodio (álcali) a las combinaciones de leche para cambiar el pH y controlar el cuajado, no se recomienda, ya que destruye la vitamina C en el producto.

c. Secado por aspersión.

El secado por aspersión permite la obtención de un producto en polvo a partir de un material líquido concentrado. Su principio de operación se basa en la atomización del producto, que, al estar en contacto con aire caliente, genera pequeñas microgotas; dichas condiciones de contacto son críticas con respecto al rendimiento y calidad de secado. El polvo obtenido es enfriado y envasado (Rincón-García et al., 2020). Durante el secado por aspersión la transferencia de masa y energía se lleva a cabo de forma instantánea a la temperatura de bulbo húmedo (temperatura húmeda del

aire), por lo cual los tiempos de proceso son muy cortos (segundos); su aplicación es viable en productos sensibles a la temperatura, permitiendo que retengan una gran cantidad de compuestos de importancia a la salud (bioactivos), además de alargar la vida útil del producto, por la disminución de la actividad de agua por debajo de la requerida por bacterias, mohos y levaduras. Las propiedades de las partículas resultantes del secado por aspersión dependerán de factores como la velocidad del secado, la temperatura, la cantidad de gas arrastrado o disuelto, el grado de solubilidad, el tiempo de secado; siendo la cinética de secado también impactada por estos factores y por la naturaleza de la partícula en proceso, incluyendo su integridad superficial inicial. Las especificaciones básicas para obtener leche en polvo son: humedad inicial 1.2 kg/kg base seca, humedad del producto final 0.04 kg/kg base seca, velocidad de producción 0.77 kg/s base seca, aire como gas de entrada a 215 °C (Oakley, 2007).

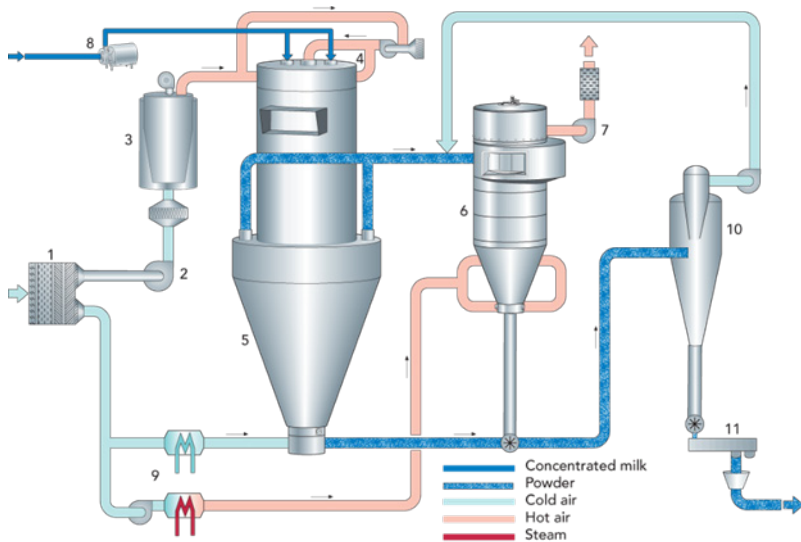


Figura 10.3. Sistema de secado por aspersión (Bylund, 2023): 1) Filtro de entrada, 2) Ventilador de entrada, 3) Calentador de aire, 4) Distribuidor de aire, 5) Cámara de secado, 6) Filtro de bolsa, 7) Ventilador de escape, 8) Bomba de alta presión, 9) Lecho fluido, 10) Unidad de tratamiento de aire, 11) Ciclón, 12) Tamiz de polvo.

La eliminación de agua implica una considerable reducción de volumen y peso, que impacta en reducir materiales de embalaje, y a la vez, en reducción de gastos energéticos; esto compensa la inversión inicial importante necesaria en la aplicación de secado por aspersión. Existe una amplia diversidad de secadores por aspersión, cuyo equipamiento consta principalmente de una cámara de secado, un atomizador, línea de aire comprimido, un separador ciclónico y colector de muestras. Las dimensiones de estos equipos varían desde 1.2 m hasta más de 5 m de altura dependiendo de su capacidad (**Figura 10. 3**; Bylund, 2023).

d. Fermentación.

La fermentación es un proceso biotecnológico que mejora características sensoriales de alimentos y aumenta su valor nutritivo por el aumento en la densidad y disponibilidad de los nutrientes. El proceso puede ser naturalmente iniciado con la microbiota nativa de diversas materias primas, o controlada por el uso de cultivos específicos previamente propagados (Kapraivelou et al., 2015).

Los productos lácteos se fermentan mediante la adición de cultivos bacterianos, como lactobacilos y estreptococos (*Streptococcus lactis*). Estas bacterias inofensivas (o enzimas bacterianas) inducen un cambio químico en los componentes orgánicos de los sólidos lácteos. Por ejemplo, la lactosa se fermenta a ácido láctico creando un pH bajo en el proceso, que controla tanto el deterioro como el crecimiento de bacterias patógenas y hace que la caseína se coagule. Los productos acidificados se obtienen agriando la leche con un ácido como el ácido láctico, cítrico, fosfórico o tartárico con o sin microorganismos. La adición de bacterias productoras de ácido láctico es opcional, y debido a las diferentes concentraciones añadidas, los sabores desarrollados son diferentes. Se pueden agregar bacterias *S. lactis* y *Leuconostoc* (*Leuconostoc citrovorum* y *L. destrictum*), ácido cítrico al 0.2 % o citrato de sodio para dar sabor, y pueden estar presentes estabilizadores como gelatina o gomas, dependiendo del producto que se fermente y el mercado al que se dirige (Vaclavik & Christian, 2014). Algunos de los productos comerciales resultado del proceso de fermenta-

ción de suero entero o desproteinizado son (Mawson, 2003): biomasa de levadura (por *Kluyveromyces* o *Candida* spp.), ácido láctico (BAL), levadura de panadería (*Saccharomyces cerevisiae*), bebidas de suero (ejemplo en **Tabla 10.1**) (*K. marxianus*, o a partir de ácido láctico de BAL), lactato de amonio (+NH₃ a la fermentación con BAL), etanol (*K. marxianus*), ácido acético (etanol+*Acetobacter* spp.), ácido propiónico (*Propionibacterium* spp.) y metano (mezcla de bacterias anaerobias).

Tabla 10.1. Producción de una bebida de suero fermentada con fruta (Mawson, 2003).

Ingrediente	
Estabilizador	0.30 %
Concentrado de fruta	2-7 %
Suero agrio	85.7 %
Azúcar	6-10 %
Sabor y color	El requerido, hasta 100 %
Rango técnico posible de pH	3.6-4.2

Método

1. Filtración gruesa de suero agrio.
2. Dispersar estabilizante en el suero agrio, evitando grumos.
3. Mantenga una agitación suave durante 30 min para permitir que el estabilizador se hinche.
4. Calentar a 85 °C y enfriar a temperatura de incubación (c. 42 °C).
5. Inocular con *Lactobacillus helveticus*.
6. Incubar a pH 4.0
7. Enfriar
8. Añade fruta y azúcar.
9. Comprobar el pH y ajustar, si es necesario, con una solución de ácido cítrico al 50 % a un pH de 3.6–4.2.
10. Tratamiento térmico
11. Almacenar en frío.

La fermentación natural se ha considerado, además de la adición de cultivos específicos, como una de las innovaciones en el uso del lactosuero. El suero de quesería se ha usado en un proceso de fermentación (35 °C, pH 5.0) para la producción/recuperación de ácidos grasos de cadena larga, mediante el uso de membranas de silicona no porosas. La recuperación de ácido butírico (hasta 3 g L⁻¹ de alta pureza, > 90 %) en línea con la fermentación, puede bajar costos de procesos que son por separa-

do. En este caso el proceso se recomienda sea descendiente y se visualiza la incorporación de una etapa de concentración (electrodialisis) de ácidos grasos volátiles, recuperando por otro lado los sustratos producidos de la fermentación (Dessi et al., 2020).

El suero dulce de leche se ha usado como sustrato en fermentaciones para la producción de bioetanol, mediante hidrólisis enzimática (β -galactosidasa), y el uso sencillo o doble de inóculos de diversos microorganismos (*K. marxianus* CCT 4086; *K. lactis* β -galactosidase + *S. cerevisiae*) y diferentes naturalezas del sustrato (suero, permeado de suero, permeado de suero deslactosado, suero de queso líquido o en polvo, suero de queso desproteinizado), en donde se ha obtenido hasta 70.4 g/L (bioetanol/permeado de suero) y 110 g/kg (bioetanol/polvo de suero de queso) de bioetanol (Addai et al., 2020).

El lactosuero como sustrato en la producción de celulosa bacteriana con rendimientos similares a la producción en un medio estándar, se ha reportado fermentándolo con *G. sucrofermentans* B-11267. De dicha fermentación, se produjo 5.45 g/L peso seco de celulosa, no siendo la mayor producción, pero siendo significativa y mayor que para otros residuos agroindustriales (jugo de manzana, jugo de piña, melaza). La mayor producción se ha reportado con nata de coco (712.9 g/L con *Acetobacter* sp.), y el siguiente con efluente de destilados con *Gluconacetobacter oboediens* (8.9 g/L) (Kolesovs & Semjonovs, 2020).

La producción de 2,3-butanediol (BDO), un importante compuesto químico base en innumerables campos de la industria, también es posible al usar lactosuero como sustrato para *Klebsiella oxytoca* cepa PDL-K5, que usa lactosa en un proceso de fermentación en lote, donde se producen 74.9 g/L de biomasa (BDO) con una productividad de 2.27 g/L/h y un rendimiento de 0.43 g/g de lactosa del suero. El uso del suero en polvo dio producción de biomasa, en parámetros similares al suero líquido (Meng et al., 2020). El suero ácido de la producción de queso y yogurth se ha empleado como sustrato para *Yarrowia lipolytica*, alcanzando una conversión rápida de las fuentes de carbono en 6.61 g de ácidos grasos/L, con rendimiento de 0.146 g-ácidos grasos/g sustrato. La producción de ácido α -linolenico a

partir del suero ácido se ha desarrollado con una producción de 10.5 mg/g en cortos tiempos de fermentación (Mano et al., 2020).

Algunos productos lácteos fermentados son (Vaclavik & Christian, 2014):

- *Yogur*. Alimento producido mediante el cultivo de uno o más de los ingredientes lácteos líquidos pasteurizados y homogenizados, como nata, leche, leche parcialmente desnatada o leche desnatada, con un cultivo bacteriano productor de ácido láctico (*L. bulgaricus* y *S. thermophilus*). La formulación puede incluir leche en polvo sin grasa o leche descremada condensada para aumentar sus sólidos. Contiene no menos del 8.5 % de sólidos de leche no grasos y no menos del 3.25 % de grasa láctea; también hay versiones bajas en grasa con 0.5 a 2.0 % de grasa láctea o menos. Un yogur probiótico con *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium* (al menos 100 millones de bacterias por gramo), es capaz de sobrevivir a la destrucción durante el paso gastrointestinal (GI) y ofrece beneficios para la salud como la estimulación inmunológica y un equilibrio positivo para la microflora GI. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define a los probióticos como “microorganismos vivos administrados en cantidades adecuadas que confieren un efecto beneficioso para la salud del huésped” (FAO). La mayoría de los probióticos son bacterias, una es una levadura: *Saccharomyces boulardii*.
- *Kéfir*. Es otro producto lácteo probiótico fermentado que contiene numerosas bacterias, incluyendo *Lactobacillus caucasicus* y las levaduras *Saccharomyces kefir* y *Torula kefir*. Es ligeramente burbujeante debido al proceso de fermentación, por lo que puede contener una pequeña cantidad de alcohol (aproximadamente un 1 %).
- *Simbióticos*. Los prebióticos son carbohidratos no digeribles que actúan como alimento para los probióticos. Se define un producto simbiótico solo si el beneficio neto para la salud es sinérgico (pre + probiótico). Los productos lácteos fermentados, como el yogur y el kéfir, se consideran simbióticos. Los probióticos se encuentran en alimentos como el yogur, mientras que los prebióticos se encuentran en cereales integrales, plátanos, cebollas, ajo, miel y alcachofas (Mayo Clinic, n.d.).

e. Tecnología de membranas.

La tecnología de membranas es un conjunto de operaciones de separación/filtración de uno o más componentes de una fase líquida utilizando una membrana con permeabilidad selectiva. Con esta tecnología se puede realizar operaciones de concentración, purificación, separación o fraccionamiento. Dependiendo del tamaño de corte (tamaño de poro) de la membrana se puede clasificar en distintas operaciones unitarias como se muestra en la **Figura 10.4**.

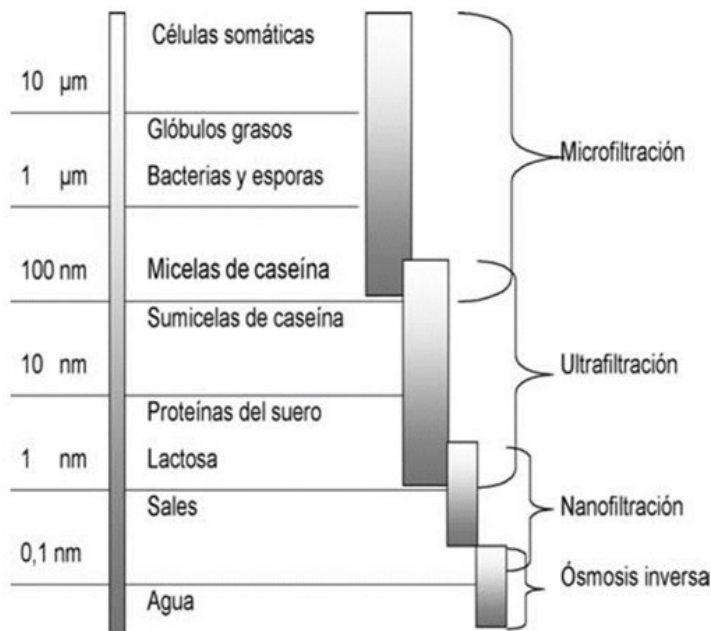


Figura 10.4. Selectividad de los diferentes procesos de membranas en la industria láctea (Brans et al., 2004).

El effluente de producto que pasa a través de la membrana se deno-

mina permeado, mientras que el effluente que se mantiene por encima se denomina retenido. Existe una gran variedad de membranas a nivel comercial, ya sea por distintos materiales como: celulosa, polimérica, cerámica o fibra hueca o por su configuración como placa plana, espiral o tubular (Hagel et al., 2008). Los principales problemas para vencer son los fenómenos de polarización (formación de una capa de depósito en la superficie de la membrana que tapa los poros) de la concentración que llega a ensuciar la membrana, obstruyendo el proceso de separación y disminuyendo la vida útil de la membrana. La tecnología de membranas se aplica bajo diferentes esquemas y objetivos (Chacón-Villalobos, 2006) como:

- La microfiltración se utiliza para separar esporas, bacterias, hongos, levaduras, glóbulos de grasa y células somáticas en un rango de poro de 0.2 μm a 2 μm . En leche se usa para capturar grasas, proteínas desnaturalizadas y residuos microbianos; permite el paso de componentes solubles como proteínas del suero, lactosa y minerales.
- La ultrafiltración se utiliza para incrementar los sólidos de leche, separar proteínas de lactosa y fraccionar proteínas, en un rango de 450 a 300 000 Da (rango de 0.001 μm a 0.1 μm), generalmente en temperaturas de 50-60 °C y membranas de polisulfonas o acetato de celulosa, a presiones transmembranales de 1.500 kPa, y flujos de hasta 82 kg/h. m^2 . Se aplica una fuerza impulsora como la hidrostática entre 1-10 bar para el transporte de la solución. La ultrafiltración es mayormente aplicable a volúmenes grandes, lo que promueve la recuperación de la inversión económica inicial, los rendimientos de proteína deben optimizarse para las mejores funcionalidades, el permeado requiere reprocesamiento o eliminación (Zadow, 2003).
- La nanofiltración se utiliza para separar lactosa de sales minerales en rango de corte entre los 200 a 1000 Da.
- La ósmosis inversa puede considerarse como un proceso de concentración que no emplea calor, que utiliza un tamaño de corte < 150 Da, ya que puede generar retenidos con un contenido máximo de 30 % en sólidos.
- El intercambio iónico es un tratamiento para la eliminación de iones

disueltos en el agua a través de resinas en forma granular o pequeñas perlas. El principio básico consiste en el intercambio de iones entre un sólido y un líquido, en el cuál no se produce ningún cambio sustancial en la estructura del sólido. Las resinas son capaces de absorber iones de una solución cediendo a cambio una cantidad equivalente de otro ion sin modificación aparente de su aspecto físico ni de su solubilidad. Este intercambio solo funciona entre iones de igual carga eléctrica (cationes por cationes y aniones por aniones). Al ser el intercambio iónico una reacción reversible, el material de intercambio puede ser regenerado para nuevos procesos.

Dependiendo del tipo de operación que se requiera realizar, va a cambiar la membrana, las condiciones de operación y por ende el diseño de equipamiento. Así, por ejemplo, los procesos de osmosis inversa y nanofiltración requieren de altas presiones de operación, seguido de la ultrafiltración y por último la microfiltración. En su forma más básica un equipo de tecnología de membranas consta de un tanque de alimentación, una bomba de alta presión, un módulo de membrana y un tanque de permeado.

Los concentrados de proteína de suero se pueden fabricar usando la ultrafiltración, en donde el suero pasa contra una membrana semipermeable, que permite el paso selectivamente de materiales de bajo peso molecular como agua, iones y lactosa, mientras retiene materiales de mayor peso molecular como proteínas (retenido). El retenido se concentra aún más por evaporación y se seca por aspersión para producir concentrados de proteína de suero (WPC). Para productos con mayor cantidad de proteínas, se emplea un proceso conocido como diafiltración, en el que se agrega agua al retenido durante el proceso para lavar más materiales de bajo peso molecular (Zadow, 2003); es utilizada en la actualidad para la producción de concentrados proteicos (WPC) con altos contenidos de proteína, con niveles desde un 25 % hasta un 90 % de eficiencia si se combinan con otras técnicas de filtración (Rincón-García et al., 2020). Para obtener dichos concentrados de proteína, se puede pretratar el suero, mediante remoción de grasa y componentes diferentes a proteína, para así, aumentar la

concentración de ellas. La **Tabla 10.2**, presenta la composición de distintos aislados proteicos y subproductos del suero. La diafiltración ofrece ventajas significativas como operar de forma continua, el consumo de energía es pequeño, son fácilmente combinables, el escalado es sencillo, no se requiere añadir aditivos para realizar la separación, se recuperan productos de valor y reduce la emisión de residuos que atentan contra el medio ambiente (Solís et al., 2017). El WPC de 34-50 % en proteína se puede obtener por evaporación y secado por aspersión del concentrado proteico, el WPC de 50-80 % en proteína se puede obtener por diafiltración, evaporación y posteriormente el secado por aspersión del concentrado proteico, los minerales de la leche se pueden obtener por ultrafiltrado del lactosuero, seguido de osmosis inversa, concentración y posterior secado por aspersión; del retenido de la osmosis inversa se puede concentrar y secar la lactosa (Gómez Soto & Sánchez Toro, 2019).

Tabla 10.2. Composición de distintos aislados proteicos y subproductos del suero (Parra Huertas, 2009; Parzanese, n.d.).

Productos	Componentes				
	Proteína (%)	Lactosa (%)	Grasa (%)	Minerales (%)	Humedad (%)
Suero dulce en polvo	11 - 14.5	63 - 75	1 - 1.5	8.2 - 8.8	2.5 - 5.0
Concentrado de proteína de suero (WPC) 35	34 - 35.4	51 - 54.5	3.5 - 5	3 - 8	3 - 5.4
WPC 80	80-83	4.2-10	4.2 - 10	2.9 - 5	4.2 - 5.5
Aislado de proteína de suero (WPI)	92 - 96.1	0.6 - 2	0.4 - 1	2.6 - 3.4	4 - 5.5
Suero parcialmente des-mineralizado en polvo	> 90	2.3	0.4	1.8	3.2

En la industria láctea las resinas de intercambio iónico se utilizan en forma de lechos para la desmineralización efectiva del suero lácteo. Así, se utiliza una resina catiónica para eliminar iones de Ca^{+} y Na^{+} , mientras que se utiliza una resina aniónica para eliminar iones de Cl^{-} (Alaña et al.,

2012). Los equipos de intercambio iónico, también conocidos como ablandadores, son lechos empacados de resinas de intercambio iónico. Pueden usarse lechos de cada resina por separado y/o lechos combinados o sucesivos de distintos tipos de resinas. El lecho tiene un determinado volumen, por lo cual, la capacidad de intercambio está limitada a este volumen, que al agotarse se procede a la regeneración de la resina. La regeneración se logra pasando una solución del ion original de alta concentración por el lecho (salmuera ó ácido). Una vez regenerado, el lecho se enjuaga y se procede a un nuevo ciclo de intercambio iónico.

La separación de proteínas séricas, brevemente, incluye las siguientes etapas: ultrafiltración del suero, ajuste a pH 4.2 del retenido, calentamiento del retenido a 64 °C/5 min (inicio de la agregación), los agregados se diluyen con agua para provocar agregados más grandes, y el sedimento (que es principalmente α -lactoalbúmina en 50 % y 40 % de lactosa) se separa por centrifugación o microfiltración y se puede secar o evaporar para producir una fracción rica en α -lactoalbúmina (una fracción). El sobrenadante se somete a ultrafiltración y diafiltración (para eliminar la ceniza y la lactosa) y se seca para producir la fracción rica en β -lactoglobulina (fracción b, 50 % proteína, 15 % lactosa) (Zadow, 2003).

El uso de agentes acomplejantes, para precipitación y recuperación de proteínas de suero, ha sido otra técnica aplicada para la generación de WPC. Los absorbentes empleados incluyen carboximetilcelulosa, óxidos inorgánicos, o polifosfatos. Los adsorbentes también pueden adsorber selectivamente proteínas del suero bajo condiciones específicas de pH y temperatura. El adsorbente Spherosil puede eliminar selectivamente una proporción significativa de la β -lactoglobulina del suero, dejando una fracción rica en α -lactoalbúmina como efluente del proceso de adsorción (Zadow, 2003). Aún quedan muchas incógnitas sobre la funcionalidad de los complejos en matrices como las alimenticias, después de su liberación, y en otros sistemas como son las condiciones del sistema digestivo.

f. Deslactosado.

La lactosa es un azúcar (teniendo la sacarosa un 100 de grado relativo de

dulzor, la lactosa ronda el 40, la glucosa el 70 y la galactosa el 60) compuesto por dos azúcares simples (glucosa y galactosa) que se puede separar mediante la incorporación de agua o por la acción de la enzima lactasa o β -galactosidasa (hidrolasa: EC 3.2.1.23). La forma química de la lactosa se presenta en dos disposiciones espaciales, dependiendo del grupo hidroxilo del átomo de carbono en la molécula de glucosa, por lo que las propiedades fisicoquímicas también cambian: solubilidad, forma de cristal, punto de fusión, efecto fisiológico (Bylund, 2023). La intolerancia a la lactosa es la incapacidad de digerir la lactosa, principal azúcar de la leche ($\approx 5\%$), debido a la pérdida de la enzima (lactasa) que apoya en su digestión. Puede deberse a la ausencia o cantidad insuficiente de la enzima, por un déficit de nacimiento o una discapacidad física. La lactosa no digerida en el intestino es fermentada por la microflora para formar ácidos grasos de cadena corta y gases como dióxido de carbono, hidrógeno y metano. La pérdida de actividad de la lactasa en el intestino afecta, a aproximadamente el 75 % de la población mundial. La lactasa añadida en leche puede reducir la lactosa hasta un 70 % de su concentración. Se toleran hasta 12 g de lactosa, especialmente si el individuo consume otros alimentos con la fuente de lactosa (Vaclavik & Christian, 2014). Los síntomas de la intolerancia a la lactosa incluyen dolor abdominal, distensión intestinal, flatulencia, diarrea, constipación, náusea y vómito, debido a la alta concentración de solutos de lactosa no digerida (Fassio et al., 2018). La eliminación de la lactosa en productos lácteos permite a los intolerantes a la lactosa aprovechar los nutrientes de la leche y derivados, además de que se evita la textura arenosa en productos congelados, como el helado. La lactosa es poco soluble, lo que dificulta algunos procesos tecnológicos de transformación de la leche y derivados, además de que no es biodegradable.

Desde 1919, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO por sus siglas en inglés), publica una patente del Reino Unido en donde se reporta un procedimiento para la manufactura de lactosa o leche azucarada a partir de suero lácteo. En dicha invención (Geoffrey, 1919) el suero se calienta a cerca de 70 °C, luego la albúmina se precipita con ácido tánico, nitrato mercurioso, ácido fosfotúngstico o sulfato de magnesio

(también mencionados ácido ortofosfórico, o mezcla de fosfato y ácido, ácido acético y alumbre), y se separa por decantación; el líquido resultante se evapora hasta una quinta parte del volumen original, se vuelve a precipitar la albúmina remanente y se separa. El líquido claro se neutraliza y se evapora hasta obtener la lactosa. Por supuesto, ya ha habido publicaciones en donde se han mejorado las condiciones de separación de la lactosa, a partir del suero lácteo.

Actualmente, se reportan dos métodos básicos de cristalización de lactosa en suero lácteo (Bylund, 2023), con lo que se puede recuperar de la matriz: 1) cristalización de la lactosa en suero no tratado pero concentrado; 2) cristalización de lactosa en suero del que se ha eliminado la proteína por ultrafiltración o algún otro método antes de la concentración. Ambos métodos producen una lejía madre, la melaza, que se puede secar y utilizar como forraje. Un procedimiento general incluye lo siguiente: concentración del suero por evaporación a 60-62 % sólidos, mezclado con cristales semilla, ajuste de condiciones de tiempo/temperatura y agitación predeterminados (controlados), luego de cristalizada, la suspensión se pasa a centrifugas decantadoras para la separación de los cristales (etapa en dos pasos hasta una humedad residual menor de 9 %), secar por lecho fluidizado (hasta una humedad de cristal de 0.1 a 0.5 %, a no más de 92 °C (15-20 min) para dirigir la formación de α -lactosa, la β -lactosa se forma a mayores temperaturas) y triturar (molino de martillos a 30 °C aprox.) hasta polvo, se tamiza y empaqueta. La refinación se aplica cuando la aplicación requiere un mayor grado de pureza, como en uso farmacéutico. En el refinado la lactosa se re disuelve en agua caliente hasta una concentración de 50 %, se mezcla con carbón activo, fosfato y un agente de filtración, después de la filtración, la solución se pasa a cristalizar, se separa, muele y envasa (Bylund, 2023).

Químicamente la lactosa puede hidrolizarse vía enzimática. Las condiciones óptimas de actividad de la enzima lactasa son pH 6-7 y 35-45 °C, manganeso y magnesio son fuertes activadores (Mawson, 2003); a 40 °C, pH 6.36, 5 ml/l, a un tiempo de 20 min de reacción (Capdevila et al., 2020). De un suero hidrolizado con lactasa, que se evapora, se obtiene un

jarabe dulce con un contenido de sólidos secos aproximado de 70-75 %, en el que el 85 % de la lactosa está hidrolizada; el jarabe tiene uso endulzante en la industria de alimentos, como en panadería y elaboración de helados (Bylund, 2023).

La lactosa también se puede dividir por medio de ácidos junto con un tratamiento térmico o pasando un intercambiador de cationes en forma de hidrógeno a alta temperatura, alrededor de 100 °C. El grado de hidrólisis requerido se determina mediante la selección del pH, la temperatura y el tiempo de mantenimiento. Con este tipo de hidrólisis, se produce una decoloración marrón, una precipitación de proteínas y sales; se recomienda el tratamiento con carbón activo para la eliminación del color (Bylund, 2023). Otro recurso de hidrólisis de la lactosa es por medios microbianos, el *Lactobacillus acidophilus* (37 °C) produce la enzima lactasa y ayuda a corregir los síntomas de la intolerancia a la lactosa. Se cree que la lactasa en combinación con *L. acidophilus* puede pasar con éxito a través de los ácidos del estómago y llegar al intestino delgado donde funciona en la digestión de la lactosa. Los probióticos de un alimento tienden a disminuir con el tiempo y la enzima microbiana lactasa (Vaclavik & Christian, 2014).

La invención publicada por Yao et al. (2013) sobre un método para la preparación simultánea de proteína de suero en polvo (WPC) y lactosa en polvo a partir de suero de leche considera una ultrafiltración primaria del lactosuero con corte de peso molecular de 5000-10000 Da, incluyendo una humectación cuando el flujo de la membrana se reduce del 60-80 %, añadiendo agua desionizada de 2-5 veces (respecto al volumen de la solución concentrada). Posteriormente se prepara el polvo de proteína por ultrafiltración y secado, para finalmente refinar el polvo de lactosa mediante la adición del permeado del ultrafiltrado evaporado y condensado en etanol (grado alimenticio) hasta que la fracción volumétrica final sea del 40-60 %, colectando, lavando y secando el precipitado para obtener la lactosa. En esta invención, la ultrafiltración se considera el método principal de obtención de la proteína y la lactosa, sin la adición de sales externas, ácidos o álcalis.

En 2014, otra invención se publicó para mejorar los rendimientos de extracción de alfa lactosa cristalina, en donde se mencionan las siguientes etapas: una solución acuosa de lactosa se calienta a 62-67 °C, se enfría a 20-30 °C por 0-5 horas, se vuelve a calentar a 30-45 °C por 0-5 horas, y se enfría a 10 °C. Los cristales precipitados se separan y se provoca una segunda precipitación añadiendo cristales hasta la sobre saturación del licor. Todos los cristales recuperados se separan del licor y se secan. El lactosuero inicial debe ser libre de proteínas y minerales, y una primera etapa de concentración, antes de provocar la precipitación de la lactosa (Sven-Rainer, 2014).

10.3 Conclusión

En este capítulo se ha presentado una breve descripción de algunas operaciones unitarias que apoyan la transformación de materias primas, como el lactosuero, en productos de calidad. Generalmente la aplicación de los diferentes procesos, dependen como ya se describió, del producto final deseado y de las características de ese producto, tanto las fisicoquímicas, como funcionales, pero, además, también depende de las materias primas empleadas, su manejo y pretratamientos aplicados (revisado en el capítulo anterior). No hay una receta establecida para el desarrollo de un producto derivado lácteo, ni de cualquier origen. El éxito de una transformación de materia prima depende de diversos factores intrínsecos y del contexto, por lo que el entendimiento de los temas tratados en este capítulo podrá apoyar al desarrollo de transformaciones eficientes y amigables con el ambiente.

10.4 Bibliografía

- Addai, F. P., Lin, F., Wang, T., Kosiba, A. A., Sheng, P., Yu, F., Gu, J., Zhou, Y., & Shi, H. (2020). Technical integrative approaches to cheese whey valorization towards sustainable environment. *Food & Function*, 11(10), 8407–8423. <https://doi.org/10.1039/D0FO01484B>
- Alaña, J., Martínez, K., González, J., Hernández, J., & García, C. (2012).

- Cinética de intercambio iónico bajo control mixto en medio lácteo. *Revista Tecnocientífica URU*, 2, 19–29.
- Arce-Méndez, J. R., Thompson-Vicente, E., & Calderón-Villaplana, S. (2016). Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 61–71. <https://doi.org/10.15517/am.v27i1.21878>
- Brans, G., Schroën, C. G. P. H., van der Sman, R. G. M., & Boom, R. M. (2004). Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*, 243(1–2), 263–272. <https://doi.org/10.1016/J.MEMSCI.2004.06.029>
- Bylund, (2023). *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems . <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/>
- Capdevila, V., Vales, M. E., Gely, C., & Pagano, A. (2020). Análisis de la etapa de hidrólisis de la lactosa del cuero lácteo para la obtención de bioetanol. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 11(4), 1–17. <http://www.executivebs.org/publishing.cl/1>
- Chacón-Villalobos, A. (2006). Tecnologías de membranas en la agroindustria láctea. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 243–263. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43717211>
- de Castro, R. J. S., Domingues, M. A. F., Ohara, A., Okuro, P. K., dos Santos, J. G., Brexó, R. P., & Sato, H. H. (2017). Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. *Food Structure*, 14, 17–29. <https://doi.org/10.1016/J.FOOSTR.2017.05.004>
- Dessi, P., Asunis, F., Ravishankar, H., Cocco, F. G., de Gioannis, G., Muntoni, A., & Lens, P. N. L. (2020). Fermentative hydrogen production from cheese whey with in-line, concentration gradient-driven butyric acid extraction. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(46), 24453–24466. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.06.081>
- Fassio, F., Facioni, M. S., & Guagnini, F. (2018). Lactose Maldigestion, Malabsorption, and Intolerance: A Comprehensive Review with a Focus on Current Management and Future Perspectives. *Nutrients*, 10(1599), 1–12. <https://doi.org/10.3390/NU10111599>

- Geoffrey, M. (1919). *GB135969 Improvements in the Manufacture of Lactose or Milk Sugar*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=GB134032257&_cid=P22-LE4UHE-45044-1
- Gómez Soto, J. A., & Sánchez Toro, Ó. J. (2019). Producción de galactooligosacáridos: alternativa para el aprovechamiento del lactosuero. Una revisión. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 129–158. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/11270/214421443533>
- Hagel, L., Jagschies, G., & Sofer, G. (2008). Separation Technologies. In *Handbook of Process Chromatography: Vol. 2a ed.* (pp. 81–125). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012374023-6.50006-3>
- Kapravelou, G., Martínez, R., Andrade, A. M., López Chaves, C., López-Jurado, M., Aranda, P., Arrebola, F., Cañizares, F. J., Galisteo, M., & Porres, J. M. (2015). Improvement of the antioxidant and hypolipidaemic effects of cowpea flours (*Vigna unguiculata*) by fermentation: results of in vitro and in vivo experiments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1207–1216. <https://doi.org/10.1002/JSFA.6809>
- Kolesovs, S., & Semjonovs, P. (2020). Production of bacterial cellulose from whey—current state and prospects. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(18), 7723–7730. <https://doi.org/10.1007/S00253-020-10803-9/FIGURES/1>
- Lewicki, P. P. (2006). Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 153–163. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2005.10.012>
- Mano, J., Liu, N., Hammond, J. H., Currie, D. H., & Stephanopoulos, G. (2020). Engineering *Yarrowia lipolytica* for the utilization of acid whey. *Metabolic Engineering*, 57, 43–50. <https://doi.org/10.1016/J.YMBEN.2019.09.010>
- Mawson, J. (2003). WHEY AND WHEY POWDERS | Fermentation of Whey. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2n. ed., 6157–6163. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01289-X>
- Mayo Clinic. (n.d.). Retrieved February 13, 2023, from <https://www.mayoclinic.org/>
- Meng, W., Zhang, Y., Cao, M., Zhang, W., Lü, C., Yang, C., Gao, C., Xu,

- P., & Ma, C. (2020). Efficient 2,3-butanediol production from whey powder using metabolically engineered *Klebsiella oxytoca*. *Microbial Cell Factories*, 19(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/S12934-020-01420-2/TABLES/2>
- Mittal, S., & Singh, L. R. (2014). Macromolecular Crowding Induces Holo α -Lactalbumin Aggregation by Converting to Its Apo Form. *PLOS ONE*, 9(12), e114029. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0114029>
- Oakley, D. E. (2007). Spray Dryer Modeling in Theory and Practice. *Drying Technology*, 22(6), 1371–1402. <https://doi.org/10.1081/DRT-120038734>
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 62(1), 4967–4982.
- Parzanese, M. (n.d.). *Ficha No. 13 Procesamiento de lactosuero*. Tecnologías Para La Industria Alimentaria. Retrieved February 16, 2023, from <https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/>
- Rincón-García, D. J., Sepúlveda-Valencia, J. U., & Ciro-Velásquez, H. J. (2020). Evaluation of diafiltration process for concentration of the protein in the sweet whey from cheese factory. *DYNA (Colombia)*, 87(214), 239–247. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V87N214.82795>
- Solís, C., Vélez, C., & Ramírez-Navas, J. (2017). Tecnología de membranas: Ultrafiltración. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(22), 26–36.
- Sven-Rainer, D. (2014). *EP2767596 Process for increasing yield in the production of lactose (III)*. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=EP107040811&_cid=P22-LE4UYI-48608-1
- Vaclavik, V. A., & Christian, E. W. (2014). *Essentials of Food Science* (4th ed.). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9138-5>
- Yang, M., Ye, A., Yang, Z., Everett, D. W., Gilbert, E. P., & Singh, H. (2023). Pepsin-induced coagulation of casein micelles: Effect of whey proteins and heat treatment. *Food Chemistry*, 402, 134214. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.134214>
- Yao, S., Du, Q., Yu, Z., & Lin, D. (2013). *CN102870952 Method for pre-comparing whey protein powder (WPC) and lactose powder simulta-*

neously by whey. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CN85804350&_cid=P22-LE4V6P-50275-1

Zadow, J. G. (2003). Whey and whey powders | Protein Concentrates and Fractions. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 6152–6157. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01288-8>

"Cultura, Tecnología y Negocio en la Producción Artesanal de Queso y Suero de Calidad", tiene la finalidad de difundir, divulgar, dar a conocer el conocimiento generado en el tema de aspectos específicos de la calidad de queso y de suero artesanales, derivado del proyecto *Percepción del Consumidor y Funcionalidad de Prototipos Desarrollados a Partir de Lactosuero de las Queserías Artesanales de Santa Fe, Jalisco, como alimentos funcionales*, clave: COECYTJAL 9777, clave interna ZASUETRL4. Dentro de la obra se abordan temas sobre problemáticas, acciones y perspectivas en la producción de queso y suero de la comunidad de Santa Fe, en Zapotlanejo, Jalisco; también temas de calidad y normatividad aplicables a México; igualmente se abordarán: un proceso histórico, cultural y económico sobre la quesería artesanal en México en comparación de la internacional; varios temas se tratarán como el emprendurismo de esta cadena productiva y nuevos desarrollos para aprovechar el suero y aspectos financieros del mismo tema. Temáticas que se ofrecieron en un Diplomado dirigido a los(as) productores(as) de queso de Zapotlanejo, con el subsecuente beneplácito de adquirir este conocimiento.

En el libro, "Cultura, Tecnología y Negocio en la Producción Artesanal de Queso y Suero de Calidad", los autores del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) y del Tecnológico Superior de Jalisco, Unidad Académica Zapotlanejo (TecMMZ) se sumaron para impulsar la actividad social y económica de los(as) productores(as) de queso de esta región.

Lo invitamos a incursionar en el apasionante tema de la elaboración y calidad de queso de México y del mundo, así como a conocer las propiedades del subproducto el lactosuero, este último con ilimitadas oportunidades de aprovecharse para producir nuevos alimentos nutritivos y funcionales para la salud de la población.

Dra. María Patricia Chombo Morales.

