



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DISEÑO DE LAS BASES DEL SISTEMA DE
GESTIÓN DE INOCUIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE
QUESO OAXACA EN PYMES.**

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

DIANA JUDITH PAOLA MOLINA GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

AÑO 2014





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: Olga del Carmen Velázquez Madrazo

VOCAL: Profesor: María de Lourdes Gómez Ríos

SECRETARIO: Profesor: Miguel Ángel Hidalgo Torres

1er. SUPLENTE: Profesor: José Luis Hernández Sánchez

2° SUPLENTE: Profesor: Jorge Rafael Martínez Peniche

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FACULTAD DE QUÍMICA

ASESOR DEL TEMA:

Olga del Carmen Velázquez Madrazo

SUSTENTANTE (S):

Diana Judith Paola Molina González

Índice

Índice de tablas.	4
Índice de figuras.	4
1. Introducción.	5
2. Objetivos.	10
3. Marco Teórico	11
3.1 Antecedentes y actualidad del sector lácteo en México.	11
3.1.1 Distribución de la producción lechera en México.	17
3.1.2 Sistemas de producción lechera en México.....	20
3.1.3 Agroindustria quesera mexicana.....	23
3.1.4 Agroindustria quesera artesanal.	26
3.2. La inocuidad de alimentos. Generalidades. Dificultades en su implementación.	32
3.2.1 Buenas Prácticas de Manufactura.	41
3.2.2 Programas de prerrequisitos en materia de seguridad alimentaria para la fabricación de alimentos (PAS 220:2008).....	46
3.2.3 Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) 54	
4. El queso en México	67
4.1 La materia prima	67
4.2 El queso	72
4.3 Queso Oaxaca: definición y características.	76
4.4 Proceso artesanal de producción.....	78
5. Propuestas.	94
5.1 Programas prerrequisitos para el proceso de elaboración del queso Oaxaca.	94
5.2 Plan HACCP para el proceso de elaboración del queso Oaxaca.	116
6. Conclusiones.	128
7. Bibliografía.	130
8. Anexo 1.	136

Índice de tablas.

Tabla 1. Regionalización de la Producción de leche de Bovino.	18
Tabla 2. Contrastes entre la pequeña y gran industria quesera en México.	25
Tabla 3. Características de algunos de los quesos mexicanos.	29
Tabla 4. Principios Generales de Higiene de los Alimentos.	44
Tabla 5. Referencias cruzadas entre los requisitos de la ISO/TS 22002-1:2009 y los del PAS220:2008.	48
Tabla 6. Composición media de la leche de diferentes especies animales. (% en peso)	72
Tabla 7. Especificaciones fisicoquímicas del queso Oaxaca.	77
Tabla 8. Especificaciones sanitarias para el queso Oaxaca.	91
Tabla 9. Características microbiológicas del agua de consumo humano.	101
Tabla 10. Características físicas y organolépticas del agua potable.	101
Tabla 11. Características químicas.	101

Índice de figuras.

Figura 1. Producción Nacional de Leche.	16
Figura 2. Producción Nacional de Leche Fluida, 2003-2011.	17
Figura 3. Participación en la producción de leche por estado, 2010.	18
Figura 4. Vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo Americano y Jersey.	21
Figura 5. Proceso general de elaboración de queso fresco.	31
Figura 6 Diagrama de bloques del proceso general de elaboración de queso.	32
Figura 7. Cambio de PAS 220:2008 A ISO 22002-1	48
Figura 8. Ejemplo de cadena alimentaria. (Mortimore & Wallace, 2004)	61
Figura 9. Etapas de la implantación del sistema HACCP (Mortimore & Wallace, 2004)	63
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso Oaxaca.	93

1. Introducción.

Según la norma NMX-F-CC-22000-NORMEX-IMNC-2007 *Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos-Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*, la **inocuidad alimentaria** es un concepto que implica que los alimentos no causen daño al consumidor cuando se preparan y/o consumen de acuerdo con el uso previsto al que se destinen.

El término inocuidad se presentó por primera vez en 1938 con la promulgación del Acta sobre alimentos, drogas y cosméticos de la *Food and Drug Administration* (FDA) en los Estados Unidos.

Dada la definición anterior podemos deducir que sin importar el tamaño que tenga una organización dedicada a la producción de alimentos, su máxima preocupación siempre será garantizar la inocuidad de los alimentos que produzca y comercialice; ésta es la principal característica que un alimento debe poseer y es una preocupación creciente a medida que los mercados se abren y la comercialización de los alimentos se desarrolla en el ámbito internacional.

Si bien el comercio transfronterizo no es un hecho reciente, en el último siglo la cantidad de alimentos que se comercializó en el ámbito mundial, creció de forma exponencial hasta alcanzar en la actualidad un valor de 1,56 miles de millones de dólares, entre importaciones y exportaciones. (FAO, 2011)

Una de las adversidades que enfrenta el comercio y el intercambio transnacional de alimentos es la preocupación de los gobiernos por contar con alimentos inocuos que no representen una amenaza para la salud de su población. Esta preocupación se hace más intensa en el comercio internacional, pues los gobiernos tienen la responsabilidad de proteger a su propia población de peligros para su salud, así como para

sus plantas y animales, que provengan de otros lugares, donde ellos no tienen control sobre prácticas, inocuidad ni calidad. Debido a esta inquietud dichos países crean legislación que en cierta forma complica el comercio exterior, debido a que en la mayoría de los países productores (por lo general aquellos subdesarrollados) se presenta un atraso en cuanto a la gestión de la inocuidad de sus productos.

Para responder a esta problemática en 1961 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) crearon la Comisión del *Codex Alimentarius* bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias.

Los objetivos principales de este programa son:

- ✓ La protección de la salud de los consumidores,
- ✓ Asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos y
- ✓ Promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

Para cumplir estos objetivos se creó el **Codex Alimentarius**, cuya traducción al español es “*Código sobre alimentos*”. El *Codex Alimentarius* es una recopilación de normas alimentarias, guías de prácticas y otras recomendaciones basadas en los últimos avances científicos, que sirven como referencia internacional para la legislación alimentaria en materia de inocuidad y calidad.

«El objeto de la publicación del Codex Alimentarius es que sirva de guía y fomento la elaboración y el establecimiento de definiciones y requisitos aplicables a los alimentos para facilitar su armonización y, de esta forma, facilitar el comercio internacional.» (FAO, 2002)

Así, la Comisión del *Codex Alimentarius* se erige como un organismo protector de los consumidores siguiendo el principio de que “*las personas*

tienen derecho a esperar que los alimentos que consumen sean inocuos, de buena calidad y aptos para el consumo". (FAO, 2001)

Por otro lado, también al interior de los países la preocupación por la inocuidad de los alimentos es creciente, tanto para los gobiernos por las implicaciones sociales y económicas que tiene, como para los consumidores que cada vez están mejor informados y se responsabilizan mejor de su salud.

Es bien sabido que para resolver un problema no basta sólo con atender las consecuencias del mismo, sino por el contrario los esfuerzos deben enfocarse en los orígenes del problema. Una vez detectada alguna falla en cualquier etapa de un proceso: lo primero que se hace es una **corrección**, para eliminar la no conformidad detectada y posteriormente se debe aplicar una **acción correctiva**, que implica el análisis de causas del problema y la eliminación de las mismas para prevenir que la no conformidad vuelva a ocurrir.

Hasta este punto hemos encontrado la palabra clave que nos ayudara a cumplir con el objetivo de producir alimentos inocuos: **prevención**.

Dentro del sector de fabricación de alimentos son “bien conocidos”, pero no por eso bien aplicados, los sistemas y las medidas de prevención. Entre los más renombrados se encuentran las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) (FAO, 2010) y los programas prerrequisitos en materia de seguridad alimentaria para la fabricación de alimentos (PAS 220:2008).

Las buenas prácticas de manufactura también conocidas como buenas prácticas de elaboración o buenas prácticas de fabricación se dieron a conocer en 1962 con la creación de la primera guía de buenas prácticas de manufactura que corrió a cargo de la FDA. Por su parte el *Codex Alimentarius* adoptó en 1969 el Código Internacional Recomendado de

Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos, que reúne aportes de toda la comunidad internacional.

Este código internacional brinda las bases para asegurar la higiene de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria mediante la aplicación de ciertos controles y también sugiere la adopción del sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control que tiene como fin optimizar la inocuidad alimentaria.

El sistema HACCP y los programas prerrequisitos en materia de seguridad alimentaria para la fabricación de alimentos (PAS 220:2008) son la base del sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos ISO 2200:2005. En México el equivalente es la norma NMX-F-CC-22000-NORMEX-IMNC-2007 y se abordarán más adelante en los apartados correspondientes.

En México la Ley General de Salud en su artículo 17 bis establece que la Secretaría de Salud es el organismo gubernamental encargado de ejercer las atribuciones de regulación, control y fomento sanitario a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (**COFEPRIS**) la cual tiene entre sus atribuciones la elaboración y expedición de las normas oficiales mexicanas relativas a los productos, actividades, servicios y establecimientos materia de su competencia.

Dentro de las normas oficiales del catálogo de la COFEPRIS, las relativas al tema de inocuidad alimentaria son:

- NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-información comercial y sanitaria.
- NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Otras Normas oficiales que el empresario PyME de queso Oaxaca debe tener en cuenta son:

- 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 Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

Es importante señalar que el contenido de este trabajo se enfoca más a los señalamientos que hace la OMS y la FAO, específicamente del *Codex Alimentarius*, debido a que la legislación mexicana se fundamenta en el seguimiento y la adecuación a la realidad nacional de las recomendaciones que realizan dichos organismos internacionales.

Sin embargo los pequeños empresarios mexicanos no deben perder de vista que los primeros requisitos que deben cumplir dentro de su accionar son los establecidos por la legislación nacional (Secretaría de Salud), además también deberán de considerar el cumplimiento voluntario de lo establecido en las Normas Mexicanas, las cuales al contrario de las Normas Oficiales Mexicanas no son de carácter obligatorio sin embargo su adopción les ayudara a lograr la fabricación de productos inocuos y de alta calidad. Entre estas normas se encuentran:

- Norma Mexicana NMX-F-026-1997. Leche. Denominación. Especificaciones comerciales y métodos de prueba.
- Norma Mexicana NMX-F-CC-22000-NORMEX-IMNC-2007 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos-Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.

El presente trabajo consiste en facilitar la aplicación de estas medidas de prevención en el proceso de elaboración del queso Oaxaca o tipo Oaxaca, el cual la mayoría de las veces se compra a granel y es proveído por pequeñas y medianas empresas mexicanas que, como bien sabemos muchas veces no cuentan con la orientación y los recursos para garantizar la inocuidad de sus productos. Dada la posición de este alimento en la dieta de la población mexicana es de suma importancia que se establezcan los procedimientos para garantizar la i elaboración de queso Oaxaca inocuo y de buena calidad.

2. Objetivos.

Desarrollar las bases para la implementación del sistema de gestión de inocuidad para la elaboración de queso Oaxaca en empresas pequeñas y medianas, con base en ISO 22000:2005.

Proponer un programa de implementación de buenas prácticas de higiene, como prerrequisito para la aplicación de HACCP, con base en PAS 220:2008.

Establecer los lineamientos para la implementación del sistema HACCP en la elaboración de queso Oaxaca en PyMES mexicanas, en virtud de que esta certificación es cada vez más importante en el campo de los alimentos, especialmente de los frescos, de los alimentos de origen animal y de aquellos que tienen mucha manipulación, todos los cuales aplican al queso Oaxaca. Lo anterior como base para la puesta en marcha del sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos ISO 22000:2005.

3. Marco Teórico

3.1 Antecedentes y actualidad del sector lácteo en México.

Como bien sabemos en el México precolombino no existían animales que se explotaran para la producción de leche, no fue sino hasta la llegada de los conquistadores cuando inicia la historia de la lechería en nuestro país y en el resto del continente.

Los españoles introdujeron el ganado lechero proveniente de las islas de Cuba y La Española hacia las tierras bajas del golfo de México en la primera década del siglo XVI.

Lentamente, durante la época de la conquista y la colonización de México, la producción y el consumo de leche y luego del queso se fue generalizando, en esa época la leche fresca la consumían principalmente las mujeres y los niños (de la clase dominante), se utilizaba en la preparación de platillos y, artesanalmente se elaboraban requesón, mantequilla y, sobre todo, queso, que desde entonces constituye un ingrediente importante en la cocina de los mexicanos. (Martínez & Salas, 2002)

Se pueden ubicar tres momentos en la historia moderna de la lechería en nuestro país: *crecimiento, deterioro y crisis, y recuperación e incertidumbre.*

El *crecimiento*: a principios del siglo XX la actividad ganadera era destinada principalmente a la producción de carne y en la región centro-norte, que desde siempre ha sido la mayor productora de leche, la explotación de leche se reservaba exclusivamente para la temporada de lluvias que coincidía con la temporada de pariciones, un periodo que no era mayor a tres meses, en donde algunas vacas se separaban del resto del hato y se destinaban a la ordeña. La leche producida se destinaba

principalmente a la elaboración de queso, en particular los añejos como el Cotija ya que éstos eran la mejor forma de preservar el producto y expandir un poco más el área de comercio, que en el caso de leche fluida era muy pequeña debido a los inconvenientes que representaban las grandes distancias y los inexistentes métodos de conservación. (Cervantes, Villegas, Cesín & Espinoza, 2008)

Los primeros indicios de normatividad en lechería se dieron en 1914 en la Ciudad de México con la regulación de la limpieza de los expendios de leche, posteriormente en 1925, se estableció la obligatoriedad de la pasteurización y la venta en envases cerrados (Liconsa, 1987 en Cervantes, Villegas, Cesín & Espinoza, 2008) con esta medida se logró reducir el comercio local de la leche y se dio la expansión comercial del producto.

Durante la década de 1930 el Estado toma una serie de medidas para impulsar el crecimiento del sector y generalizar el consumo lácteo. En el periodo cardenista, por ejemplo, se crean centros de cría, se fomenta el cultivo de forrajes y se importan sementales para aumentar el rendimiento de las vacas criollas que, en ese entonces, apenas alcanzaban ocho litros de leche por res al día. (Liconsa, 1987 en Martínez & Salas, 2002)

Con el crecimiento de las ciudades se acelera la división del trabajo y aparecen los intermediarios, debido a la imposibilidad del productor de hacer llegar su leche al mercado y también derivado de la obligatoriedad de la pasteurización de leche en plantas especializadas; más adelante surge otro actor: el industrial (en esa década llega a México Nestlé y Carnation (Arroyo, Chauvet, Escudero, Flores & Lagos, 1989)) que será fundamental en la producción láctea.

El primer derivado lácteo que se fabrica y comercializa a gran escala es la mantequilla. Luego, con la invención de equipos especializados como

la desnatadora, inicia la producción de caseína y leche en polvo. Después de la década de 1940 comienza a generalizarse la fabricación de queso y productos “frescos” como crema, queso fresco y, posteriormente leche descremada.

En 1955 se creó la Dirección General de Producción e Industrias de la Leche, y se establecieron apoyos crediticios para el sector. A partir de esa década los esfuerzos se enfocaron en fortalecer la producción del sector privado, en lo que se denominó el periodo de sustitución de importaciones, que habían iniciado en 1944 con la importación de leche descremada en polvo. (Arroyo, Chauvet, Escudero, Flores & Lagos, 1989)

A principios de los años cincuenta se dio la llamada “revolución ganadera” que consistió en la creación de nuevas tecnologías impulsada por el crecimiento y sofisticación tanto de la demanda, cuyo motor fundamental fue alcanzar la autosuficiencia alimentaria en los países desarrollados. En México esta revolución que para el sector lácteo se denominó modelo “Holstein” fue promovida por las empresas lácteas que necesitaban de cantidad y calidad de leche, sin embargo a pesar de que la producción aumento es imposible alcanzar la autosuficiencia debido al mayor aumento de la demanda. (Martínez & Salas, 2002)

En 1965 se dio en nombre de Conasupo (Compañía Nacional de Subsistencias Populares) a una organización existente en el país desde 1938. Uno de sus objetivos es la distribución de alimentos básicos entre los pobres, mediante diferentes programas de subsidio; en los años setenta esta organización manejaba una cartera de 23 productos, para los que establecía tarifas, licencias de importación y precios de garantía. Actualmente su actividad se centra en la distribución de maíz, frijol y leche descremada en polvo (LDP).

Con el programa de Liconsa, Conasupo es responsable de la distribución del 40 al 50% de la leche pasteurizada y de 30% de la leche en polvo y cuenta con el monopolio en la importación de LDP. (Tanyeri-Abur & Parr, 1997)

Deterioro y crisis: este periodo abarca de 1982 a 1989,

Durante todo el siglo XX nuestro país transitó erráticamente de políticas de importación de leche y desestimulación de la producción nacional por la imposición de precios tope, a políticas de sustitución de importaciones y fomento de la actividad lechera. Mientras que los programas oficiales enfocados a la autosuficiencia alimentaria estimulan el subsector lácteo, las políticas encaminadas a la liberación del mercado interno y a la apertura comercial lo han desestimulado. (García, 1996)

Durante los inicios de la década de los ochenta debido a los fuertes apoyos económicos y a los subsidios canalizados por el Sistema Alimentario Mexicano, el sector lechero empezó a crecer, sin embargo a raíz de la sequía de 1982 el producto interno bruto (PIB) agrícola cayó abruptamente y las inversiones en capital fijo, salarios y tierras cultivadas disminuyeron de manera significativa. También durante ese año entraron en marcha diversas políticas que influyeron en el sector lácteo: se estableció el control de precios en todos los niveles de la producción láctea; se fijaron los precios al menudeo a pesar del aumento constante de los costos de producción lo que trajo como consecuencia un déficit crónico en la producción y un aumento creciente en las importaciones (Hallberg *et al.*, 1992 en Tanyeri-Abur & Parr, 1997).

Hacia 1988 los productores se vieron obligados a vender su leche por abajo del precio del mercado. La descapitalización forzó a muchos a retirarse de la actividad principalmente los productores menos tecnificados.

Los precios controlados condujeron a que se diversificara el uso de la leche fluida para la elaboración de otros productos como el queso, el yogur y la mantequilla cuyos precios no eran controlados; a que se adulteraran los productos con grasa vegetal; y a que la leche se distribuyera fuera de los canales controlados, es decir de empresas con registro sanitario, comprometiendo así la seguridad del producto. Todo esto condujo a un descenso en la producción que obligó a aumentar los programas sociales de la Conasupo (Muñoz y Odermat, 1993 en Tanyeri-Abur & Parr, 1997) para evitar el desabasto de la población más vulnerable que sería incapaz de costear el precio de los productos lácteos frente a la escasez de éstos.

Recuperación e incertidumbre: Actualmente la producción de leche en México se encuentra por debajo de la demanda nacional de este alimento y en el corto plazo no se vislumbra la autosuficiencia de leche en el país. Sin embargo la producción de leche se ha incrementado sostenidamente desde la liberación del precio de los productos lácteos en 1995, con una tasa media de crecimiento anual mayor a 3%, crecimiento por arriba del mostrado por la población.

En nuestro país la producción de leche tiene un comportamiento estacional, con los niveles de producción más bajos durante los meses entre diciembre y abril y la mayor producción de julio a octubre.

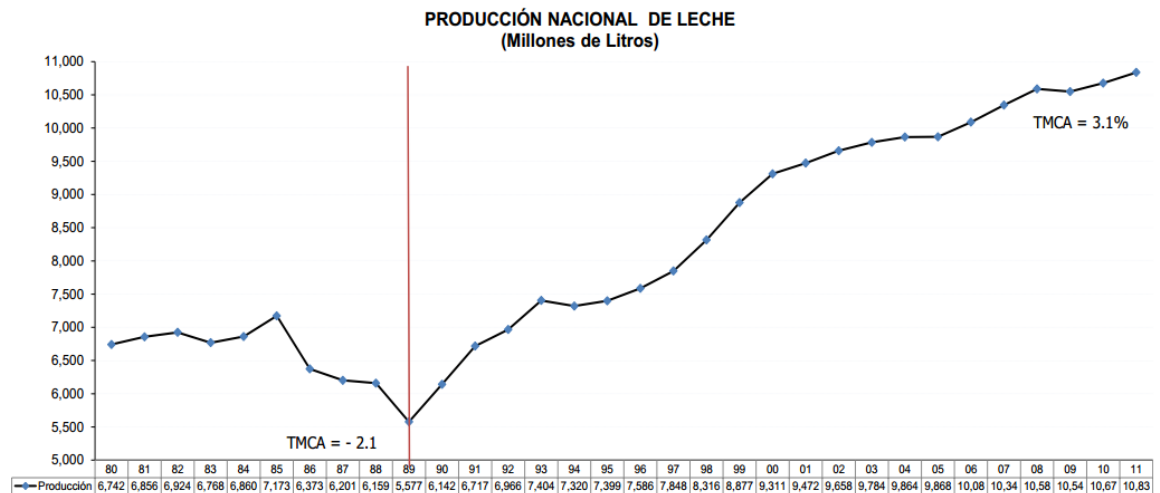
La disponibilidad de leche y productos lácteos *per cápita* es de aproximadamente 120 litros por año (2006) y se estima que el crecimiento en este rubro en los próximos años sea de alrededor de 0.5 litros por año.

Debido al déficit de producción que se ha arrastrado durante tanto tiempo México ha sido durante muchos años el líder en importaciones de leche en polvo entera y descremada. El principal uso de la leche en polvo es la

industria alimentaria donde es destinada a la producción de quesos y yogur.

Aproximadamente el 60% de la leche en polvo introducida al país es rehidratada, acondicionada y distribuida entre las familias de bajos recursos a través de las distribuidoras LICONSA y DIF.

Estas importaciones representan un duro golpe a la economía del país por lo que es muy deseable que México alcance en el corto plazo la autosuficiencia en este alimento. Conviene considerar que hay aceptables condiciones climáticas así como otros recursos necesarios para el desarrollo de la industria lechera en el país: por tanto, la autosuficiencia es perfectamente factible en el corto plazo a un costo razonable. (Mellado, 2012)

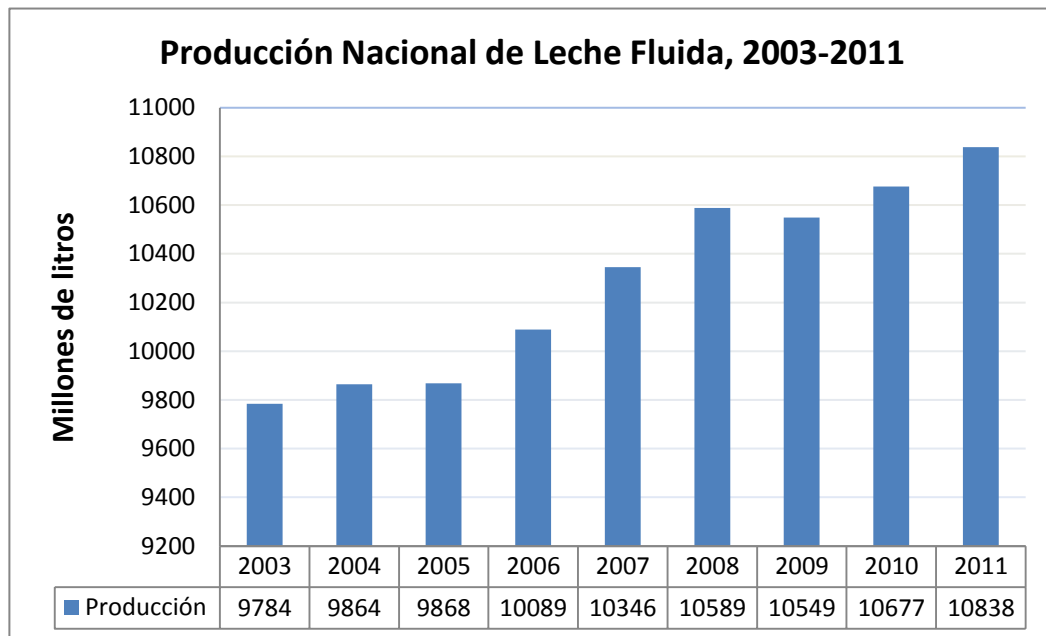


Fuente: Secretaría de Economía, 2012

Figura 1. Producción Nacional de Leche.

A finales de los noventa las políticas gubernamentales tenían como objetivo revertir el deterioro en la producción mediante el "*Programa para Lograr la Autosuficiencia Lechera en 2003*", que aunque favoreció la disminución de las importaciones no cumplió con el objetivo de lograr la autosuficiencia para el final del 2003.

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), durante el período 2003-2011 la producción nacional de leche de bovino tuvo una tasa media de crecimiento de 1,3%, al pasar de una producción de 9.784 a 10.677 millones de litros al año. Es importante señalar que esta tendencia de crecimiento se viene observando desde las últimas dos décadas, sin embargo esta producción sólo alcanza a cubrir el 80% del consumo nacional (Secretaría de Economía, 2012).



Fuente: Elaboración de la autora a partir de Secretaría de Economía, 2012.

Figura 2. Producción Nacional de Leche Fluida, 2003-2011.

3.1.1 Distribución de la producción lechera en México.

En el país se pueden localizar tres principales regiones ganaderas: árida y semiárida, templada y tropical.

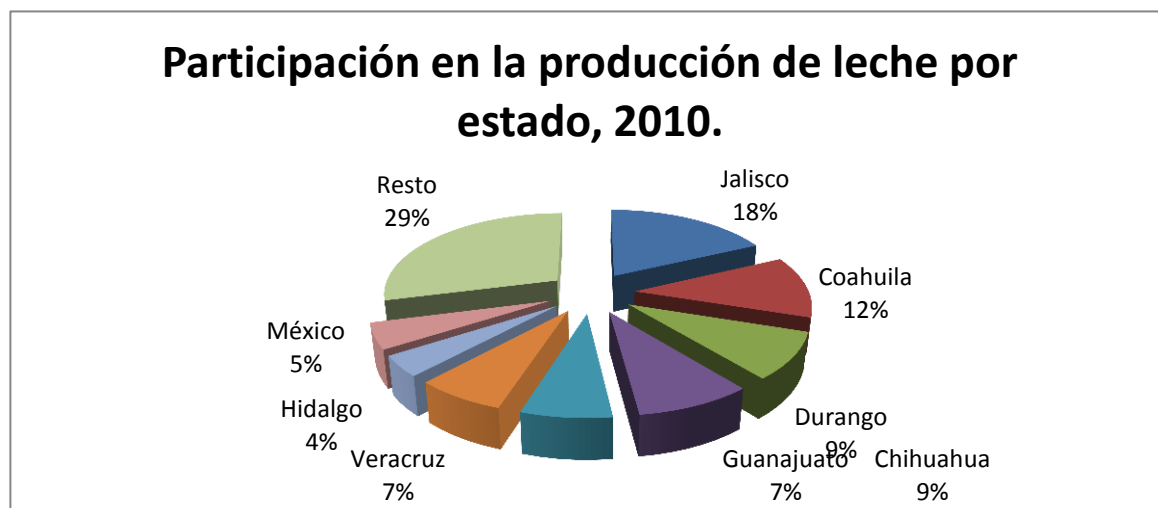
Tabla 1. Regionalización de la Producción de leche de Bovino.

Región	Estados
Árida y semiárida	Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.
Templada	Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Distrito Federal.
Tropical	Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Fuente: SAGARPA, 1997.

La producción de leche se desarrolla en prácticamente todo el territorio, sin embargo del 2005 al 2010 la producción se centró en sólo cuatro estados: Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua. Los primeros tres albergan a las dos principales cuencas lecheras; Los Altos de Jalisco y La Comarca Lagunera siendo esta última la región que ocupa el primer lugar nacional de producción (Secretaría de Economía, 2012).

Durante el 2010 la participación de los estados dentro de la producción nacional se encontraba distribuida de la siguiente manera:



Fuente: SIAP/SAGARPA en Secretaría de Economía, 2012.

Figura 3. Participación en la producción de leche por estado, 2010.

Productos lácteos procesados.

En México los productos lácteos como son los quesos y los yogures, así como las leches industrializadas: pasteurizada, ultrapasteurizada y en polvo, ocupan los primeros lugares de comercialización manifestando una tendencia hacia el abastecimiento de las zonas urbanas, ya que éstas poseen vías de comunicación accesibles y concentran grupos con niveles de ingreso más altos, en contraste con las zonas no urbanas, donde el consumo de lácteos se limita principalmente a leche bronca y productos artesanales (Secretaría de Economía, 2012).

El mercado nacional de lácteos se compone de diversos segmentos entre los que destacan los siguientes (Secretaría de Economía, 2012):

- ✓ **Leches pasteurizadas y ultrapasteurizadas:** las empresas líderes son Grupo Lala (Lala) y Ganaderos Productores de Leche Pura (Alpura), con una participación conjunta de mercado superior al 50%, seguidas por empresas como Nestlé de México, Lechera Guadalajara, Grupo Zaragoza, con presencia regional las dos últimas.
- ✓ **Yogur:** las principales empresas son Danone de México y Sigma Alimentos con su marca Yoplait, entre ambas empresas se estima una participación de mercado superior al 60%, seguida por Lala, Alpura y Nestlé de México con un 15% de participación en este mercado.
- ✓ **Quesos:** las principales empresas son Chilchota Alimentos y Sigma Alimentos, que conjuntamente tienen una participación de mercado del 50%, adicionalmente participan Lala, Alpura y La Esmeralda con aproximadamente 18%.
- ✓ **Cremas:** las principales empresas son Alpura y Lala con una participación superior al 50%.

Entre 2005 y 2011, la producción industrial de leche y derivados lácteos registró un comportamiento favorable en la mayor parte de los productos, con base en información del INEGI, destacan la producción de yogur y

quesos, con una tasa de crecimiento promedio de 7,3% y 5,7 %, mientras que la producción de leche en polvo y de mantequilla creció por arriba del 2,0% en promedio; en contraste, la leche ultrapasteurizada crece marginalmente, mientras que la leche pasteurizada, reporta un decremento en su producción en el periodo referido (Secretaría de Economía, 2012).

3.1.2 Sistemas de producción lechera en México.

En nuestro país la producción de leche de bovino es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. Sin embargo, la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la industria de alimentos en México, y su crecimiento depende de la disponibilidad de la leche nacional.

En México coexisten por lo menos cuatro sistemas de producción: el especializado o intensivo, semiespecializado o semiestabulado, familiar o de traspatio y el de doble propósito (García, Aguilar, Luévano & Cabral, 2005).

✓ Sistema especializado.

Se ubica en el altiplano y norte de la República, los climas predominantes son: templado, árido y semiárido, cuentan con sistemas de producción mecanizado tanto para la alimentación del ganado como para su ordeña. Se caracterizan por tener ganado especializado en la producción de leche principalmente de la raza Holstein y en menor grado Pardo Suizo Americano y Jersey. Las vacas se mantienen en estabulación total y se alimentan con una dieta balanceada además de que se practican medidas de medicina veterinaria preventiva, reproducción y mejoramiento genético. Dentro de este sistema se encuentran empresas

como LALA, Alpura y Gilsa. Se trata de un sistema muy dependiente del exterior debido a la importación de vaquillas de reemplazo, equipo, semen, semillas, medicamentos, maquinas ordeñadoras, equipo de procesamiento y maquinaria agrícola.

Este sistema logra altas producciones con un rendimiento medio anual por vaca de 4246 litros de leche, y aporta el 90% de la leche pasteurizada que se consume en las grandes urbes.

El 8% del hato bovino lechero nacional se ubica en este sistema de producción y contribuye con el 54% de la producción (Dávalos, 1997)



Fuente: SAGARPA, 2008; Vera, 2009; Encyclopædia Britannica, 2013.

Figura 4. Vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo Americano y Jersey.

✓ Sistema semiespecializado.

Se desarrolla principalmente en el centro-occidente del país y el altiplano (destacan Los Altos de Jalisco, el Valle del México y la zona central de Chiapas). Predomina la base genética de ganado Holstein y sus cruza. El ganado se mantiene en condiciones de semiestabulación por lo que la base de su alimentación es el pastoreo, el ordeño se realiza de forma manual o con ordeñadoras mecánicas de baja capacidad. La mayoría de las veces no se cuenta con equipo de enfriamiento y conservación de la leche por lo que se considera un nivel medio en tecnología e

infraestructura. La leche producida en este sistema se comercializa principalmente como leche bronca. El 25% del hato bovino lechero nacional se ubica en este sistema de producción donde se obtienen de 1500 a 2800 litros de leche de vaca por lactancia. (Dávalos, 1997)

✓ Sistema familiar o de traspatio.

Es el sistema tradicional de la ganadería en México se desarrolla en una pequeña área que por lo general se encuentra dentro de las viviendas, por lo que se le denomina de "traspatio". Cuentan con animales de raza Holstein y en menor cantidad del suizo y sus cruza. –Los productores no realizan prácticas reproductivas, de medicina preventiva y carecen de registros de producción, siendo las instalaciones rudimentarias y el ordeño manual. Su alimentación se basa en el pastoreo y en el suministro de forrajes y esquilmos. La leche producida se destina al autoconsumo o para la elaboración de quesos artesanales. (García, Aguilar, Luévano& Cabral, 2005)

✓ Sistema de doble propósito.

Se ubica en las regiones tropicales y subtropicales de México, se utilizan razas cebuinas y sus híbridos de suizo, Holstein y criollo. El ganado se destina a la producción de carne y leche, de allí el nombre de doble propósito; Los animales se mantienen en condiciones de producción extensiva, basando su alimentación en el pastoreo y ocasionalmente en el empleo de subproductos agroindustriales.

La ordeña se realiza de forma manual y de manera estacional, teniendo el pico de producción en la época de lluvias. Este sistema logra producciones que oscilan en los 900 litros de leche por vaca por lactancia. El producto se vende sin pasteurizar para la producción artesanal de quesos regionales y a la Nestlé. El 67% del hato bovino lechero nacional se ubica en este sistema de producción y contribuye con el 30% de la producción. (Dávalos, 1997).

Ninguno de los sistemas cuenta con ventajas comparativas, es decir, en todos los casos el valor agregado que generan es menor al costo de los recursos domésticos (trabajo, tierra, capital y agua) utilizados en dichos subsistemas. El sistema que presenta el mejor indicador de ventajas comparativas es el de doble propósito, que requiere recursos domésticos por un valor de 2,4 para generar divisas por un valor de 1,0; es decir que se requieren dos pesos con cuarenta centavos para obtener ingresos por un dólar. En cambio, el sistema de lechería familiar presentó el peor indicador, pues se emplean recursos hasta por un valor de 10,4 para generar divisas por un valor de 1,0; es por esto que se debe fomentar el procesamiento de esta leche a productos con un mayor valor agregado, como el queso, para que así las familias que dependen de esta actividad puedan lograr mejores rendimientos de su trabajo. Para el caso del sistema especializado se invierten un valor de 5,5 recursos domésticos para generar divisas por un valor de 1,0 (Odermatt, citado por Muñoz, 1995 en Dávalos, 1997).

3.1.3 Agroindustria quesera mexicana

Una definición común y tradicional de la agroindustria se refiere a la serie de actividades de manufactura mediante las cuales se elaboran materias primas, productos intermedios y productos terminados derivados del sector agrícola. La agroindustria puede definirse como la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca.

Los principales componentes de la agroindustria, en casi todos los países, son las industrias de alimentos, bebidas y tabaco (FAO, 2010).

La producción de queso en nuestro país se desarrolla de forma muy heterogénea; por una parte existen sistemas muy tecnificados en las grandes empresas que manejan volúmenes de leche mayores a 20.000

L/día como: Sigma alimentos, Chilchota Alimentos, Lácteos Algil (quesos Esmeralda), Lala y Alpura.

Y por otro lado existe una gran cantidad de pequeñas y medianas empresas que elaboran sus productos en forma tradicional. Las pequeñas empresas procesan menos de 2.000 litros de leche al día y dentro de las empresas medianas se engloban a aquellas que transforman entre 2.000 y 20.000 L/día.

Como resultado se tiene un sector altamente fragmentado; existen alrededor de 1.500 queserías, que emplean cerca de 20 mil personas y hay otros miles más dedicados a la producción de quesos para autoconsumo o para venta en su localidad. (Castro et al, 2001; INEGI, 2008 en Queseros Artesanales Organizados, 2011; Énfasis Alimentación, 2012).

En la tabla 2 se han resumido las grandes diferencias entre las industrias queseras, según su tamaño.

Tabla 2. Contrastes entre la pequeña y gran industria quesera en México.

Gran industria.	Pequeña industria.
Son escasas en el país.	Innumerables distribuidas en todas las zonas. Algunas solamente trabajan en forma estacional.
Presentan mejor nivel tecnológico: mayor presencia de quipo, más moderno, mejor conocimiento técnico, mayor organización empresarial.	Dispone de menor nivel tecnológico: equipo escaso, mayor obsolescencia, predomina el conocimiento empírico, deficiente organización empresarial.
Produce derivados con leche pasteurizada, utiliza aditivos, ejerce mayor control de calidad en materia prima, procesos y productos.	Elabora productos con leche bronca; la mayoría no emplea aditivos, el control de calidad es muy limitado o inexistente.
Difusión comercial de alto alcance a nivel nacional.	Alcance comercial regional.
Elabora quesos más homogéneos y de mayor vida de anaquel.	Productos más heterogéneos y de menor vida de anaquel.
Cumple o tiende a cumplir la normatividad.	Desconoce, evade o incumple normatividad.
Gran importancia económica.	Importancia económica y social.

Fuente: Cervantes, Villegas, Cesín & Espinoza, 2008.

Producción y consumo.

Durante el periodo 2005-2011 la producción de los derivados lácteos presentó un comportamiento favorable destacando la producción de yogur y queso; el segundo presentó una tasa de crecimiento del 5,7% ubicando así a México en noveno lugar de producción a nivel mundial con 300 mil toneladas, a pesar de que esta fabricación sólo satisface el 75,6% de la demanda interna.

El consumo de queso en México ha crecido a una tasa media anual de 7,8%. Esto, durante el periodo del 2006-2010 al pasar de 229.000 a 319.000 toneladas. Lo anterior representa un consumo per cápita de 2,83 Kg al año, el cual coloca a México en el lugar número ocho a nivel mundial. (Secretaría de Economía, 2012)

En nuestro país se produce una gran variedad de quesos entre los que destacan: Chihuahua, Oaxaca, asadero, panela, tipo manchego y Cotija, siendo los quesos frescos lo preferidos por el consumidor mexicano, esto responde a los gustos y preferencias regionales pero también y en mayor grado al menor costo de éstos respecto a los quesos madurados. Es por eso que alrededor del 85% de la producción corresponde a la elaboración de queso fresco. (Consejo de Exportación de Lácteos de Estados Unidos en El Universal, 2009)

3.1.4 Agroindustria quesera artesanal.

El mayor porcentaje de productores de queso lo representan las queserías artesanales las cuales se ubican principalmente en territorios rurales y se articulan en unidades de producción de leche y comercializadores de queso, formando Sistemas Agroalimentarios Localizados (denominados SIAL por sus siglas) (Espinosa, 2009). El sector agroalimentario está integrado por unidades de producción primaria, agroindustrias transformadoras, empresas de transporte y de comercialización (Piña & Sanchez, 2004). Todos los actores que forman al sector se integran en cadenas agroalimentarias que se establecen dentro de territorios específicos (Acosta, 2006).

El elemento central de las cadenas agroalimentarias es la agroindustria rural (AIR), la cual integra la producción de materias primas con la transformación y comercialización (Requier-Desjardins, Salas & François, 2006).

Acosta (2006) establece que las cadenas agroalimentarias contribuyen a mejorar la distribución del ingreso en áreas rurales, favorecen la inserción al mercado, reducen los costos de transacción, aumentan el intercambio de información, mejoran la transferencia de tecnología y

facilitan la adopción de tecnología, aumentando así los niveles de competitividad de actores y eslabones de la cadena productiva.

Debido a las aportaciones e impacto que tienen las pequeñas y medianas empresas en las cadenas agroalimentarias así como en el ámbito económico y social es importante fomentar su creación, desarrollo y permanencia en el mercado ya que de esta forma podemos contribuir al sustento de miles de familias mexicanas, además de garantizar la preservación del acervo gastronómico de quesos auténticamente mexicanos que sólo son elaborados y comercializados por estas PyMES a lo largo de todo el territorio nacional.

En la mayoría de estas empresas se realizan los procesos de manera artesanal basándose en el conocimiento empírico, con un escaso (o a veces, inexistente) manejo higiénico en todas las etapas del proceso y utilizando casi siempre leche bronca, al respecto de este producto en el anexo 1 se encuentra una síntesis de las buenas prácticas de ordeña, y ningún aditivo que ayude a mejorar las cualidades de los productos, lo cual representa una preocupación para las instancias gubernamentales. Esto se ve reflejado en el punto 6.1.5.5.1 de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-243-SSA1-2010. PRODUCTOS Y SERVICIOS. LECHE, FORMULA LACTEA, PRODUCTO LACTEO COMBINADO Y DERIVADOS LACTEOS. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS. METODOS DE PRUEBA. La NOM exige, en el referido inciso, la aplicación de un sistema HACCP para el proceso en el caso en que no se utilice leche pasteurizada. Aunque el queso Oaxaca puede considerarse un queso con tratamiento térmico o un queso pasteurizado porque en su elaboración se aplican temperaturas de 65° a 80°C durante un tiempo de hasta 20 minutos que logra una eliminación de patógenos y reducción de carga microbiana (como sucede con la pasteurización) es un producto preocupante, en especial en instalaciones donde existen deficiencias, ya que tiene mucha manipulación (precisamente para el

hilado y estirado) después del tratamiento térmico. Por eso se ha considerado de gran importancia, la implementación de HACCP para las PYMES productoras de queso Oaxaca.

Los quesos artesanales son los precursores de los quesos industriales, a pesar de esto en los últimos años fueron subestimados por los consumidores debido a su heterogeneidad y apariencia, sin embargo con la nueva tendencia de "regresar a lo natural" se ha devuelto el valor a estos productos en todo el mundo; aunque en menor medida esto también se observa en México. De hecho, la tendencia revaloriza los territorios de origen, impulsa la identidad nacional y ayuda a la conservación de tradiciones y el patrimonio cultural y gastronómico.

En nuestro país la tradición quesera se remonta a los primeros años del México colonial y surge en respuesta al problema de conservación y aprovechamiento de la leche que en ese tiempo no era una prioridad ya que casi toda la producción ganadera se destinaba a la obtención de carne (Martínez & Salas, 2002).

En general los productos artesanales se elaboran con tecnología que se puede clasificar como obsoleta, pero que de acuerdo a la experiencia es útil para su fin, ya que hay que tomar en cuenta que para reducir los mayores riesgos y para asegurar la obtención de un producto inocuo, realmente no se necesita de grandes inversiones en equipo e instalaciones; lo que es esencial es la aplicación de buenas prácticas de higiene y de otros principios de prevención y control, específicamente de algún sistema de garantía de inocuidad (Cervantes y cols, 2008).

De cualquier manera, el hecho de tratarse de productos artesanales no justifica el incumplimiento de la normatividad en materia de sanidad y calidad de los productos. Una forma en la que los pequeños productores y artesanos pueden acercarse al cumplimiento de la legislación es estandarizando su proceso y documentándolo, acciones que también

ayudarían a la conservación de sus técnicas de elaboración, permitiendo así la subsistencia de muchos productos regionales e incluso a la difusión de sus atributos y cualidades, a nivel nacional.

La elaboración de queso representa la mejor alternativa para los pequeños y medianos productores de leche debido a la baja rentabilidad de su actividad, ocasionada por el aumento de los insumos de la producción y el bajo margen de ganancias en la venta de leche fluida; la fabricación de queso le da un valor agregado a su producto sin tener que hacer una fuerte inversión en la fabricación de este derivado lácteo.

A continuación, en la tabla 3, se presenta un listado de algunos de los quesos mexicanos elaborados tanto artesanalmente como de manera industrializada y se incluye la procedencia de la leche utilizada.

Tabla 3. Características de algunos de los quesos mexicanos.

Quesos elaborados con leche pasteurizada		
Queso	Procedencia de leche	Nivel de producción
Chihuahua	Holstein	Industrial
Tipo manchego	Holstein	Industrial
Panela	Holstein	Industrial, artesanal
Sierra	Holstein, criolla	Industrial
Morral	Holstein	Industrial
Chapingo	Holstein	Artesanal
De epazote	Holstein, criolla	Industrial, artesanal
Oaxaca	Holstein, cebú-pardo Suiza	Industrial

Quesos elaborados con leche cruda o bronca		
Queso	Procedencia de leche	Nivel de producción
Chihuahua (menonita y no menonita)	Holstein	Industrial
Oaxaca	Holstein, cebú-pardo Suiza	Artesanal, industrial
Asadero	Holstein, cebú-pardo Suiza	Artesanal, industrial
Sierra	Holstein	Industrial
Cotija	Holstein, cebú-pardo Suiza	Industrial
Molido (de aro)	Holstein, criollo, cabra	Artesanal
Adobera	Holstein	Artesanal
Crema tropical	cebú-pardo Suiza	Artesanal
Queso de sal	cebú-pardo Suiza	Artesanal
Queso de cincho	criollo, cebú-pardo Suiza	Artesanal

Quesos elaborados con leche cruda o bronca		
Queso	Procedencia de leche	Nivel de producción
Queso de hoja	Holstein, cebú-pardo Suiza	Artesanal
Queso de poro	Holstein, cebú-pardo Suiza	Artesanal
Trenzado	Holstein, cebú-pardo Suiza	Artesanal
De rueda	cabra, mixta	Artesanal
Bola de Ocosingo	Holstein, cebú-pardo Suiza	Artesanal
Molido y cremoso	criollo cebú-pardo Suiza	Artesanal
Sopero	cebú-pardo Suiza	Artesanal
Chongos	Holstein, criollo	Artesanal
Jocoque	Holstein, criollo	Artesanal

Fuente: (Cervantes y cols., 2008)

Esta elaboración artesanal implica un proceso de manufactura que emplea relativamente mucha mano de obra y escasa maquinaria, con procesos no estandarizados que manejan bajos volúmenes de producción y cuya tecnología empleada es generalmente obsoleta aunque funcional. Se efectúa en pequeños talleres de producción generalmente mal planificados por lo que no cumplen con la reglamentación.

En las queserías artesanales es usual que sólo se cuente con el equipo indispensable, el cual está compuesto por: ollas o tinas para cuajar, mesas de madera o metal para moldear y amasar, estufas de gas, liras o palas de madera para cortar la cuajada, cubetas, enseres menores y, si acaso, un termómetro, un densímetro y una balanza (Cervantes y cols., 2008).

El personal que labora en esos talleres de producción es experto en la elaboración del producto debido a la práctica constante, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones carece de los conocimientos científicos necesarios para beneficiarse de los avances tecnológicos y, lo que es más importante, para garantizar la inocuidad del producto.

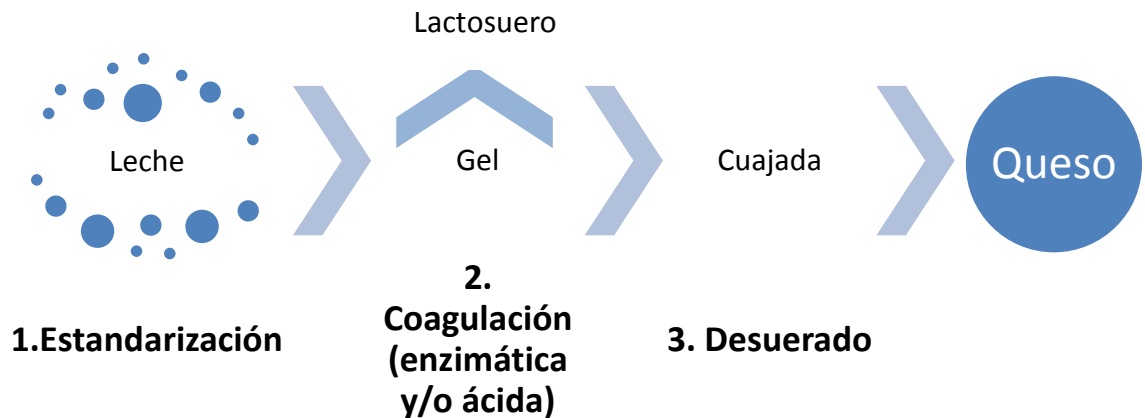
La importancia de la quesería artesanal radica entonces no sólo en la elaboración de un producto de gran valor nutritivo y agradables características organolépticas para el consumidor sino también por el

valor económico que representa la actividad procesadora y su capacidad de generar y mantener empleos, principalmente en el sector rural.

Secuencia de la elaboración de quesos.

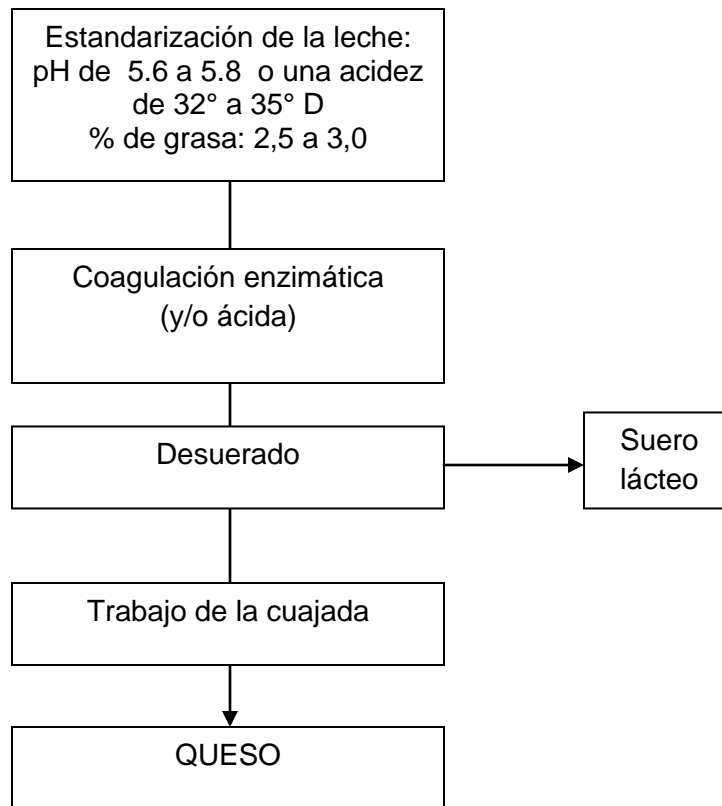
De manera general la elaboración de queso fresco comprende tres grandes etapas:

La estandarización de la leche, la formación de la cuajada y finalmente el desuerado que usualmente se combina con las operaciones de moldeado, salado y algunas otras características de cada queso. La figura 5 muestra estas etapas.



Fuente: Elaboración de la autora a partir de (Walstra, 2001)

Figura 5. Proceso general de elaboración de queso fresco.



Fuente: Elaboración de la autora a partir de (Walstra, 2001)

Figura 6 Diagrama de bloques del proceso general de elaboración de queso.

3.2. La inocuidad de alimentos. Generalidades. Dificultades en su implementación.

La inocuidad de un alimento se define como la certeza de que éste no producirá daño a la salud de quien lo consume. Como se planteó en la introducción, la inocuidad es la principal característica que un alimento debe poseer y la mayor preocupación del fabricante durante el desarrollo, producción, comercialización y consumo del producto alimenticio.

El enfoque actual para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria implica la responsabilidad de todos los participantes en la cadena : los fabricantes de alimentos para animales, los fabricantes y distribuidores

comerciales de medicamentos de uso veterinario, los ganaderos o productores avícolas y/o pesqueros, los fabricantes y distribuidores comerciales de productos agroquímicos, agricultores, productores, procesadores, transportistas, distribuidores, comercializadores y manipuladores de los alimentos (Díaz & Uría, 2009).

Desde luego, también tienen responsabilidad en la garantía de la inocuidad alimentaria: las autoridades competentes nacionales y extranjeras, que controlan y garantizan el cumplimiento de esta obligación a través de los sistemas de vigilancia y control.

También son responsables de la inocuidad los consumidores, quienes deben observar las indicaciones y buenas prácticas para almacenar, manipular y cocinar los alimentos de manera apropiada (García Fajardo, 2008).

Factores que afectan la seguridad de los alimentos, consecuencias y prevención.

Según la norma ISO 22000:2005 el término *peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos* se refiere a los agentes biológicos, químicos o físicos presentes en un alimento o condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

- **Agentes químicos:** plaguicidas, productos químicos de limpieza, desinfectantes, grasas minerales, antibióticos, estimulantes del crecimiento, metales pesados, alérgenos, conservadores, entre otros.
- **Agentes biológicos:** las bacterias y sus toxinas, los parásitos, los hongos y sus toxinas, algas (dinoflagelados) los virus y priones.
- **Agentes físicos:** éstos están especialmente relacionados con descuidos durante la fabricación de los alimentos, los ejemplos son: vidrio, madera, metales (alambres, perdigones, clavos, agujas, virutas, hojalata, utensilios, entre otros), plásticos, piedras, insectos, huesos, corchos, entre otros (García Fajardo, 2008).

La principal consecuencia de que estos peligros se encuentren dentro de los alimentos son las enfermedades de transmisión alimentaria; mencion aparte merecen los agentes físicos ya que estos están más estrechamente relacionados con accidentes durante el consumo de alimentos que con las enfermedades de origen alimentario propiamente dichas.

Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA's).

Son aquellas que tienen su origen en la ingestión de alimentos contaminados por agentes patógenos o sustancias tóxicas en cantidades suficientes para afectar la salud o la vida del consumidor. Se caracterizan por provocar síntomas como: dolor de cabeza, dolor abdominal, erupciones cutáneas, diarrea, vómitos y/o fiebre que pueden conducir a deshidratación, shock y muerte (Pascual, 2005).

Según la Organización Mundial de la Salud se define la ETA como una *"enfermedad de carácter infeccioso o tóxico causado por, o que se cree que es causada por el consumo de alimentos o de agua contaminada"*. El Comité de Expertos de la OMS resume diciendo que la mayoría de las enfermedades por alimentos son de origen microbiano, que tal vez sea el problema más extendido en el mundo contemporáneo (Fernández, 2001).

Las ETA's constituyen una patología cuya morbilidad alcanza a todos los estratos poblacionales, es decir que todos somos susceptibles a las enfermedades causadas por alimentos contaminados.

Su desarrollo se facilita cuando:

- el alimento no es elaborado en las condiciones necesarias y adecuadas: procesos deficientes de pasteurización, temperatura, humedad, vacío, envasado, higiene;

- si no se respetan las condiciones de almacenamiento y transporte: temperatura, humedad, acondicionamiento y vulnerabilidad del envase, tiempo de vida útil;
- si el alimento contiene microorganismos patógenos en cantidad necesaria para producir la enfermedad o si el alimento es ingerido por poblaciones de riesgo: inmunodeprimidos, ancianos, niños, mujeres embarazadas.

Cuando existe contaminación microbiana de los alimentos podemos hablar de tres tipos de enfermedades:

1. Infección: se da cuando la cantidad de microorganismos ingeridos causa la enfermedad debido al daño directo que producen en el organismo del hospedero. Estas enfermedades generan la activación del sistema inmunológico; el principal síntoma es la fiebre y el tiempo de aparición de los síntomas es relativamente largo (24 horas a 21 días), pues para que se presenten se requiere que los microorganismos se reproduzcan y actúen en el interior del organismo humano. Ejemplos de microorganismos causantes son: *Listeria spp.* y la mayoría de las cepas patógenas de *Escherichia coli* (Jay, Loessner & Golden, 2006 y Adams & Moss, 2008).
2. Intoxicación: la afección tiene lugar al ingerir el alimento con la “toxina preformada”, independientemente de que el microorganismo esté presente o no. Los síntomas se presentan en tiempos muy cortos generalmente (0.5 a 12 horas), ya que la toxina ingerida es la que está causando el daño. Algunos ejemplos de microorganismos causantes de intoxicación alimentaria son: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*. Cabe señalar que las intoxicaciones también pueden tener su origen en la contaminación del alimento por un agente químico (peligros químicos) (Jay, Loessner & Golden, 2006 y Adams & Moss, 2008).

3. Toxoinfección: el microorganismo está en el alimento y cuando ingresa al hospedero libera endotoxinas; algunos microorganismos también pueden liberarlas en el alimento. Los síntomas se dan a mediano plazo y se presenta fiebre ya que el microorganismo está presente en el organismo. Algunos ejemplos de microorganismos causantes son: *Salmonella typhi*, *S. newport*, *S. gallinarium*.

Las ETA's son consecuencia de las malas prácticas en la higiene y el descuido al momento de elaborar los alimentos, por ello es imprescindible un control riguroso y eficaz de la limpieza, a fin de evitar los resultados perjudiciales que derivan en enfermedades y daños provocados por los alimentos y en el deterioro de los mismos; tanto las ETA's como el deterioro tienen además implicaciones económicas (Forsythe & Hayes, 2002).

Todos los involucrados: agricultores y cultivadores, fabricantes y elaboradores, manipuladores y consumidores de alimentos, tienen la responsabilidad de asegurarse de que los alimentos sean inocuos y aptos para el consumo.

No existe un riesgo cero de presencia de agentes dañinos en los alimentos, pero hay múltiples vías para evitar o reducir dicha presencia por debajo de los niveles comúnmente aceptados como seguros por la comunidad científica internacional en materia de seguridad alimentaria. Entre las acciones preventivas que se llevan a cabo están (García Fajardo, 2008):

- El establecimiento de normas de higiene que deben cumplir los establecimientos e industrias, y los alimentos. En las cuales se incluyen los criterios microbiológicos: ausencia o límites máximos de algunos microorganismos; los límites máximos de contaminantes químicos así

como listas de aditivos permitidos en los alimentos y de materiales de empaque.

- La aplicación correcta de las normas de higiene señaladas en la legislación, y la buenas prácticas ganaderas, agrícolas, de fabricación y de higiene en todas las etapas de la cadena alimentaria por parte de los responsables de granjas pecuarias y agrícolas, industrias, almacenes y establecimientos de alimentación.
- Inspecciones por parte de las autoridades sanitarias para verificar que los responsables dentro de la cadena de alimentos apliquen las normas legales, sistemas de autocontrol y las buenas prácticas en sus instalaciones.
- Vigilancia y análisis a los productos en anaquel para comprobar que cumplan con los límites establecidos en las normas y en caso contrario el retiro de aquellos para evitar perjuicio a los consumidores.
- La aplicación de prácticas higiénicas y la correcta manipulación de los alimentos por parte de los consumidores dentro de sus hogares.

De lo anterior se concluye que es preciso establecer bases sólidas para asegurar la higiene de los alimentos y que deben aplicarse sistemas específicos de prácticas de higiene, junto con las directrices sobre criterios microbiológicos, cuando sea apropiado.

Entre éstos se recomienda la adopción, siempre que sea posible, de un enfoque basado en el sistema HACCP que incluya Procedimientos Operacionales Estándares de Saneamiento (POES) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para elevar el nivel de inocuidad de los alimentos (Codex Alimentarius, 2003).

Microbiota de la leche y quesos.

La microbiota habitual de la ubre incluye estreptococos, estafilococos y micrococcos, seguidos de lactobacilos, *Corynebacterium spp.*, *Escherichia coli* y otros microorganismos (ICMSF, 2001)

Un grave problema de salud veterinaria es la mastitis que es una enfermedad inflamatoria del tejido mamario que ocasiona la llegada de un gran número de microorganismos y células somáticas a la leche.

Mycobacterium tuberculosis, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Strep. dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* y *Actinomyces pyogenes* son los microorganismos más frecuentes implicados en la mastitis aunque también se han caracterizado otros como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, coliformes, *Pseudomonas aeruginosa* y *Corynebacterium bovis*. En la mayoría de los países el control de dichos microorganismos se lleva a cabo de manera satisfactoria, sin embargo ocasionalmente pueden ocurrir infecciones alimentarias por el consumo de leche cruda principalmente en las zonas tropicales y subtropicales (Walstra, 2001).

La pasteurización de la leche a 72°C por 15 segundos se diseñó para destruir todas las bacterias patógenas que pueda contener; con este proceso se logra también la inactivación de la fosfatasa alcalina, enzima naturalmente presente en la leche; por ello, la desaparición de la fosfatasa alcalina en la leche es un método rápido y seguro de confirmación de una correcta pasteurización. Los microorganismos que sobreviven a la pasteurización son los termodúricos, entre los que figuran *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus* y *Microbacterium lacticum*. Las esporas de *Bacillus cereus* y *B. subtilis* también resisten al tratamiento térmico de pasteurización. (Forsythe S. , 2003)

La leche puede ser vehículo de una gran cantidad de microorganismos patógenos para el hombre entre los que destacan (Walstra, 2001):

Mycobacterium tuberculosis que es el más termorresistente entre todos los patógenos no esporulados; se requiere del tratamiento de pasteurización para destruirlo, la inactivación de la fosfatasa alcalina durante el proceso de pasteurización garantiza la destrucción de este microorganismo.

Staphylococcus aureus se halla frecuentemente en la ubre de vacas mastíticas, algunas cepas pueden formar una toxina termorresistente y causar úlceras, sin embargo se necesita de una gran cantidad de bacterias para producir la toxina. El crecimiento de *Staphylococcus* se frena disminuyendo la temperatura de la leche, por la acción de componentes antagónicos formados por bacterias lácticas, por ejemplo en el queso. Se trata de una bacteria que se destruye con el proceso de pasteurización, por lo que no representa un riesgo para la salud en el consumo de leche y lácteos pasteurizados.

Campylobacter jejuni, suele presentarse en el tracto intestinal de muchos animales, incluido el hombre; puede producir enteritis cuyos principales síntomas son diarreas y calambres abdominales. *C.jejuni* puede crecer durante unos días en la leche cruda a baja temperatura, pero es termosensible y la pasteurización lo elimina. Se inactiva rápidamente en el queso debido al pH de éste.

Listeria monocytogenes es una bacteria frecuente en la naturaleza, patógena para humanos y animales, las infecciones más graves pueden conducir a la muerte; se trata de un microorganismo anaerobio que puede crecer a temperaturas tan bajas como 5°C, sin embargo la pasteurización lo destruye.

La elaboración de queso con leche cruda y con una maduración menor a 60 días necesita de un control efectivo de patógenos y otros

microorganismos no deseables: en el animal, durante el ordeño y en la leche durante su almacenamiento y transporte desde la granja hasta la quesería (ICMSF, 2001)

Especial atención se debe prestar a la ausencia de *Listeria monocytogenes* microorganismo que es capaz de sobrevivir al proceso de elaboración y maduración del queso, gracias a su capacidad de resistir altas y bajas temperaturas y su tolerancia a grandes concentraciones de sal. Un problema más es que *Listeria* es ubicua en los ambientes alimentarios y entre los productos de origen animal; se considera un riesgo importante en el queso Oaxaca, por la intensa manipulación posterior al tratamiento térmico. (Montville & Matthews, 2009)

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se han encontrado dificultades para garantizar la inocuidad del queso Oaxaca. Unas son comunes a muchos alimentos y otras se relacionan con las condiciones particulares de elaboración de este producto y/o de las PyMES en México.

- La falta de conciencia por parte del personal que manipula los alimentos, de que sus acciones repercuten en la inocuidad y calidad de los mismos.
- La falta de capacitación del personal que tiene contacto con los alimentos; muchas veces desconocen las medidas de higiene básicas como el correcto lavado de manos, la importancia de la limpieza y del uso de uniforme o de su aseo personal.
- Falta de recursos para establecer programas de limpieza y desinfección adecuados.
- Mala planeación y diseño de las instalaciones donde se procesan los alimentos, lo que dificulta la limpieza y desinfección de ciertas áreas y favorece la proliferación microbiana y las plagas.

- Mala selección de los proveedores, debido a que en la mayoría de las empresas el factor determinante para dicha selección es el precio de las materias primas.
- Desconocimiento del proceso de producción por lo que no se atienden debidamente, los puntos críticos del mismo.
- Inexistencia de un compromiso real de la dirección general de la empresa por fabricar alimentos inocuos.
- Insuficiencia de recursos para modificar y mejorar procesos que necesitan actualización.
- Ausencia de programas y sistemas de control y vigilancia de los procesos y productos, por lo que la localización y solución de problemas se vuelve un tema complicado.

3.2.1 Buenas Prácticas de Manufactura.

La creación del concepto de *Buenas Prácticas de Manufactura* corrió a cargo de la FDA cuando en 1962 quedó establecida la guía en esta materia dentro del Código de Regulaciones Federales (*Code of Federal Regulations o CFR*) en el *Título 21 Alimentos y Medicinas*. La *Parte 110* de dicho código refiere las *Buenas prácticas de manufactura en la fabricación, empaque y manejo de alimentos para consumo humano* (FDA, 1996).

Posteriormente en 1969 el *Codex Alimentarius*, con la colaboración de expertos de todo el mundo, publicó el Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos. (Díaz & Uría, 2009)

El Código Internacional establece las pautas para garantizar la higiene de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria y brinda orientación sobre los diferentes controles que deben adoptarse para garantizar la higiene de los alimentos.

La higiene supone un conjunto de operaciones que deben ser vistas como parte integral de los procesos de elaboración y preparación de los alimentos, para asegurar su inocuidad. Una manera segura y eficiente de llevar a cabo esas tareas es poniendo en práctica los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) (Marriot, 2003).

Los POES forman parte de las BPM y son documentos que detallan la secuencia específica de acontecimientos necesaria para desarrollar una operación que asegure condiciones sanitarias. Los POES deben incluir:

- Descripción detallada de los procedimientos y elementos de saneamiento incluyendo los pre-operacionales y post-operacionales.
- Información relacionada con los procedimientos pre-operacionales y operacionales del personal encargado de revisar las actividades de saneamiento.

Saneamiento es la creación de un programa exhaustivo diseñado para controlar los peligros involucrados en la inocuidad de los alimentos, en especial los microorganismos, dentro de una planta de procesado de alimentos. El objetivo del programa es evitar la contaminación de los alimentos con microorganismos patógenos que causan enfermedades y limitar la contaminación y el crecimiento de microorganismos que causan deterioro. Esto se logra mediante la aplicación de la higiene personal y ambiental (Montville & Matthews, 2009).

El saneamiento implica el tratamiento de las superficies en contacto con los alimentos de manera que el proceso destruya efectivamente las células vegetativas de los microorganismos patógenos y reduzcan las poblaciones de otros microorganismos mediante:

- ✓ Agentes desinfectantes químicos: clorados (hipoclorito), yodóforos, peróxido de hidrógeno, ozono, glutaraldehído, amonio cuaternario, entre otros.
- ✓ Irradiación ultravioleta.

- ✓ Vapor y agua caliente (no tan adecuados debido a su costo y baja eficiencia).

Además del cumplimiento del objetivo principal, un programa de saneamiento estricto alarga la vida útil de los productos, minimiza los desperdicios y el deterioro reduciendo las pérdidas económicas (Montville & Matthews, 2009).

A continuación se presenta una visión general del contenido del **Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos**, y especificando que recomendaciones se pueden aplicar en la producción de queso Oaxaca (Codex Alimentarius, 2003).

Sección I. Objetivos.

- ✓ Identificar los principios esenciales de higiene de los alimentos aplicables en la cadena alimentaria.
- ✓ Promover la aplicación del sistema HACCP para elevar el nivel de inocuidad alimentaria.
- ✓ Fomentar la aplicación de los principios.
- ✓ Orientar la creación de códigos específicos para los diferentes sectores de la cadena alimentaria.

Sección II. Ámbito de aplicación, utilización y definiciones.

Establece que los principios son aplicables a lo largo de toda la cadena alimentaria y que es responsabilidad de los gobiernos, empresas y consumidores el vigilar, garantizar y mantener la inocuidad de los alimentos. En cuanto a su utilización se indica que la sección III regula la producción primaria y los procedimientos afines mientras que las secciones IX a X establecen los principios generales de higiene aplicables a toda la cadena alimentaria hasta el punto de venta.

Tabla 4. Principios Generales de Higiene de los Alimentos.

¿Recomendación necesaria para PyMES productoras de queso Oaxaca?		
Recomendación	Sí	No
Sección III. Producción Primaria		
Higiene del medio		✓
Producción higiénica de materias primas de los alimentos.		✓
Manipulación, almacenamiento y transporte.		✓
Limpieza, mantenimiento e higiene del personal.		✓
Sección IV. Proyecto y construcción de las instalaciones		
Emplazamiento	✓	
Edificios y salas	✓	
Equipo	✓	
Servicios	✓	
Sección V. Control de las operaciones		
Control de los riesgos alimentarios	✓	
Aspectos fundamentales de los sistemas de control de la higiene	✓	
Requisitos relativos a las materias primas	✓	
Envasado	✓	
Agua	✓	
Dirección y supervisión	✓	
Documentación y registros	✓	
Procedimientos para retirar alimentos	✓	
Sección VI. Mantenimiento y limpieza		
Mantenimiento y limpieza	✓	
Programas de limpieza	✓	
Sistemas de lucha contra las plagas	✓	
Tratamiento de los desechos	✓	
Eficacia de la vigilancia	✓	
Sección VII. Instalaciones: Higiene Personal		
Estado de salud	✓	
Enfermedades y lesiones	✓	
Aseo personal	✓	
Comportamiento personal	✓	
Visitantes	✓	
Sección VIII. Transporte		
Consideraciones generales	✓	
Requisitos	✓	
Utilización y mantenimiento	✓	
Sección IX. Información sobre los productos y sensibilización de los consumidores		
Identificación de los lotes	✓	
Información sobre los productos	✓	
Etiquetado	✓	
Información a los consumidores		✓
Sección X. Capacitación		
Conocimiento y responsabilidades	✓	
Programas de capacitación	✓	
Instrucción y supervisión	✓	
Capacitación de actualización de los conocimientos	✓	

Como podemos darnos una idea a partir de la tabla anterior, el Código Internacional de Prácticas, Principios Generales de Higiene de los Alimentos es un documento con una extensión nada despreciable, que requiere para su correcta interpretación, de conocimientos previos acerca de los agentes que causan la contaminación y rompen el carácter de inocuidad que los alimentos deben presentar. Por ello, para su aplicación, los empresarios de PyMES y/o artesanos, requieren de asesoría técnica para lograr el cumplimiento de todos los puntos que apliquen en su empresa.

En el caso de una empresa dedicada a la producción artesanal de queso Oaxaca, donde las instalaciones y equipo con las que se cuentan son de naturaleza muy rudimentaria, es complicado más no imposible el seguir las directrices establecidas por el *Codex Alimentarius*. Por ejemplo se puede iniciar con un programa de capacitación del personal, de esta forma se le concientiza acerca de cómo influye su actuación sobre la seguridad de los alimentos que elaboran; el siguiente paso podría ser el establecimiento de un proceso de limpieza y desinfección mediante el cual seguramente se identificarán muchas áreas de oportunidad en cuanto a los cambios que sus instalaciones y equipos requieren, por ejemplo la mudanza del uso de madera hacia el uso de plástico y acero inoxidable.

Especial atención merece el tratamiento del agua utilizada durante el proceso, ya que el desecho del suero requiere de un tratamiento especial, siendo lo ideal buscar un comprador para ese subproducto, por otro lado se debe procurar la reutilización del agua utilizada durante el malaxado y la refrigeración, con lo que se podrá lograr una reducción en el costo de fabricación del producto al ahorrar agua y percibir un ingreso por la venta del suero.

3.2.2 Programas de prerrequisitos en materia de seguridad alimentaria para la fabricación de alimentos (PAS 220:2008).

Los prerrequisitos son las prácticas y las condiciones necesarias antes y a lo largo de la implantación del sistema HACCP y que son necesarias para la seguridad alimentaria, de acuerdo con lo que se describe en los principios generales de higiene alimentaria y otros códigos de prácticas de la *Comisión del Codex Alimentarius*.

Estas prácticas proporcionan el entorno básico y las condiciones operacionales necesarias para la producción de alimentos seguros.

Programas de prerrequisitos en materia de seguridad alimentaria para la fabricación de alimentos (PAS 220:2008) es una especificación disponible públicamente que fue preparada por la Institución Británica de Estándares (BSI por sus siglas en inglés) para especificar el programa de prerrequisitos con el fin de ayudar a controlar peligros referentes a la inocuidad en los alimentos. Esta especificación se diseñó para ser usada junto con la norma ISO 22000:2005 para apoyar los sistemas de gestión de dicha norma.

PAS 220:2008 especifica los requerimientos para establecer, implementar y mantener Programas prerrequisitos (PRP) y Programas de prerrequisitos operativos (OPRP) para ayudar a controlar los riesgos de seguridad alimentaria. A continuación se presentan las definiciones de estos programas según ISO 22000:2005.

Programa de prerrequisitos (PPR). <Inocuidad de los alimentos> condiciones y actividades básicas que son necesarias para mantener a lo largo de toda la cadena alimentaria un ambiente higiénico apropiado para la producción, manipulación y provisión de productos terminados inocuos y alimentos inocuos para el consumo humano.

Programa de prerrequisitos de operación (PPR operativo).

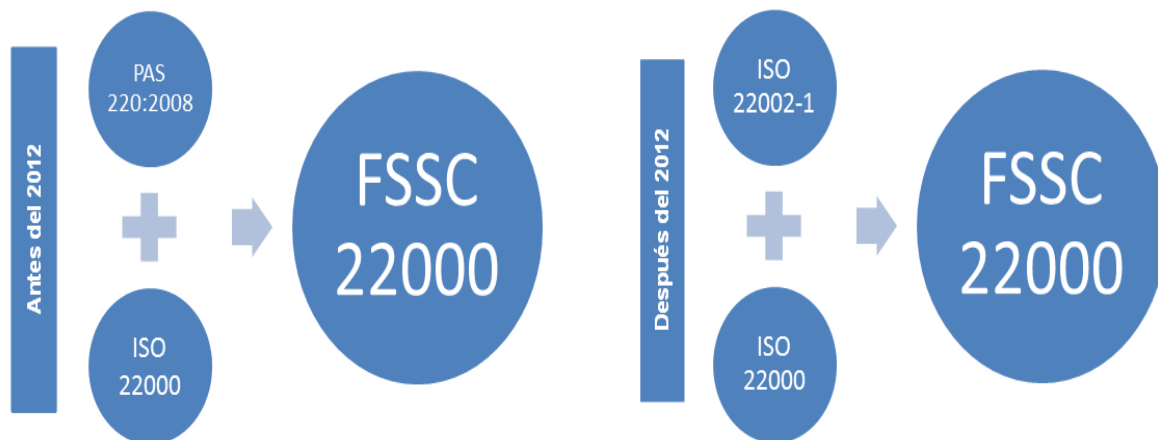
Identificado por el análisis de peligros como esencial para controlar la probabilidad de introducir peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos y/o la contaminación o proliferación de peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos en los productos o en el ambiente de producción.

El 16 de marzo de 2012 el BSI puso fuera de circulación el PAS 220:2008, siendo reemplazado por la norma ISO/TS 22002-1:2009. Debido a que el contenido entre la ISO/TS 22002-1 y la PAS 220 es técnicamente el mismo, se considera que la transición debe ser simple y no se afecta el esquema de certificación FSSC 22000.

El FSSC 22000 es un esquema de certificación que comprende las normas ISO 22000:2005 + PAS 220:2008. Este esquema de certificación se desarrolló debido a que la certificación ISO 22000:2005 no era reconocida por la Iniciativa Global de Inocuidad de los Alimentos (GFSI por sus siglas en inglés) ya que la consideraban incompleta. Esto originó que un grupo de empresas desarrollaran la PAS 220 para complementar la ISO 22000 y crear el esquema de certificación ISO 22000 + PAS 220:2008 el cual fue aprobado por la GFSI, en el 2010.

Luego de desarrollada la PAS 220, esta le fue entregada a ISO para que continuaran con su desarrollo por lo que adoptaron la PAS 220 como ISO 22002-1:2009. En el 2012, ISO ratificó la norma por 3 años más, por lo que BSI decidió sacar de circulación la PAS 220:2008. Con esto, el esquema de certificación ISO 22000 + PAS 220 pasa a ser ISO 22000 + ISO 22002-1. (De Rafael, 2012)

Para fines de este trabajo se utilizara el PAS 220:2008 como guía para establecer un sistema de prerrequisitos debido a que se encuentra disponible al público de manera gratuita y como se muestra en la tabla 4, el contenido técnico es prácticamente el mismo.



Fuente: Elaboración de la autora. A partir de De Rafael, 2012.

Figura 7. Cambio de PAS 220:2008 A ISO 22002-1

Tabla 5. Referencias cruzadas entre los requisitos de la ISO/TS 22002-1:2009 y los del PAS220:2008.

ISO/TS 22002-1:2009	PAS 220:2008
a) Construcción y diseño de los edificios e instalaciones.	Construcción y distribución de edificios.
b) Diseño del establecimiento y espacio de trabajo.	Distribución en planta de locales y áreas de trabajo.
c) Servicios de planta.	Servicios – aire, agua, energía.
d) Desechos y desperdicios.	Eliminación de residuos.
e) Limpieza y desinfección.	Diseño de equipos, limpieza y mantenimiento.
f) Plagas.	Manejo de los materiales comprados.
g) Mantenimiento.	Medidas para la prevención de la contaminación cruzada.
h) Materiales comprados.	Limpieza y desinfección.
i) Contaminación cruzada.	Control de Plagas.
j) Higiene personal.	Higiene del personal y las instalaciones de los empleados.
k) Reprocesos.	Reproceso.
l) Retiro de productos del mercado.	Procedimientos de retiro de productos (<i>recall</i>).
m) Almacenamiento y depósitos.	Gestión del almacenamiento.
n) Información del producto.	Información sobre los productos/ concientización de consumidores.
o) Concientización de los consumidores.	Protección de productos, biovigilancia y bioterrorismo.
p) Emergencias.	
q) Defensa de los alimentos, biovigilancia y bioterrorismo.	

Fuente: (Énfasis Alimentación, 2011)

1. ALCANCE DE PAS 220:2008.

Esta especificación es aplicable a todas las organizaciones, independientemente de su tamaño o complejidad, que están involucradas en la etapa de manufacturación de la cadena alimentaria. Este PAS no está ni diseñado ni destinado para su aplicación en otras partes de la cadena de suministro de alimentos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS.

ISO 22000:2005, Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.

Cláusula 7.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

Sólo se mencionarán los términos más relevantes y que puedan ocasionar dudas.

3.1 Contaminación. Introducción u ocurrencia de un contaminante en el alimento o en el ambiente del alimento.

3.2 Contaminante. Cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no agregadas intencionalmente al alimento que pueda comprometer la seguridad del alimento o su idoneidad.

3.9 Desinfección. Reducción por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, del número de microorganismos en el ambiente, a un nivel que no comprometa la seguridad del alimento.

3.10 Limpieza en el lugar (CIP). Sistema que limpia únicamente circulando o haciendo fluir soluciones de detergente químico y enjuague

de agua a través de medios mecánicos en superficies que necesitan la limpieza.

3.11 Limpieza fuera del lugar (COP). Sistema donde el equipo es desarmado y limpiado en un tanque o en una lavadora automática que circule una solución limpiadora y mantenga una temperatura mínima durante el ciclo de limpieza.

3.13 Sanitización. Todas las acciones que tienen que ver con la limpieza o mantenimiento de las condiciones higiénicas en un establecimiento, que van desde limpieza y/o desinfección de un equipo específico hasta actividades de limpieza periódica en el establecimiento.

3.14 Certificado de análisis (COA, por sus siglas en inglés). Documento suministrado por el proveedor que indica los resultados de un análisis específico, incluyendo metodología de la prueba, desarrollados a un lote determinado de producto del proveedor.

3.15 Zonificación. Demarcación de un área dentro de un establecimiento donde se puede aplicar una operación específica, higiene u otras prácticas para minimizar la contaminación cruzada.

3.17 Recambio de productos (*recall*). Retiro de un producto no-conforme del mercado, comercio y almacenes, centros de distribución y/o almacenes del cliente debido a que no reúne los estándares especificados.

3.18 Primero que expira, primero que sale (FEFO, por sus siglas en inglés). Rotación de existencia basada en el principio de despachar primero las fechas de expiración más cercanas.

3.19 Primero que entra, primero que sale (FIFO, por sus siglas en inglés). Rotación de existencia basada en el principio de despachar primero los primeros productos recibidos.

REQUISITOS AUDITABLES DE LA ESPECIFICACIÓN.

Los requisitos auditables de la ISO 22002-1 incluyen los siguientes apartados:

4. Construcción y distribución de edificios.
5. Distribución en planta de locales y áreas de trabajo.
6. Servicios – Aire, Agua y Energía.
7. Eliminación de residuos.
8. Diseño de equipos, limpieza y mantenimiento.
9. Manejo de los materiales comprados.
10. Medidas para la prevención de la contaminación cruzada.
11. Limpieza y desinfección.
12. Control de plagas.
13. Higiene del Personal y las instalaciones de los empleados.
14. Reproceso.
15. Procedimientos de retiro de productos (*recall*).
16. Gestión del Almacenamiento.
17. Información sobre los productos/concientización de consumidores.
18. Protección de Productos, biovigilancia y bioterrorismo.

Como se puede ver las disposiciones de este programa de prerrequisitos son muy similares a las contenidas dentro del Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos, lo que indica que aunque dichas recomendaciones han estado disponibles para su adopción por parte de las organizaciones

involucradas en la cadena alimenticia, es hasta ahora que ISO las retoma que son más valoradas y obedecidas esto responde quizá al valor agregado que una certificación como lo es la FSSC 22000 brinda a una empresa y sus marcas.

Una de las diferencias que se encuentran entre las disposiciones del PAS 220:2008 y el Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos es que en las primeras se dan más detalles de cómo cumplir ciertos lineamientos, por ejemplo especifica los acabados que las instalaciones deben de tener, indica que procedimientos de limpieza se pueden aplicar, da sugerencias acerca de los sistemas de manejo de inventario que pueden utilizarse y ahonda un poco más en las medidas que las organizaciones deben de tomar para cumplir con las especificaciones. Con lo que la aplicación de esta norma por pequeñas organizaciones se ve favorecida, sin embargo a mi juicio la participación de un asesor experto sigue siendo necesaria principalmente para establecer los programas de capacitación del personal.

De la misma forma que sucede con el código de Principios Generales de Higiene de los Alimentos la aplicación del PAS 220:2008 (ahora ISO 22002-1) no será tarea fácil para las empresas en especial para las PyMES que manejan procesos artesanales que son el objeto de estudio de este trabajo.

Lo ideal para su implementación sería que los dueños de las empresas tuvieran conocimientos de estas recomendaciones antes del establecimiento de las instalaciones con lo que el costo de seguirlas será mucho menor. Ahora bien para las empresas que ya están en funcionamiento el primer paso es la evaluación de su infraestructura con el objetivo de localizar sus áreas de oportunidad. Es decir a partir de esta inspección se podrá reconocer la necesidad de cambiar los materiales de paredes y/o pisos, la colocación de protección para las ventanas y/o puertas, la modificación de la disposición de los equipos y áreas de

trabajo, la mudanza de utensilios de madera hacia el uso de plástico y acero inoxidable.

Otro aspecto muy importante para una empresa que elabora queso Oaxaca es el suministro del agua, debido a que este recurso es trascendental durante el proceso de elaboración, se requiere tener un procedimiento documentado que ayude a garantizar la calidad del agua que ingresa a la planta; destaca la necesidad de un estricto control microbiológico y químico ya que el agua puede representar una fuente de contaminación para el producto al entrar en contacto directo con el mismo. Por otra parte también se vislumbra la necesidad de establecer un sistema de tratamiento y reutilización de este recurso como un medio para reducir costos de producción y obtener más utilidades que se podrán invertir en las adecuaciones que deben realizarse. También importante es el correcto manejo del lactosuero resaltándose aquí la urgencia de cambiar el paradigma de ver a éste como un desecho en lugar del valioso subproducto que es.

Un aspecto de gran relevancia es el establecimiento de un programa de capacitación que permitirá a la empresa contar con personal cuyos conocimientos sean los necesarios para trabajar de tal manera que se fomenten las practicas que contribuyan a la reducción de riesgos de contaminación y por ende a garantizar la inocuidad de los productos.

A lo anterior se suma el apremio de establecer un programa de limpieza, quizá la primera vez que sea aplicado se necesite del paro de la producción (dependiendo del nivel de producción y los compromisos previamente adquiridos) para además de limpiar y desinfectar llevar a cabo el mantenimiento del equipo y las instalaciones en general, después, al establecerse como una rutina y con la ayuda de la capacitación recibida por el personal, el tiempo que tome la limpieza y desinfección serán mucho menor al seguir el principio de "instalaciones limpias, tarea de todos" lo que significa que todo el personal contribuirá a

mantener su área de trabajo lo más limpia posible, ayudando así también a la reducción del riesgo de contaminación cruzada.

Otro tema es el retiro de productos en caso de que los mismos representen un peligro para el consumidor, para lo cual es necesario contar con un sistema de trazabilidad que se puede manejar mediante un número de lote; lo ideal sería que la empresa sea capaz de manejar un sistema de trazabilidad que abarque desde las materias primas hasta el producto terminado. Recordemos que el número de lote además de ser una herramienta de trazabilidad es un requisito que exige la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.

Retomando los lineamientos de esa norma y del PAS 220:2008 tenemos que la información para el consumidor forma parte importante para asegurar la inocuidad de los alimentos ya que al estar informados pueden tomar mejores decisiones acerca de la compra que realizarán y el manejo que le deben dar a sus alimentos.

3.2.3 Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

El concepto HACCP fue creado en los inicios de la década de los 60 por la empresa Pillsbury en conjunto con la NASA (Agencia Nacional Espacial y Aeronáutica de los Estados Unidos) y los laboratorios del ejército estadounidense. Se basó en el concepto utilizado en ingeniería denominado análisis modal de fallos y efectos (AMFE), que analiza lo que puede ir potencialmente mal en cada etapa de un proceso y establece los mecanismos necesarios de control en la práctica. Estos conceptos se adoptaron como requisitos del programa espacial de vuelos tripulados, con el objetivo de garantizar la seguridad de los alimentos consumidos por los astronautas, tratando de minimizar el riesgo de que

ocurriera una intoxicación alimentaria en el espacio (Serra & Fernández, 2010).

Se trata de un sistema de gestión de la seguridad alimentaria, basado en siete principios que tratan de identificar los peligros que es probable que aparezcan en cualquier etapa de la cadena alimentaria y establecer controles que eviten esos peligros. Es un sistema lógico y estructurado que cubre todas las etapas de la producción de los alimentos desde la producción primaria hasta que llegan al consumidor, incluyendo todas las actividades intermedias de producción y distribución. (Mortimore & Wallace, 2004)

El HACCP es un sistema que se aplica siguiendo los 7 principios HACCP. Estos principios son:

Principio 1. Realizar el análisis de peligros.

Principio 2. Establecer los puntos de control críticos (PCC's).

Principio 3. Establecer los límites críticos.

Principio 4. Establecer un sistema para vigilar el control de los PCC's.

Principio 5. Establecer las acciones correctivas a realizar cuando la vigilancia indique que un determinado PCC no está controlado.

Principio 6. Establecer los procedimientos de verificación para confirmar que el sistema HACCP está funcionando eficazmente.

Principio 7. Establecer el sistema de documentación relativo a todos los procedimientos y registros que sean apropiados a estos principios y su aplicación (Mortimore & Wallace, 2004).

APLICACIÓN DE ESTOS PRINCIPIOS

1. Lo primero es observar cómo se elabora el producto de principio a fin y etapa por etapa, para identificar los peligros potenciales, decidir en qué etapas del proceso pueden presentarse y dónde es posible poner en marcha los controles necesarios para evitarlos. Al final de esta etapa se obtiene una lista de los peligros que pueden causar lesiones o enfermedades de no ser controlados.

Una vez identificados los peligros presentes en toda la cadena el equipo HACCP decide qué peligros representan un riesgo significativo para los consumidores y deben ser tratados por el sistema HACCP. En general esto implica determinar la gravedad del peligro, en términos de la enfermedad o lesión que podrían causar y la probabilidad de que esto ocurra. La evaluación de la gravedad de los peligros puede basarse en información epidemiológica, investigación científica, registros de la empresa e información proporcionada por instituciones gubernamentales.

2. Una vez identificados todos los peligros y las medidas de control, deben identificarse los PCC para controlar cada peligro, es decir los controles absolutamente críticos para la seguridad del alimento. La tentación al establecer PCC en un proceso es asignar cada paso como un PCC, sin embargo el número de PCC para cualquier proceso debería ser el mínimo para facilitar la vigilancia y la documentación, en caso contrario los registros que se generan tienen poco significado respecto a la efectividad del plan HACCP.
3. Deben asignarse límites críticos a cada PCC. Un límite crítico se establece para prevenir, eliminar o reducir un peligro hasta un nivel aceptable. Los límites críticos para medidas preventivas pueden establecerse a factores como el tiempo, la temperatura, el pH, la actividad acuosa, la concentración de sal, el nivel de humedad, entre otros. Los límites críticos pueden basarse en estudios experimentales de

la propia empresa o proceder de directrices y estándares reglamentarios o de la literatura científica.

4. La vigilancia se realiza para asegurar que un PCC y sus límites son efectivos. Los resultados de la vigilancia son documentados y proporcionan un registro para uso futuro de la verificación. Las actividades de vigilancia deben ser procedimientos rápidos como la determinación del pH, temperatura y nivel de humedad. La vigilancia debe ser una secuencia planeada de observaciones o medidas para evaluar si un PCC está bajo control. Si no se realiza de forma rutinaria, se compromete el plan HACCP y productos contaminados pueden llegar hasta los consumidores. Idealmente, la vigilancia debe ser continua y debe advertir con anticipación de un problema, antes que ocurra la violación de un límite crítico.
5. Las acciones correctivas deben describir cómo la empresa arreglará o corregirá la causa de la desviación para asegurar que el proceso esté bajo control y que se alcanzan los límites críticos, deben indicar qué debe hacerse con un producto en el cual ha ocurrido una desviación del límite crítico y deben facilitar el proceso para determinar si el plan HACCP requiere ajustes.
6. El plan HACCP debe ser revalidado utilizando auditores externos. La verificación se realiza para asegurar que el plan HACCP está funcionando satisfactoriamente y de acuerdo a la legislación vigente.
7. Para aplicar un sistema de HACCP es fundamental contar con un sistema de registro eficaz y preciso. Deberán documentarse los procedimientos del sistema de HACCP; el sistema de documentación y registro deberá ajustarse a la naturaleza y magnitud de la operación en cuestión.

Los ejemplos de documentación son:

- El análisis de peligros;
- La determinación de los PCC;
- La determinación de los límites críticos.

Como ejemplos de registros se pueden mencionar:

- Las actividades de vigilancia de los PCC;
- Las desviaciones y las medidas correctivas correspondientes;
- Las modificaciones introducidas en el sistema de HACCP.

Los registros proporcionan un medio para la implementación de cambios por el equipo HACCP para valorar y documentar la seguridad de los productos.

EL PLAN HACCP

Es el documento que contiene toda la información generada a lo largo del proceso de implementación:

- La descripción detallada del producto, desde el concepto hasta la forma de uso,
- El diagrama de flujo del proceso, detallado y verificado *in situ*
- Los resultados de la aplicación de los 7 principios, desde el análisis de peligros hasta el sistema de documentación y registros
- Responsabilidades y periodicidad de las actividades en que sea pertinente, como vigilancia, revisión de registros, etc.

El HACCP es un sistema de gestión de la seguridad de los alimentos basado en la prevención. Lo que es más eficaz que basarse en los antiguos métodos de inspección y análisis, que son métodos

tradicionalmente utilizados en el control de la calidad los cuales carecen de eficacia ya que de todos modos la única opción es eliminar el producto defectuoso. Por otro lado el análisis de peligros químicos, biológicos y físicos obviamente no se puede hacer al 100% de los productos debido a que las pruebas aplicadas generalmente son destructivas, entonces se tiene que realizar un muestreo aleatorio y por tanto la probabilidad de detectar el peligro es baja (Mortimore & Wallace, 2004). En cambio, en un enfoque preventivo, donde controlas las condiciones que te permiten asegurar la eliminación del peligro (o reducción a niveles seguros), si puedes controlar estos factores (T, pH, a_w y otros), a lo largo de todo el proceso

El HACCP puede aplicarse a lo largo de toda la cadena de suministros alimentarios, utilizando siempre un enfoque preventivo, desde la producción de materias primas, pasando por la elaboración y distribución de los alimentos y llegando hasta su consumo, pudiendo aplicarse a otras industrias relacionadas como la de envases y embalajes.

A continuación se describe a los involucrados en la cadena de suministros alimentarios:

✓ Productores primarios.

Dentro de los productores primarios se encuentran los ganaderos que crían ganado para la industria cárnica, piscicultores o agricultores. Poco a poco va aumentando la implementación del HACCP en el sector primario.

✓ Elaboradores.

Se incluyen a los elaboradores primarios y secundarios de alimentos. Entre los primarios se encuentran actividades como mataderos, centrales lecheras, refinerías de aceite y de azúcar, entre otros. Los elaboradores secundarios son los que envasan o elaboran productos que ya pueden

ser consumidos. En este sector se deben tener presentes los diversos peligros asociados con el almacenamiento y transporte, especialmente en lo relativo a la influencia de las diferentes condiciones climáticas y de manipulación. Actualmente es en esta parte de la cadena donde más se ha implementado el HACCP en especial en las grandes industrias.

✓ Consumidores.

Más que la aplicación del sistema HACCP se debe hacer del conocimiento de la población el impacto de sus acciones sobre la seguridad de sus alimentos; para esto muchos países realizan campañas informativas que muestran a los consumidores como deben manipular, almacenar y preparar adecuadamente sus alimentos (Mortimore & Wallace, 2004) y desde luego es fundamental la información para el consumidor, establecida en la etiqueta.

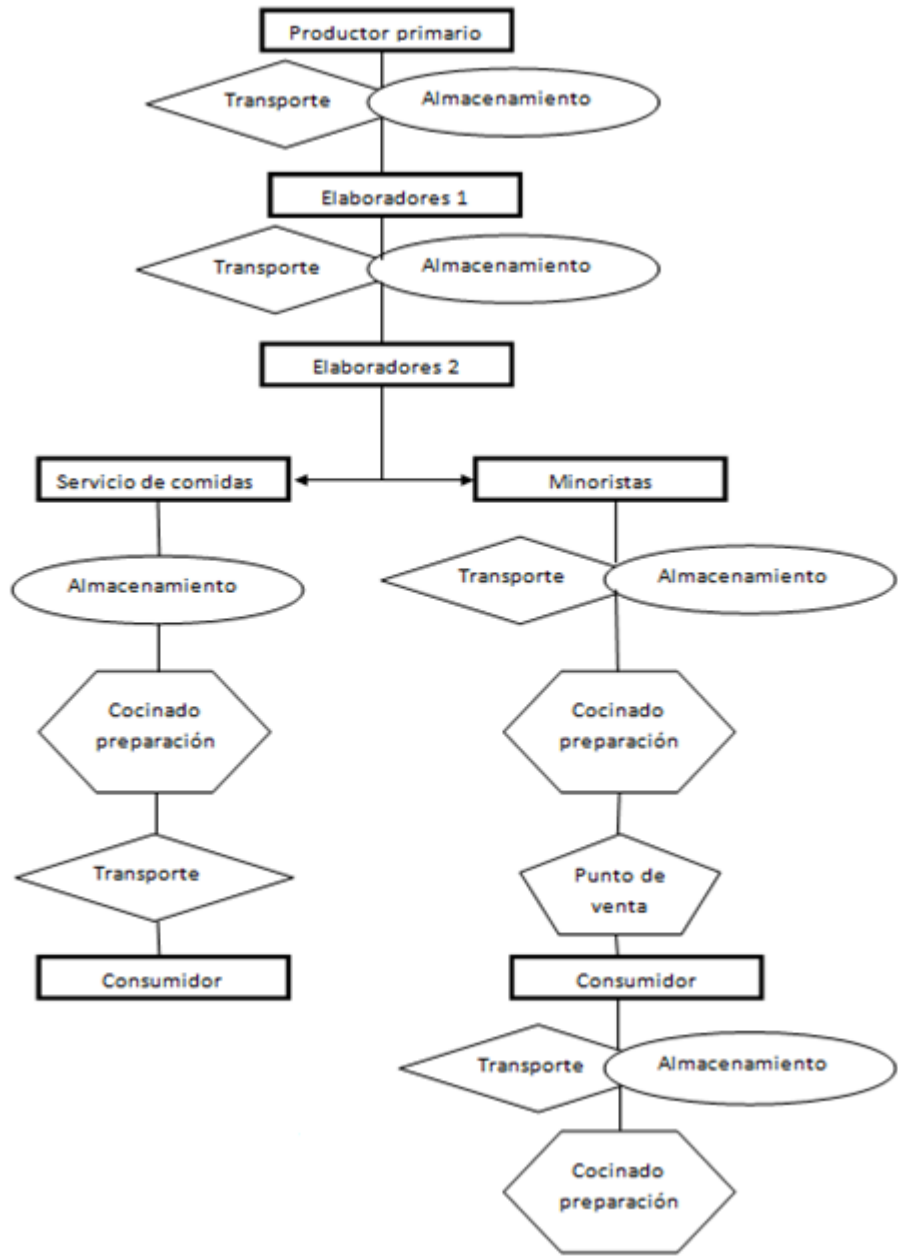


Figura 8. Ejemplo de cadena alimentaria. (Mortimore & Wallace, 2004)

Una creencia común acerca de la implementación del HACCP es que se trata de un proceso complicado, que requiere de grandes recursos: económicos, tecnológicos e intelectuales y que por lo tanto sólo puede ser establecido en grandes empresas. La realidad es que para lograr el éxito en la implementación del sistema HACCP si se necesita de algunos conocimientos especializados pero el factor clave es el total conocimiento del producto, sus materias primas y el proceso de elaboración, junto con los riesgos que pueden estar presentes en el producto o el proceso. En este sentido, una buena opción para las PyMES es contar con apoyo temporal de profesionales externos a su planta.

Si bien es cierto que la implementación del HACCP en las PyMES se plantea como un reto más difícil que en las grandes empresas, el meollo del asunto no tiene que ver con el tamaño de la empresa, sino más bien con la falta de conocimientos y capacidades del personal que labora en la empresa y el bajo nivel de los sistemas en funcionamiento, como los de las buenas prácticas de higiene, que son factores que se pueden encontrar en empresas de todos los tamaños.

Otro malentendido habitual es creer que el HACCP por si solo garantizará que el producto final sea de buena calidad y cumpla con los requisitos legales, sin embargo el HACCP –aplicado correctamente– garantiza que los productos sean seguros pero no se encarga de otros factores que pueden afectar la calidad.

Se mencionó ya lo que es el plan HACCP y la información que debe contener. Antes de intentar la implementación se debe planificar y preparar lo que se va a hacer. En pocas palabras, la implementación de HACCP se puede resumir en cuatro etapas que se muestran en la figura 8 que se muestra a continuación.

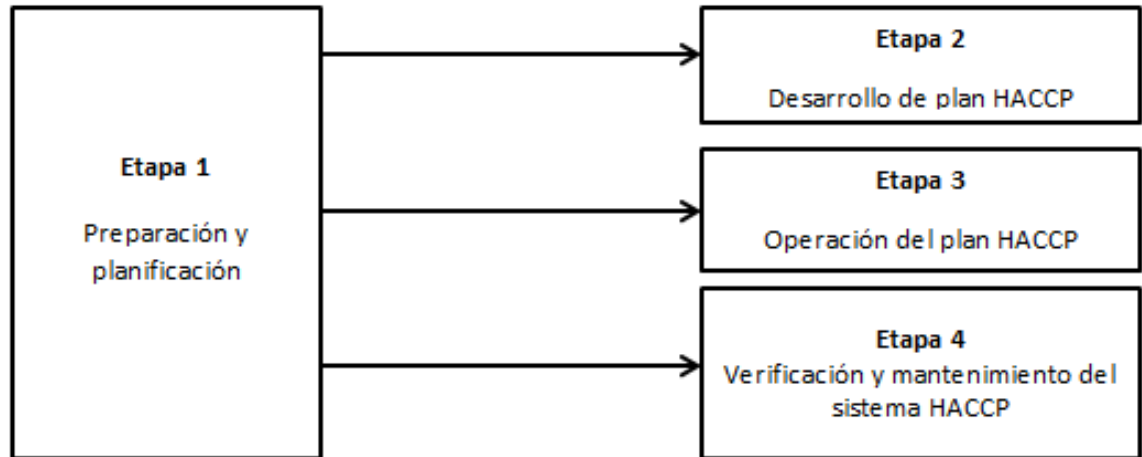


Figura 9. Etapas de la implantación del sistema HACCP (Mortimore & Wallace, 2004)

Esta planeación es realizada por el equipo HACCP, el cual está integrado por cuatro a seis personas con conocimientos multidisciplinarios, del sistema HACCP y desde luego, del producto.

En las empresas grandes se suele incluir a personas de áreas como: aseguramiento de calidad, producción, mantenimientos, investigación y desarrollo, microbiología y control de proveedores. Por otro lado en las empresas pequeñas usualmente sólo se dispone de una o dos personas, pero como se comentó anteriormente lo que realmente importa es que los integrantes del equipo HACCP tengan conocimiento integral del producto y del proceso, así como de HACCP; es posible, de lo contrario será necesaria la contratación de un agente externo que pueda orientar en esta materia. (Serra & Fernández, 2010)

Una vez implementado el sistema HACCP las empresas desearán saber si está funcionando adecuadamente, para conocer la respuesta a esta interrogante existen diferentes fuentes de información, las más comunes son: (Forsythe & Hayes, 2002)

- ✓ Número de quejas de los consumidores.
- ✓ Auditorias.
- ✓ Resultados de análisis.

El sistema HACCP se reconoce internacionalmente como el mejor método para garantizar la seguridad de un producto alimenticio. La aplicación del sistema está progresando rápidamente, especialmente en la pequeña y gran industria de los alimentos (Motarjemi y Käferstein, 1999 en Mortimore & Wallace, 2004).

Dentro de los Estados Unidos la FDA tiene establecido como obligatorio el HACCP para pescados y productos del mar desde 1995; la implementación de la obligatoriedad del HACCP para jugos de frutas tuvo como fecha límite el 22 de enero del 2002 para las grandes empresas mientras que las pequeñas empresas tuvieron un año más de tolerancia para lograr su implementación; por otro lado el establecimiento del HACCP obligatorio para carnes rojas y de pollo fue establecido por el USDA (United States Department of Agriculture) en el año 2000. Mientras tanto dentro de la industria láctea estadounidense la aplicación del HACCP se encuentra en una fase de implementación voluntaria, esto para que los miembros del NCIMS (National Conference on Interstate Milk Shipment) lo evalúen y comparen contra el actual sistema de supervisión que manejan (FDA, 2013).

Desde hace varios años se busca que este tipo de sistemas de inocuidad alimentaria sean aplicadas a los países con los cuales mantiene relaciones comerciales, hecho que se manifestó por primera vez con la promulgación de iniciativas como el "programa de inocuidad alimentaria" (Produced and Imported Food Safety Initiative) en el año 1997 durante la administración de Bill Clinton (Avedaño, Schwentesius & Lugo, 2007) cuyo objetivo era fortalecer el sistema de inspección de los programas de inocuidad tanto internos como los extranjeros, con el fin de garantizar

que los alimentos importados fueran tan seguros como los producidos dentro de su territorio.

Dieciséis años después (2013) el gobierno estadounidense volvió a legislar en materia de inocuidad alimentaria, en primera instancia por la salud de su población, según datos recientes de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC's por sus siglas en inglés) alrededor de 48 millones de personas (1 de cada 6 estadounidenses) se enferman, 128.000 son hospitalizadas y 3.000 mueren cada año de enfermedades transmitidas por los alimentos (FDA, 2013). Es por esto que a principios de este año (4 de enero) el presidente Barack Obama firmó la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (Food Safety Modernization Act o FSMA por sus siglas). En el marco de las importaciones la FSMA otorga a la FDA las siguientes facultades para garantizar que los alimentos importados cumplan las normas de los Estados Unidos:

- Exigir a los importadores la verificación de que sus proveedores extranjeros tengan los controles preventivos correspondientes para garantizar que el alimento que producen sea inocuo.
- Capacidad de certificación de organismos extranjeros, para que éstos puedan realizar la inspección de los establecimientos de alimentos en su lugar de origen.
- Facultad de exigir que los alimentos importados de alto riesgo vayan acompañados de una certificación creíble de terceros u otra garantía de cumplimiento como condición de ingreso a los Estados Unidos.
- Facultad de denegar el ingreso a los Estados Unidos a los alimentos procedentes de un establecimiento extranjero si dicho establecimiento, o el país donde se encuentre dicho establecimiento, le niega acceso a la FDA.

En este contexto destaca la relación comercial que nuestro país mantiene con los Estados Unidos mediante el TLCAN, al ser nuestro país

unos de los principales socios comerciales de Estados Unidos con un intercambio comercial de productos agropecuarios valuado en 24.221 millones de dólares (2012) (Secretaría de Economía, 2013) y siendo ese país el principal receptor de nuestras exportaciones; los productores mexicanos se encuentran ahora ante la necesidad de reforzar sus controles y establecer un sistema de inocuidad alimentaria, específicamente el HACCP, dentro de los próximos dos años, tiempo en que entraran en vigor la mayoría de las reformas realizadas.

Actualmente, el HACCP está integrado en las regulaciones oficiales de la Unión Europea (Decreto 94/356/CEE), Canadá, los Estados Unidos de América (Código de Regulaciones Federales 123) y México (Norma Oficial Mexicana-128-SSA1-1994). A pesar del hecho que todas estas decisiones de reglamentación oficial están basadas en los siete principios fundamentales del HACCP, ellos también presentan algunas diferencias importantes. Entre las que más destacan están aquéllas respecto a los alcances y formato de los programas de prerrequisitos, recomendaciones técnicas específicas y los volúmenes detallados del plan de HACCP (FAO, 2002).

4. El queso en México

4.1 La materia prima

Como sabemos la principal materia prima para la elaboración de un queso genuino es la leche; en el caso del queso Oaxaca se utiliza la leche de vaca, Que según la norma mexicana NMX-F-026-1997. LECHE. DENOMINACIÓN. ESPECIFICACIONES COMERCIALES Y MÉTODOS DE PRUEBA, cumple las siguientes definiciones:

Leche cruda: Es la secreción de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro y sin substracción alguna de sus componentes naturales. Cuando la leche provenga de otra especie distinta a la de la vaca se debe indicar el nombre de la especie.

Leche para consumo humano: Es la secreción de las glándulas mamarias de las vacas sanas, excluyendo el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de éste o cuando tenga calostro, a la cual se deben aplicar tratamientos térmicos que garanticen la inocuidad del producto; además puede ser sometida a otras operaciones tales como clarificación, homogeneización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con los valores nutrimentales de la leche, de acuerdo a su clasificación y composición.

Las definiciones encontradas en la literatura (Dilanjan, 1984; Luquet, 1991; Madrid, 1999; Walstra, 2001; Schlimme & Buchheim, 2002 y Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003) indican que se trata de una secreción de color blanco opaco, más o menos amarillenta según el contenido de β -carotenos de la materia grasa. Tiene un valor de pH entre 6,5 y 6,8; un valor más bajo puede deberse a una contaminación con microbiota acidificante o a la presencia de calostro (leche de los primeros 5 días

post-parto), una leche alcalina es indicio de mastitis por lo que no es apta para el consumo.

La leche se puede describir como un sistema poli-disperso en donde los lípidos se presentan en forma de microscópicas gotitas rodeadas de una membrana que se comportan como una emulsión aceite en agua; las proteínas se encuentran aglomeradas en pequeñas micelas formando una suspensión coloidal y la lactosa que es el principal carbohidrato de la leche, se encuentra disuelta en la fase acuosa, junto con los minerales y otros componentes hidrosolubles (Schlimme & Buchheim, 2002). Los componentes de la leche, en especial la lactosa, contribuyen de forma proporcional a su concentración, a la disminución del punto de congelación y al aumento de la temperatura de ebullición de la leche. El punto de congelación es una de las propiedades físicas de la leche que presentan mayor constancia situándose en un rango de temperatura entre $-0,51^{\circ}\text{C}$ y $-0,55^{\circ}\text{C}$, si el punto de congelación es más alto que $-0,515^{\circ}\text{C}$ se sospecha de la adición de agua (aguado) (Schlimme & Buchheim, 2002).

Otra prueba aplicada para comprobar la calidad de la leche es la del peso específico (densidad relativa). El peso específico de la leche se encuentra entre 1,028 - 1,034 g/ml a 15°C (28°Q - 34°Q) si se obtiene una lectura menor a 28°Q se sospecha de adulteración por adición de agua; de igual modo si el valor se encuentra por encima de 34°Q se sospecha de que la leche fue descremada (Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003).

La leche es un alimento adaptado a las necesidades nutricionales y fisiológicas de los mamíferos recién nacidos. Contiene en forma absorbible todos los nutrientes y agentes activos que el recién nacido necesita para el crecimiento y el mantenimiento corporal.

La composición de la leche se ve influenciada por diversos factores como: la especie animal, la raza, el individuo, el estadio y número de lactación, el modo y el momento del ordeño, la estación, el clima, la alimentación, entre otros.

Los constituyentes esenciales de la leche son (Luquet, 1991):

- ✓ Carbohidratos. Como principal exponente se encuentra la lactosa, que también es el principal componente del extracto seco total (EST). La lactosa es un disacárido formado por una α o β glucosa unida a una β galactosa, lo que origina dos formas.
 - α -Glucosa + β -Galactosa \rightarrow α -Lactosa hidratada ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$)
 - β -Glucosa + β -Galactosa \rightarrow β -Lactosa-anhidra ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
- ✓ Lípidos. Se encuentran formando glóbulos grasos de 1 a 8 μm de diámetro. La materia grasa está compuesta por un 98,5% de triglicéridos (ésteres de ácidos grasos y glicerol), 1% de fosfolípidos polares y 0,5% de sustancias liposolubles: colesterol y vitaminas A, D, E y K.
- ✓ Compuestos nitrogenados. La leche de vaca contiene alrededor de 5,3g de nitrógeno por kilogramo, de los cuales el 95% está en forma de proteínas:
 - Caseínas (proteínas coagulables). Son cuatro α -S₁, α -S₂, β y κ . Las caseínas representan el 80% de la fracción proteica y son de gran importancia para el proceso de fabricación del queso.
 - Proteínas solubles o séricas. Representan el 20% de las proteínas totales, en esta fracción hallamos a la α -lactoalbúmina, seroalbumina, inmunoglobulinas y proteasas peptonas.
- ✓ Sales. Se presentan tanto en la fase coloidal como en la acuosa en forma de fosfatos, citratos y cloruros de potasio, calcio, sodio y magnesio.

Debido a la importancia de las caseínas durante el proceso de elaboración de queso se hablará más de ellas. Estas proteínas poseen un cierto número de características comunes: la presencia de fósforo bajo la forma de grupos fosfóricos, su riqueza en ciertos aminoácidos

(glu-leu-pro) y la gran proporción de residuos apolares. El número de cargas negativas de las caseínas (especialmente α -S₁ y β) les da una de sus propiedades principales: la fijación de iones calcio.

La micela de caseína es una partícula esférica de unos 30 – 300nm de diámetro formada por la asociación de diferentes caseínas e iones, los principales calcio y fósforo. La micela está compuesta de submicelas que tienen un núcleo hidrófobo formado por las partes apolares de las caseínas y una "membrana" hidrófila donde se encuentran las partes polares principalmente los residuos fosfoséricos (Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003).

El aumento de la temperatura y de pH, así como el aumento de la concentración de iones calcio elevan la tasa de calcio y de fosfato en la micela y, por tanto sus dimensiones, el efecto inverso se obtiene por disminución de la temperatura, acidificación o adición de cloruro de sodio, de citrato o de otro compuesto quelante (Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003).

Existen tres factores que intervienen en la estabilidad del sistema coloidal de las proteínas:

- ✓ El carácter ácido de las micelas que al pH de la leche tiene un exceso de cargas negativas generando repulsiones electrostáticas que se oponen al acercamiento y agregación de las micelas.
- ✓ El grado de hidratación: las micelas tienen 3,7 g de agua por gramo de proteína; una parte de esta agua se encuentra formando una capa de hidratación que protege y estabiliza la micela.
- ✓ La repulsión estérica debida a la cadena peptídica (parte C-terminal de la caseína κ) que se proyecta a la solución en forma de «pelos».

La desestabilización del sistema coloidal, inducida por la acidificación de la leche, por la acción de enzimas proteolíticas (quimosina), por los tratamientos térmicos entre otros. Es la base de la tecnología de una

gran variedad de productos lácteos entre ellos los quesos (Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003)

La aptitud de la leche para la fabricación del queso depende de sus características organolépticas y fisicoquímicas, y de la naturaleza de su microbiota. Es idónea cuando posee un color, sabor, olor y microbiota normales; un buen contenido de proteínas, grasas y minerales además de una buena aptitud para la coagulación.

Un problema constante para la elaboración de quesos que influye de manera importante en el rendimiento quesero y en la uniformidad de la calidad de los productos, es la variación en el contenido proteico de las leches y su aptitud para la coagulación. Con el fin de atenuar estos grandes inconvenientes las industrias regulan el contenido de proteínas en la leche entre 35 y 40 g/L, mediante diferentes técnicas como:

- ✓ Eliminación de agua por evaporación.
- ✓ Concentración por ultrafiltración o microfiltración.
- ✓ Adición de caseinatos.

Otro factor que también influye sobre el rendimiento quesero es la variación en el contenido del calcio que se debe a la misma naturaleza de la leche o a la aplicación de procesos térmicos, específicamente la pasteurización donde se precipita el calcio. Para aminorar el impacto de dichas variaciones la industria quesera utiliza el CaCl_2 en dosis que varían entre 50 y 200 mg/L de leche, mejorando de esta forma la coagulación.

Tabla 6. Composición media de la leche de diferentes especies animales. (% en peso)

Especie	Agua	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas
Humana	87,6	3,8	1,0	7,0	0,2
Vaca	87,0	4,2	3,3	4,7	0,7
Cabra	86,8	4,5	2,9	4,1	0,8
Oveja	80,7	7,4	5,5	4,8	1,0

Fuente: (Schlimme & Buchheim, 2002)

4.2 El queso

Ahora bien, según FAO (1996) **queso** es el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido por cualquiera de estos dos sistemas:

- a) Coagulación de la leche, leche desnatada, leche parcialmente desnatada, nata, nata de suero o mazada, solos o en combinación gracias a la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes apropiados y por eliminación parcial del lactosuero resultante de esta coagulación.
- b) Por el empleo de técnicas de fabricación que favorecen la coagulación de la leche y/o de materias primas de procedencia láctea, de manera que se obtiene un producto terminado con las mismas características físicas, químicas y organolépticas esenciales que el producto definido en el apartado anterior (FAO, 1996).

Un poco acerca de la historia del queso: la realidad es que nadie sabe exactamente cuándo ni dónde nació el queso. Se sabe que las ovejas fueron domesticadas hace unos doce mil años y que en el Antiguo Egipto ya se criaban vacas, es lógico pensar que la historia del queso iniciara poco después de la domesticación de estos animales. Seguramente como toda gran invención ocurrió por accidente cuando se utilizaban recipientes de piel, de cerámica porosa o madera para almacenar la

leche y como era difícil mantenerlos totalmente limpios favorecían la rápida fermentación de la leche, una vez formada la cuajada sólo les quedaba separar el suero y tal vez fue así como nacieron los primeros quesos frescos (Chapman & Sharpe, 1987).

No fue sino hasta el siglo IV o III a.C. cuando se inició el uso de cuajo que fue un gran avance para el proceso de elaboración de queso. Durante el imperio romano se expandieron las técnicas de elaboración a prácticamente todo el mundo conocido. A pesar del desarrollo de una gran variedad de quesos en distintas partes del mundo, hasta el año 1850 que se dio el suceso que revolucionaría la fabricación de queso gracias al descubrimiento de Louis Pasteur: la pasteurización que dio pasó al nacimiento de la quesería industrial (Ridgway, 2000).

Cabe señalar que el queso no es un producto genérico; nada más alejado de la realidad ya que actualmente se producen más de 1000 variedades de queso a nivel mundial. Debido a esta gran diversidad surge la necesidad de agrupar los productos en diferentes categorías. La complejidad que encierra cada una de las variedades hace difícil establecer un sistema único de clasificación. Por otro lado, dada la variedad de técnicas de elaboración es lo más común, sino la regla, que un mismo queso sea incluido en más de una clase. A continuación se presentan algunos de los sistemas de clasificación existentes (Ridgway, 2000).

Textura del queso o contenido de humedad. Cuanta más agua contenga el queso más blanda será la pasta.

- ✓ Pasta muy blanda (80% agua) Se incluyen casi todos los quesos frescos.
- ✓ Pasta blanda (50 – 70% agua) Se incluyen a los quesos untables.
- ✓ Pasta semidura (40 – 50% agua) Presentan una textura ligeramente correosa.
- ✓ Pasta dura (20 – 40% agua) Quesos firmes y algo correosos.

Corteza del queso. La corteza del queso controla la pérdida de agua del interior y la entrada de aire, así mismo regula la liberación de gases que se producen en el queso.

- ✓ Enmohecida blanca. Corteza no muy gruesa, normalmente comestible que presenta moho blanco.
- ✓ Lavada. De color rojo-anaranjado blanda y húmeda al tacto pero no viscosa, no comestible.
- ✓ Seca natural. Se forma al secarse la cuajada en los bordes, en general son duras y gruesas difíciles de comer.
- ✓ Orgánica. Se coloca durante la elaboración del producto y por lo general es a base de hierbas y hojas no comestibles.
- ✓ Artificial. Se añade durante la producción y puede ser de ceniza, cera o plástico.

Procesos de elaboración del queso.

- ✓ Quesos frescos. Quesos no madurados o madurados sólo por unos días, algunos pueden ser moldeados y ligeramente prensados.
- ✓ Queso no prensado madurado. La cuajada se desmenuza lo menos posible y se deja escurrir sin aplicar presión. Pueden ser quesos de maduración rápida, con moho o bacterias en la superficie o de maduración lenta (2 a 3 meses) utilizando cultivos de bacterias fermentadoras.
- ✓ Queso prensado madurado. Se prensan con menor o mayor intensidad antes de madurar de dos a 18 meses.
- ✓ Queso cocido, prensado y madurado. La cuajada se calienta o cuece con el suero antes de cortarse, moldearse y prensarse intensamente. La maduración puede durar hasta 4 años.
- ✓ Quesos de pasta hilada (pasta *filata*). Durante el proceso de elaboración la cuajada se acidifica hasta llegar a un pH entre 5.3 y 5.2 y además se somete a tratamiento térmico, la cuajada se amasa (malaxado) y se

estira hasta obtener una pasta elástica. Puede consumirse fresco o madurarse.

Según su contenido de grasa.

- ✓ Queso doble graso. Con un contenido de grasa mínimo de 60%
- ✓ Queso extra-graso. Mínimo 45% de grasa.
- ✓ Queso graso. Mínimo 40% de grasa.
- ✓ Queso semi-magro. Mínimo 20% de grasa.
- ✓ Queso magro. Menos de 20% de grasa.

El queso, además de ser una de las formas más antiguas de conservación de la leche es un producto con muchas bondades nutricionales. Aunque actualmente el queso es blanco de cierta publicidad negativa debido a sus temidas grasas de origen animal y colesterol, en realidad no hay razón para que una persona sana lo excluya de su dieta; no es casualidad que este producto haya acompañado a la humanidad desde hace tantos siglos. La única recomendación es como con cualquier producto, un consumo moderado (Ridgway, 2000).

El queso es una buena fuente de calcio, vitaminas liposolubles (A, D y E) y algunas vitaminas del complejo B. Este producto constituye una buena alternativa al consumo de carne roja y de aves ya que aunque su contenido de proteínas no es tan elevado, éstas presentan mayor biodisponibilidad, alrededor del 70%, comparado con el 65% de las provenientes de la carne.

A pesar de que algunas personas creen que no pueden consumirlo por ser intolerantes a la lactosa, la realidad es que el carbohidrato se elimina junto con el suero durante la elaboración, la mayoría de los quesos madurados presentan 95% menos lactosa que la leche usada para su elaboración (Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003).

4.3 Queso Oaxaca: definición y características.

El queso Oaxaca es un producto que se clasifica como queso fresco de pasta blanda e hilada. Presenta un color blanco brillante, goza de gran popularidad a nivel nacional debido a su excelente aptitud para fundir. Tiene un contenido de humedad cercano al 50%, debido a su alto contenido de humedad tiene una vida comercial corta (2 - 4 semanas). El nombre de este queso hace referencia al estado de Oaxaca, probable lugar de origen, sin embargo en ese estado se le conoce como queso de hebra o quesillo; en algunos lugares del país se le conoce como queso de bola que es su forma típica, existen presentaciones de diferentes tamaños y pesos que van desde unos cuantos gramos hasta varios kilos (Cervantes y cols., 2008).

Este queso se elabora con leche cruda de vaca, entera o parcialmente descremada a nivel artesanal o industrial. Para que adquiera su característica de textura, la cuajada para elaborar queso Oaxaca debe ser ácida, con un pH de - 5.6 a 5.8 - o una acidez de 32° a 35° D.

Las variaciones principales en los procesos, se refieren a este aspecto, por ello, los principales Métodos para elaborar queso Oaxaca, son:

- ✓ Por recombinación de leche cruda ácida y leche cruda dulce, mezclándolas para obtener una leche medianamente ácida.
- ✓ Por acidificación natural de una leche cruda, durante varias horas, aprovechando la fermentación láctica que lleva a cabo la microbiota nativa.
- ✓ Con una mezcla de leche dulce y suero ácido; dejando acidificar (chedarizar) la cuajada hasta la acidez adecuada para el punto de "hilado" (Cervantes y cols., 2008).

Existe un proyecto de norma mexicana PROY-NMX-F-733-COFOCALEC-2012 SISTEMA PRODUCTO LECHE – ALIMENTOS – LÁCTEOS – QUESO OAXACA – DENOMINACIÓN, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA, que propone la siguiente descripción para el producto:

"Producto elaborado a partir de la cuajada proveniente de leche fresca o en polvo, entera o parcialmente descremada, sometida a tratamiento térmico que asegure su inocuidad, a la cual se le puede adicionar cloruro de calcio, cuajo, cultivos lácticos y/o ácido. La cuajada obtenida es fundida con agua caliente o calor indirecto y en su proceso la proteína es texturizada en forma de hilo o hebra, y es colocada en agua o salmuera frías, para ser posteriormente enredados los hilos o hebras en diversas formas. Es un queso fresco, que se consume preferentemente en los primeros 20 días a partir de su fecha de elaboración y requiere refrigeración para su conservación; de pasta blanda y fundible, cuya característica principal del hilo o hebra es la formación de filamentos que se deshilan o deshebran. El producto no puede contener grasa y proteínas de origen diferente al de la leche, ni almidones, ni féculas".

Es importante señalar que la Secretaria de Salud, órgano que regula la legislación mexicana para la producción y comercialización de alimentos, acepta al queso Oaxaca como un queso pasteurizado, debido al tratamiento térmico empleado durante el malaxado.

Según este proyecto de norma, las especificaciones del queso Oaxaca son:

Tabla 7. Especificaciones fisicoquímicas del queso Oaxaca.

Parámetro	Especificación	Método de prueba
Proteínas propias de la leche % m/m	21,5 mín.	NMX-F-098-1976
Grasa butírica % m/m	20 mín.	NMX-F-COFOCALEC-2005 / NMX-F-490-1999-NORMEX
Humedad % m/m	51 máx.	NOM-116-SSA1-1994

4.4 Proceso artesanal de producción.

En este trabajo se describirá el método artesanal de elaboración del queso Oaxaca genuino donde la principal materia prima es leche cruda, también se usa cuajo, cloruro de sodio y agua. A continuación se mencionan las etapas del proceso (SAGARPA , 2007).

1. Recepción de la leche cruda.

Se trata de una operación fundamental ya que se debe asegurar que únicamente se reciben materias con las características necesarias para obtener un producto de buena calidad

Para la recepción de la leche proveniente de los establos se aplican las denominadas "pruebas de plataforma" (Keating & Rodríguez, 2007), que tienen por objetivo determinar la calidad y aptitud tecnológica de la leche, estas pruebas se caracterizan por ser de fácil y rápida realización y que de igual forma arrojan resultados en un periodo no mayor a dos horas; dentro de estas pruebas se encuentran las siguientes:

- ✓ Determinación de la temperatura.
- ✓ Evaluación sensorial.
- ✓ Determinación del peso específico.
- ✓ Lactofiltración.

Otras pruebas que es conveniente realizar y que se llevan a cabo en laboratorio son:

- ✓ Acidez titulable.
- ✓ Determinación de pH.
- ✓ Ensayo de coagulación (prueba de alcohol).
- ✓ Determinación de contenido graso.
- ✓ Determinación del punto crioscópico.
- ✓ Prueba de la reductasa (azul de metileno).

Sin embargo, debido a las limitaciones de equipo y personal que presentan las queserías artesanales la mayoría de estas pruebas de laboratorio son de difícil aplicación, algunas de las pruebas que son factibles de realizarse en dichos establecimientos son además de las pruebas de plataforma la determinación del pH, la acidez titulable y la prueba de coagulación ya que en comparación con el resto de las pruebas requieren de una baja inversión en equipo y reactivos.

Determinación de la temperatura.

Se realiza después de una correcta homogeneización de la leche y tomando una muestra representativa, la leche debe estar a una temperatura entre 0 y 5°C, normalmente es enfriada y transportada a una temperatura de 4°C; una temperatura mayor a 5°C compromete la conservación de la leche ya que favorece la actividad microbiana.

- ✓ Los termómetros deben estar debidamente calibrados y graduados en un rango que abarque de -10°C hasta 100°C.
- ✓ Durante la medición debe dejarse suficiente tiempo el termómetro dentro de la muestra para que se dé el equilibrio térmico y se realice una correcta lectura. (Universidad del Zulia, 2003)

Evaluación sensorial.

Se elaboran escalas y una persona entrenada evalúa la muestra. Se evalúan la textura, el sabor, color y olor de la leche.

- ✓ Textura: la leche tiene una viscosidad de 1,5 a 2,0 centipoises a 20°C, ligeramente superior al agua (1,005 cp). Estos valores pueden ser modificados por el desarrollo de ciertos microorganismos que al generar polisacáridos aumenta la viscosidad.
- ✓ Color: el color normal de la leche es blanco. Las leches que han sido descremadas o aguadas presentan un color blanco azulado. Las leches provenientes de vacas mastíticas presentan un color gris amarillento; la

presencia de un tono rojizo en la leche se debe a la presencia de sangre o ciertos microorganismos.

- ✓ Sabor: el sabor de la leche es característico, normalmente no es ácido ni amargo sino más bien dulce por la presencia de la lactosa.
- ✓ Olor: es difícil de describir, se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular como ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo (Universidad del Zulia, 2003).

Determinación del peso específico.

Se relaciona con el contenido de sólidos totales y con la temperatura del fluido; por ello, para que su comparación tenga validez debe ser relacionada con una temperatura de referencia, convencionalmente establecida a 15°C. La leche entera generalmente tiene un peso específico de 1.031, lo que también se puede reportar en grados densimétricos Quevenne, o Q°. Con esta prueba se puede determinar de manera indirecta la adición de agua a la leche; sin embargo, el valor de este indicador es muy variable, por lo tanto, para poder juzgar una leche, hay que hacer determinaciones más precisas (Walstra, 2001).

- ✓ Se agita la leche y se deposita en una probeta resbalando por las paredes, evitando así la formación de espuma. Se hunde el lactodensímetro y se le da un pequeño giro. Cuando queda en reposo, se procede a leer la escala al nivel de la parte alta del menisco. La corrección de la temperatura en esta prueba es importante, ya que la temperatura normal para esta determinación es de 15°C. Temperaturas distintas requieren la correspondiente corrección de valores.
- ✓ La corrección por temperatura se realiza de la siguiente manera: si la temperatura de la leche es mayor de 15°C, se aplica la fórmula: **lectura + 0,002(T-15)**; cuando la temperatura de la leche sea menor a 15°C la fórmula es: **lectura - 0,002(15-T)**.

Lactofiltración.

La prueba de lactofiltración o la de sedimentación tienen por objeto establecer la presencia de materias extrañas en la leche. El resultado de esta prueba no puede considerarse absoluto ya que la ausencia de sedimento no es indicativa de que la leche haya sido producida bajo condiciones adecuadas puesto que se puede presumir de un filtrado previo a la entrega. Esta prueba está entrando en desuso ya que ahora los productores acostumbran filtrar la leche inmediatamente después del ordeño o antes de almacenarla en los tanques.

- ✓ La prueba se realiza al pasar la leche a través de un embudo cubierto con papel filtro o una gasa y el resultado se compara con un estándar fotográfico (Universidad del Zulia, 2003).

Determinación del pH.

La determinación puede hacerse por método colorimétrico utilizando indicadores, sin embargo el color de la leche interfiere un poco con las lecturas, por lo que el método más adecuado es la determinación potenciométrica, empleando un electrodo de vidrio y uno de referencia.

La determinación se realiza tomando una muestra de 50 mL de leche en un vaso de precipitados y midiendo a continuación el potencial.

Determinación de la acidez titulable.

La prueba de la acidez titulable forma parte del examen básico de la calidad de la leche cruda. La acidez titulable mide la cantidad de álcali (NaOH 0.1 N) necesario para llegar al punto de vire del color del indicador (empleando fenolftaleína como indicador); generalmente el resultado es expresado por una cantidad equivalente de ácido láctico, el cual no está presente de forma natural en la leche y es generado por las bacterias lácticas (BAL). Con base en lo anterior, el principio de la acidez titulable es el poder de combinación de la leche con una base. En México

los grados Dornic ($^{\circ}\text{D}$) constituyen la unidad de medida más utilizada para expresar la cantidad de ácido láctico contenido en la leche. El rango aceptado es de 14 a 20°D para una leche normal. (SAGARPA , 2007)

La acidez es un indicador de la calidad de la leche. Proporciona indirectamente la riqueza de la leche en sólidos no grasos, especialmente en proteínas y puede servir como indicador de actividad bacteriana en la leche, durante su transformación y en los productos lácteos. La prueba se realiza del siguiente modo:

- ✓ Se depositan 9 mL de leche en un vaso de precipitados, se agregan dos a tres gotas de fenolftaleína y se procede a titular con la solución de $\text{NaOH} 0.1 \text{ N}$, hasta obtener el punto de vire a una coloración rosa muy tenue que debe perdurar al menos 30 segundos.
- ✓ Los mililitros gastados de $\text{NaOH} 0.1 \text{ N}$ multiplicados por 10, se expresan directamente en grados Dornic, y éstos a su vez, en gramos de ácido láctico.
- ✓ Una acidez en la leche mayor de 20°D en la recepción, puede ser sospecha de que existe actividad de la flora bacteriana natural (SAGARPA , 2007).

Prueba del alcohol.

Como ya se ha indicado la acidez normal de la leche está entre 13 - 20 mL de $\text{NaOH} 0,1 \text{ N}/100 \text{ mL}$ y un pH de 6,5 - 6,7. Valores superiores de la acidez con la consiguiente disminución del pH son indicadores de contaminación microbiana. Esto se puede confirmar mezclando volúmenes iguales de leche y alcohol etílico 72% debido a que el etanol a esa concentración ocasiona la coagulación de la leche cuando ésta presenta una acidez superior a 22 mL de $\text{NaOH} 0,1 \text{ N}/100 \text{ mL}$. Un resultado positivo indica además inestabilidad de la leche frente al calor, factor que impediría su pasteurización o esterilización (Universidad del Zulia, 2003).

2. Estandarización

Consiste en realizar un ajuste del contenido de la grasa propia de la leche (2,5 a 3,0%) para que se cumpla con el porcentaje que exige la legislación (20% mínimo en el producto terminado), generalmente se realiza añadiendo crema de leche o bien leche descremada

3. Acidificación de la leche al nivel requerido (premaduración).

La fabricación de queso implica una acidificación de la leche a lo largo de la transformación de leche a cuajada desuerada, además de la acidificación durante esta fase también se lleva a cabo una proteólisis limitada de la caseína, que produce sustancias nitrogenadas de bajo peso molecular que permite a las bacterias ácido lácticas (BAL) desarrollarse mejor en la cuajada (SAGARPA , 2007).

La principal consecuencia de la caída del pH a valores cercanos a 5,1 a causa de la producción de ácido láctico es la disolución del fosfato cálcico coloidal; este efecto es determinante en la composición del queso, el grado de sinéresis (propiedad del coagulo de contraerse expulsando el líquido que está encerrado en la red formada por la caseína coagulada) y la fusión de los granos de cuajada en una masa continua (Walstra, 2001).

Además del ácido láctico se forman otros componentes responsables del flavor: se genera CO₂ y se reduce el potencial redox del queso. Todos estos factores dan lugar a las condiciones estrictamente anaerobias; la carencia de una fuente de carbono adecuada para la mayor parte de las bacterias; y la posible presencia de otras sustancias inhibidoras tienen una enorme importancia como factores limitantes del crecimiento de otros microorganismos y, en consecuencia, para la conservación del queso (Walstra, 2001).

La acidificación es desarrollada en este caso por las bacterias ácido lácticas propias de la leche (en el caso de leche pasteurizada se agregan cultivo fermentadores). Durante esta etapa se lleva a cabo la fermentación de la lactosa y formación de ácido láctico, el cual imparte un sabor ácido refrescante y favorece la formación de la cuajada además de que mejora su textura.

Básicamente existen dos formas de acidificar la leche; la primera es por acidificación natural dejando reposar la leche de 8 a 24 horas en un recipiente de acero inoxidable, de esta forma la microbiota crecerá y producirá ácido láctico, (variantes de esta técnica de fermentación natural se presentaron previamente al inicio de esta sección).

En lugares donde la humedad relativa es alta y la temperatura promedio rebasa los 20°C la leche de la ordeña de la mañana puede alcanzar la acidez requerida (32 - 38 °D) antes de ocho horas y puede ser procesada por la tarde

Otro método de acidificación de la leche consiste en utilizar ácido acético glacial, con el cual la acidez necesaria se alcanza en cuestión de minutos, sin embargo se sacrifican las características organolépticas del producto ya que con este método no se da la formación de compuestos que brindan el sabor y aroma característicos a este queso y que son desarrollados durante la fermentación láctica.

No está establecida la cantidad de ácido a utilizar ya que esta depende de la acidez original de la leche y de la concentración del ácido, pero se sugiere agregar un mL de ácido por cada litro de leche y realizar las pruebas de acidez hasta que se alcance el valor deseado (SAGARPA , 2007).

4. Coagulación de la leche.

La coagulación de la leche es el momento clave de la producción del queso. De esta etapa se obtienen dos productos:

- ✓ Cuajada que son las caseínas coaguladas por acción del cuajo.
- ✓ Suero compuesto de agua, lactosa y sales. Subproductos de la industria quesera.

El **cuajo** es una mezcla de quimosina y pepsina en presentación de extracto líquido o pastoso procedente de la maceración de los estómagos desecados de terneras lactantes en una salmuera al 10% de NaCl. La quimosina, principal enzima del cuajo, actúa sobre el enlace Phe-Met de la caseína κ , su mayor actividad se da un valor de pH de 6,7. Cabe señalar que este enlace se encuentra en los «pelos» que sobresalen a modo de proyecciones en la superficie de las micelas de caseína. Cuando la quimosina reduce estas proyecciones se disminuye la repulsión estérica y por lo tanto se presenta la floculación (Walstra, 2001).

También existen enzimas de origen vegetal y microbiano capaces de coagular la leche, son más económicas que el cuajo sin embargo son enzimas más proteolíticas y producen quesos que presentan mayor amargor, además de que disminuyen el rendimiento (Scott, 1991).

El poder coagulante o la fuerza de un extracto de cuajo, expresa el número de litros de leche que un litro de este extracto puede coagular a 35°C en 40 minutos. Por ejemplo un extracto con fuerza de 10.000 puede coagular diez mil litros de leche.

La coagulación de la leche también se puede producir por la adición de ácidos (coagulación ácida) hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (pH=4,6).

La coagulación enzimática de la leche se da en dos fases (Walstra, 2001):

Primera fase de coagulación.

En esta etapa la quimosina (también conocida como renina) actúa sobre el enlace situado entre las unidades 105 (fenilalanina) y 106 (metionina) de la κ -caseína provocando que esta se descomponga en dos partes:

- Para- κ -caseína: cadena de aminoácidos (1 al 105) insoluble que forman el coagulo.
- Casein-macropéptido: cadena de aminoácidos (106 al 169) unida a carbohidratos que hacen soluble a esta fracción por lo que se eliminan en el suero.

Segunda fase de coagulación.

La para- κ -caseína formada floclula en presencia de iones calcio. Se van formando agregados moleculares cada vez más grandes, que crecen incluyendo a los glóbulos de grasa. Estos agregados reciben el nombre de paracaseinato cálcico.

El calcio se encuentra en dos formas en la leche. El 30% aproximadamente en solución y el 70% en forma coloidal. El fosfato cálcico forma parte del complejo caseínico producido en la coagulación de la leche, contribuyendo al aumento del tamaño de las micelas de caseína debido a que el Ca^{2+} reduce la repulsión electrostática al neutralizar las cargas negativas de las micelas y además puede establecer enlaces salinos entre los puntos cargados negativamente de las micelas de paracaseína, que se suman a los enlaces entre puntos positivos y negativos.

Debido a esto es que el CaCl_2 se usa como aditivo en la fabricación de queso, sin embargo no se debe abusar en su uso, ya que a dosis muy altas da lugar a un coagulo duro, difícil de cortar y manejar.

La primera fase de la coagulación puede desarrollarse a temperaturas entre 5 y 55°C. La segunda fase necesita temperaturas mayores a 20°C. La temperatura óptima para la coagulación enzimática es de 41°C, pero la mayoría de los quesos requieren temperaturas entre 28 y 34 °C.

Para los quesos de pasta hilada es muy importante que antes de iniciar la etapa de coagulación el pH haya descendido hasta 5,2 - 5,3 porque si no, es imposible conseguir la «plastificación». Cuando el pH es superior a 5,4 la masa del queso es demasiado firme; si el pH es inferior a 5,1 resulta excesivamente desmenuzable.

Después de la acidificación es necesario calentar la leche hasta una temperatura de 30 a 32 °C para poder adicionar el cuajo.

- ✓ Si el volumen de la leche es adecuadamente manejable (hasta 100 litros) se calienta directamente, agitando de manera constante para que toda la leche tenga la misma temperatura.
- ✓ Si el volumen de leche es mayor de 100 L su calentamiento debe ser en baño maría, se necesita una parrilla, un bote de acero inoxidable con capacidad para más de 100 L y una tina de lámina o de aluminio extendida, que en las tiendas especializadas se conoce como "budinera". La budinera se coloca sobre la parrilla y se llena hasta un cuarto de su capacidad con agua, se colocan tres ladrillos que servirán como soporte para que el bote no esté en contacto directo con la superficie metálica caliente, y que el calor pase primero al agua y después a la leche, de igual forma hay que agitar la leche para lograr una mejor distribución del calor (SAGARPA , 2007).

Una vez alcanzada la temperatura señalada se agregan 10 mL de cuajo fuerza 1:10000 por cada 100 litros de leche, se agita brevemente para distribuirlo bien y después se deja reposar.

Para determinar si se ha completado la coagulación se introduce un cuchillo en la cuajada; si el cuchillo sale limpio, la cuajada está lista para

cortarse. Normalmente el tiempo de cuajado oscila entre 15 y 35 minutos dependiendo del tipo de cuajo y de la cantidad de leche.

5. Corte de la cuajada y desuerado (Meyer, 2007).

El momento de empezar a hacer el corte se puede determinar con varios aparatos, pero la experiencia del quesero suele ser suficiente. Es importante que las cuchillas estén bien afiladas para que el corte sea limpio y se evite la pérdida de grasa. El tamaño del grano depende del queso que se desea fabricar, cuanto más grandes sean los granos más suero se retendrá por lo tanto para quesos duros la cuajada se corta en pequeños granos que retienen menos suero.

Después del corte se debe dar una agitación lo suficientemente fuerte para que los granos permanezcan en suspensión en el suero; esta agitación favorece la exudación del suero.

El mantenimiento de la temperatura de 32 °C durante el trabajo del grano tiene por objeto encoger los granos de la cuajada que así sueltan el suero y se vuelven más finos con lo que están más preparados para las operaciones de prensado y salado.

Se recomienda que el corte se realice con liras de acero inoxidable, horizontales y verticales. Se debe realizar primero en forma horizontal y después vertical. A la cuajada que ha sido cortada se le conoce como grano; de esta etapa se desprenden dos subproductos el grano y el suero.

Después del corte se comienza el trabajo del grano que consiste en agitar suavemente el grano dentro del suero por alrededor de 15 minutos con el fin de darle cuerpo, consistencia y facilitar la expulsión del suero. Es importante mantener la temperatura en 32°C para que la formación de aroma y sabor por parte de las bacterias lácticas se siga dando.

Al trabajo del grano lo precede un tiempo de reposo durante el cual los granos precipitan al fondo de recipiente y lo que facilita la eliminación de tres cuartas partes del suero.

6. Calentamiento, amasado de la cuajada y formación de la hebra.

El malaxado se trata de un amasado que implica estirar y aplastar la cuajada; su principal objetivo es elevar rápidamente la temperatura de toda la masa hasta unos 55°C y mantener esta temperatura durante 10 a 15 minutos con el fin de favorecer la elasticidad y el hilado (Meyer, 2007).

Antes de proceder a la etapa de amasado se debe realizar una prueba previa; se toma un fragmento de la cuajada y se sumerge en agua a 70 - 80°C se amasa y sí se observa que esta estira sin romperse, se puede amasar toda la cuajada. Si el fragmento de cuajada aun no estira se mantiene el reposo de la cuajada para favorecer el aumento de la acidez y se vuelve a realizar la prueba (cada 10 a 20 minutos) hasta un resultado positivo (SAGARPA , 2007).

Después de un resultado positivo se procede al amasado de toda la cuajada en una tina con agua caliente, se amasa juntando la cuajada ya sea con un agitador o manualmente, el agua se cambia según sea requerido (para mantener la temperatura de 70 - 80°C). Esta etapa del proceso se puede considerar como la etapa de pasteurización del producto, por esta razón es que se puede elaborar queso Oaxaca con leche no pasteurizada (Mahaut, Jeantet & Brúle, 2003). Sin embargo, como aún hay muchas operaciones y precisamente son manuales en los establecimientos artesanales y PyMES, la aplicación de medidas para aseguramiento de inocuidad, es sumamente importante.

Una vez que se juntó la masa y esta puede estirarse sin romperse y además presenta un color brillante se pasa a una mesa donde se forman

tiras que se van depositando en otra tina con agua fría donde se dejan reposar por 15 minutos (SAGARPA , 2007).

7. Salado.

La sal se agrega para realzar el sabor del queso y mejorar su apariencia y consistencia; se utiliza como un conservador que ayuda a controlar a los microorganismos durante el periodo de maduración o almacenamiento (Meyer, 2007).

Una vez que las tiras de queso están frías se retiran del agua y se dejan escurrir, se realiza el salado por frotación; la cantidad de sal depende del gusto del maestro quesero, generalmente se aplica de 0,75 al 2% del peso de queso (SAGARPA , 2007).

8. Enredado de las hebras (formación de la bola).

Una vez que se tiene el queso salado se procese a enrollar las hebras hasta formar una bola, las hay de diferentes tamaños que en peso van de 500 gramos hasta 5 kilogramos.

9. Envasado y empacado.

El queso como el resto de los productos lácteos deben protegerse de la acción del aire, la luz, la humedad y organismos como insectos, roedores, bacterias y hongo, así como del polvo, la suciedad y los cambios de temperatura.

El empaque debe ser higiénico e inerte para que no influya sobre las características organolépticas del queso.

Para el caso del queso Oaxaca se utilizan materiales plásticos para envasarlo; los dos principales son las láminas de polietileno (bolsa común) y láminas de poliestireno termoencogibles.

Durante el almacenamiento posterior al envasado y bajo las condiciones de refrigeración puede tener lugar cierta proteólisis con la degradación de las caseínas α_{s1} y β . Un bajo nivel de proteólisis favorece unas buenas características de fusión (Walstra, 2001).

10. Inspección del queso Oaxaca.

Se debe realizar una inspección visual del producto terminado para corroborar que se encuentre perfectamente empacado y que sus características visuales sean las adecuadas.

Se debe verificar el cumplimiento de las especificaciones sanitarias que establece la NOM.121-SSA1-1994. Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias y que, en resumen son las siguientes específicamente para queso Oaxaca, que se clasifica como queso fresco.

Tabla 8. Especificaciones sanitarias para el queso Oaxaca.

Especificaciones	Límites
<u>Organolépticas</u>	Consistencia característica con formación de hebras, sin aromas y sabores ajenos.
Materia extraña	Debe estar exento de materia extraña.
<u>Químicas:</u>	
Fosfatasa residual	No deben rebasar 12 UF/g de fosfatasa residual.

Especificaciones	Límites
Arsénico	0.2 mg/kg, máx.
Plomo	0.5 mg/kg, máx.
<u>Microbiológicas:</u>	
Coliformes fecales	100 NMP/g, máx.
<i>Staphylococcus aureus</i>	1000 ufc/g, máx.
Hongos y levaduras	500 ufc/g, máx.
<i>Salmonella</i>	Ausente en 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i> *	Ausente en 25 g
<u>Aditivos alimentarios:</u>	
Cloruro de calcio	0,02%, máx.
Ácidos: acético, cítrico o láctico	40 g/kg
Ácido fosfórico	9 g/kg

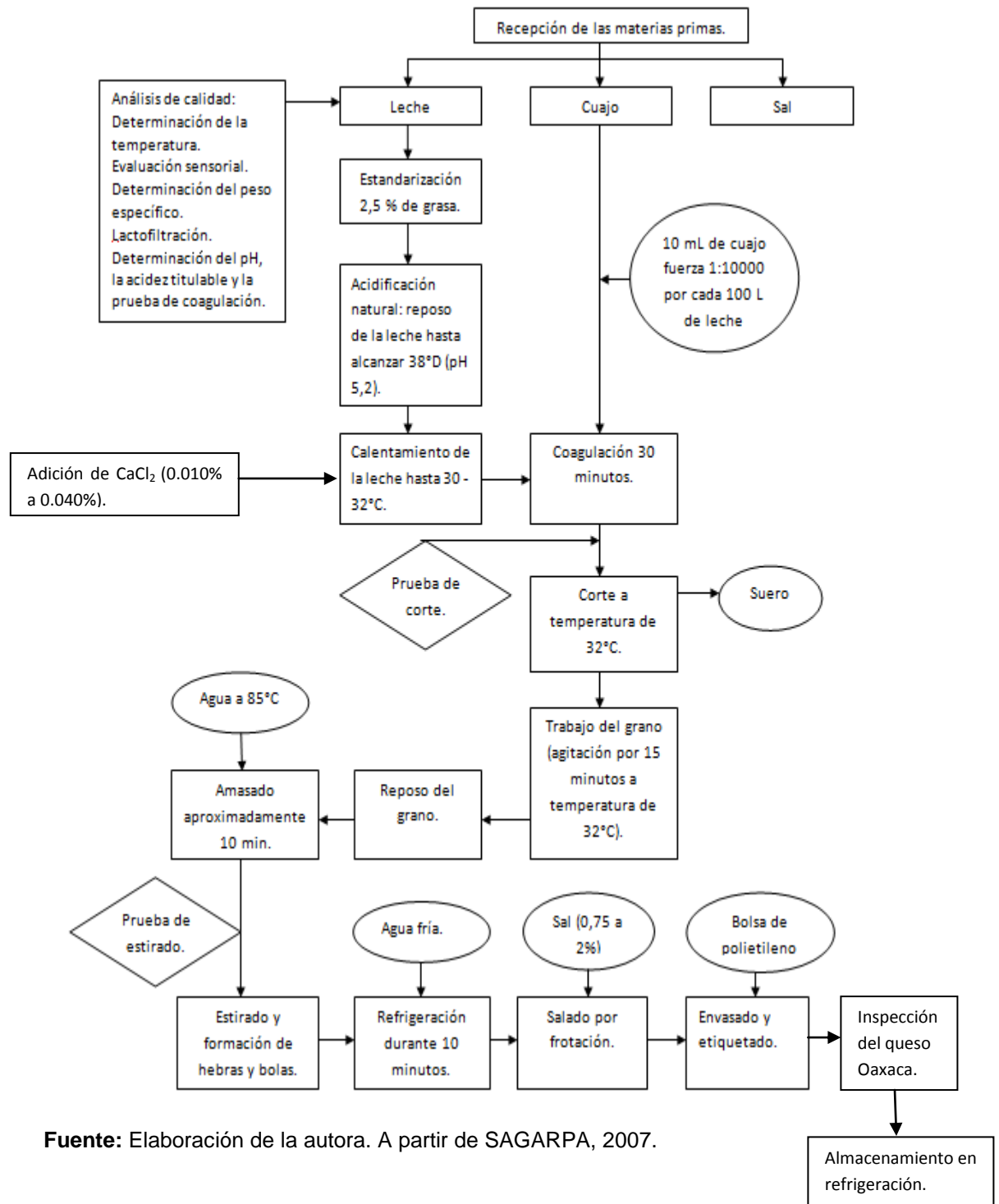
* Cuando la Secretaría de Salud, de acuerdo al muestreo y los resultados del análisis microbiológico detecte la presencia de *Listeria monocytogenes*, ordenará la realización de un plan de trabajo por parte del fabricante o importador para controlar la presencia de dicho microorganismo.

Fuente: Extractado de NOM-121-SSA-1994, para queso Oaxaca.

También es preciso realizar un análisis químico para confirmar la composición y reportar correctamente la información nutricional en la etiqueta; de esta forma se mantiene una mejor calidad, se satisface al consumidor y se evitan problemas con la autoridad.

Al finalizar la inspección visual, los productos deben ser almacenados en refrigeración a una temperatura no mayor a 4°C.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso Oaxaca.



Fuente: Elaboración de la autora. A partir de SAGARPA, 2007.

5. Propuestas.

Tomando en cuenta el marco teórico con que contamos y la descripción de las PyMES que producen Queso Oaxaca en México, se propone la siguiente estrategia general:

Establecer el sistema de gestión de inocuidad en dos etapas: Primero implementar los prerrequisitos para HACCP, acompañados de una intensa capacitación y una supervisión continúa, rigurosa y que sea considerada como parte de la capacitación. Esto será un avance para la gestión sanitaria de esas empresas y permitirá mejoras importantes en la calidad e inocuidad de los productos. La primera parte concluirá cuando sea aprobada la auditoría correspondiente a prerrequisitos.

Y en la segunda etapa, se propone implementar HACCP, contando para ello, con asesores especializados que pueden ser externos a la planta, para facilitar a las PyMES el contar con este recurso humano. En esta etapa se mantendrá permanentemente informados a todos los participantes, de los avances y resultados, como parte de la estrategia específica de capacitación para HACCP. Esta etapa se considerará concluida cuando se obtenga la certificación en HACCP para la empresa en cuestión.

5.1 Programas prerrequisitos para el proceso de elaboración del queso Oaxaca.

Como ya se explicó el primer paso para lograr la inocuidad de los alimentos es prevenir la aparición de peligros, en este marco los programas de prerrequisitos propician las condiciones ambientales y operacionales necesarias para la producción de alimentos seguros. Estos

programas deben estar bien documentados con procedimientos operacionales (POE Y POES).

Un **POE** (procedimiento operacional estandarizado) es un documento que contiene las instrucciones y describe las operaciones del proceso, su seguimiento es de carácter obligatorio. El objetivo principal de este documento es indicar un camino de acción para lograr una producción que asegure la inocuidad y sanidad del alimento.

POES en tanto, es el acrónimo para *procedimientos operativos estandarizados de saneamiento* y son sumamente importantes ya que en un documento POES se explica cómo se llevara a cabo el saneamiento de cada equipo y área dentro de la empresa donde se producen alimentos; también se trata lo referente a la higiene del personal, control de plagas y todos aquellos factores que representan un riesgo para la inocuidad de los productos allí elaborados (Quintela & Paroli , 2013).

La estrategia general que se propone específicamente para la implementación del programa de prerrequisitos en PyMES mexicanas de elaboración de queso Oaxaca es la siguiente:

- 1.1. Identificar en la empresa con la participación de dueños y trabajadores, los POE's y POES's existentes. En caso de no tenerlos se explicara la necesidad de contar con dichos procedimientos los cuales deben estar enfocados a las necesidades y posibilidades de la empresa, para que así garanticen una producción inocua y de calidad.
- 1.2. Establecer un programa de capacitación en la empresa, con las siguientes características:
 - 1.2.1. Impartir principios de higiene y seguridad alimentaria como punto de partida para que el personal comprenda su responsabilidad dentro de la elaboración de alimentos seguros.

- 1.2.2. Incluir todos los prerrequisitos, el análisis de su pertinencia y los efectos generados cuando se observan y cuando no.
- 1.2.3. Como parte de la evaluación del programa de capacitación, todos los empleados deberán aplicar lo aprendido en sus actividades cotidianas, este método de evaluación arrojará resultados reales acerca de los conocimientos del personal y ayudará a identificar los puntos que ameriten correcciones.
- 1.3. La etapa formal culminará con la redacción y verificación participativas de todos los POE's y POES's, sin embargo
- 1.4. El proceso de implementación no es estático por lo que continúa con la mencionada supervisión tipo retroalimentación de la capacitación, además de la verificación programada del cumplimiento de los procedimientos.
- 1.5. Se da por concluida la implementación del programa de prerrequisitos una vez que una auditoría externa certifique el programa de la empresa.

A través de la primera etapa del establecimiento del sistema de gestión de inocuidad, los POE's y POES's deberán integrar un manual de prerrequisitos; a continuación se presenta un ejemplo de un manual para las PyMES productoras de queso Oaxaca el cual pretende ser una guía para las empresas de nuestro país que están comprometidas con la salud de sus consumidores y que ven en la cultura de la prevención la herramienta más poderosa para lograr productos de buena calidad que ayuden a aumentar su presencia en el mercado, reducir costos de producción y por ende aumentar las ganancias y evitar problemas con la autoridad sanitaria.

Manual de Prerrequisitos en PyMES productoras de queso Oaxaca.

El siguiente manual tiene la finalidad de ser una guía práctica que ayude a todos los involucrados en las pequeñas y medianas empresas productoras de queso Oaxaca a implementar los programas prerrequisitos que serán la base para que la compañía pueda posteriormente adoptar el sistema HACCP, el cual actualmente se erige como la herramienta clave para la expansión de las industrias (principalmente las alimentarias) a nivel internacional.

Con la implementación correcta de estos prerrequisitos, cualquier PyME será capaz de garantizar la inocuidad y calidad de los productos que se elaboran dentro de sus instalaciones, lo que le brindará una ventaja competitiva que se verá reflejada en las ganancias de la empresa.

Este manual se compone de los siguientes apartados (Generalitat de Catalunya, 2002):

- I. Plan de control de aguas.
- II. Plan de limpieza y desinfección.
- III. Plan de formación y capacitación del personal en seguridad alimentaria.
- IV. Plan de mantenimientos preventivo.
- V. Plan de control de plagas.
- VI. Plan de control de residuos.
- VII. Plan de control de la trazabilidad.

La portada de cada uno de los planes debe presentar la siguiente información:

- Índice
- Distribución de la documentación (copias para las áreas de la empresa que lo necesiten y el original para la gerencia o dirección)
- Indicar si se trata de una copia controlada y el responsable de la misma.

- Datos de la persona que elaboró el manual así como de quien lo reviso y aprobó.

Los registros derivados de las acciones de inspección deben contener como mínimo la siguiente información.

- Datos del establecimiento.
- Plan de prerequisite al que pertenece.
- Actividad, objeto o parámetro de registro.
- Fecha y hora de realización de la actividad de comprobación.
- Resultado de la ejecución de la actividad de comprobación.
- Descripción de la incidencia, si procede.
- Identificación del responsable (nombre, firma y cargo) de hacer las comprobaciones.
- Actividades correctoras en caso de detectar incidencias y fecha y hora, si procede, de realización.
- Identificación del responsable (nombre, firma y cargo) de las acciones correctoras.

I. Plan de control de aguas.

En la industria alimentaria como en el resto de los sectores el suministro de agua es sumamente importante ya que se trata de uno de los recursos básicos para el funcionamiento de la empresa.

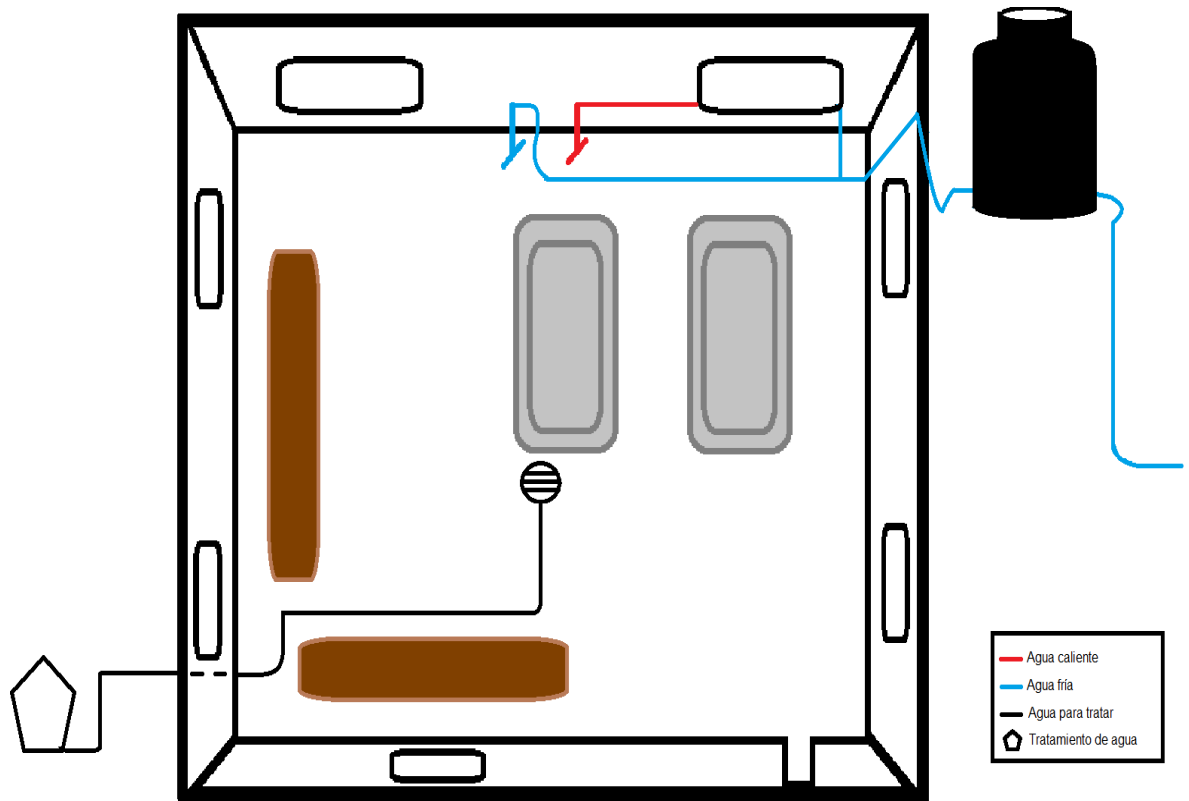
En la industria alimentaria el agua reviste una importancia especial ya que el abastecimiento de agua, hielo o vapor puede ser fuente de contaminación para nuestro producto.

Por esta razón la empresa debe dar garantías sobre la fuente de abastecimiento (generalmente red pública), y tiene la responsabilidad de asegurarse de que toda el agua utilizada en sus instalaciones es potable.

Es por todo lo anterior que la empresa debe de manejar un plan de control de aguas en el que se incluyan los siguientes aspectos:

- ✓ Usos del agua dentro de las instalaciones.

- ✓ Plano de las instalaciones hidráulicas.
 - ✓ Características físicas, organolépticas, químicas y microbiológicas del agua que se empleara.
 - ✓ Pruebas de calidad para comprobar las condiciones del agua.
 - ✓ Acciones correctoras que se tomarán en caso de fallas.
- i. Uso del agua. Dentro del proceso de elaboración del queso Oaxaca el agua se utiliza en la etapa de refrigeración del producto y por estar en contacto directo con el producto es de suma importancia que se encuentre libre de contaminantes, por lo que se precisa la instalación de un filtro para retirar cualquier contaminante físico, turbiedad y sabor extraño. El agua también será utilizada para las actividades de limpieza y desinfección de las instalaciones y para la higienización del personal.
- ii. Plano de las instalaciones hidráulicas de la empresa. Este plano debe contener la información que detalle la información tal como: fuente de suministro, cuenta del agua (en caso de recibir el agua de la red pública), localización de las tomas de agua, llaves de paso (agua caliente, agua fría) además de señalar la ubicación de las coladeras. Es conveniente que también presente información acerca de los materiales de las tuberías y llaves y los puntos de almacenamiento y distribución con los que cuenta la empresa. A continuación se muestra un ejemplo de un plano de instalaciones hidráulicas.



- iii. Características físicas, químicas, organolépticas y microbiológicas del agua. Como ya se mencionó el agua empleada en la empresa debe cumplir al menos con los requisitos que se marcan para el agua potable (de consumo humano). Dichos requisitos se establecen en la modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de junio del año 2000 a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO- LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN". Los cuales se citan a continuación:

Tabla 9. Características microbiológicas del agua de consumo humano.

Característica	Límites permisibles
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

Tabla 10. Características físicas y organolépticas del agua potable.

Características	Límite permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Tabla 11. Características químicas.

Característica	Límite permisible (mg/l)	Característica	Límite permisible (mg/l)
Aluminio	0,20	Hierro	0,30
Arsénico	0,05	Manganeso	0,15
Bario	0,70	Mercurio	0,001
Cadmio	0,005	Nitratos	10,00
Cianuros	0,07	Nitritos	0,05
Cloro residual libre	0,20 - 1,50	Nitrógeno amoniacal	0,5
Cloruros	250	pH	6,5 - 8,5
Cobre	2,00	Plomo	0,025
Cromo total	0,05	Sodio	200,00
Dureza total	500,00	Sólidos disueltos totales	1000,00
Fenoles	0,03	Sulfatos (como SO ₄ =)	400,00
Fluoruros	1,50	Zinc	5,00

- iv. Pruebas de calidad. Dependiendo de las instalaciones de la empresa se realizarán las siguientes pruebas de calidad del agua por parte del personal del área de calidad o se contratarán los servicios de un laboratorio.
- ✓ Determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Lo más apropiado para una PyME es el uso de pruebas como Colilert® que es muy fácil de utilizar y se trata de una prueba certificada en nuestro país.
 - ✓ Control del cloro. Su determinación se realiza por medio de un Test-Kit de cloro adaptado al método colorimétrico DPD (dietil-parafenil-diamina). El cloro libre reacciona con DPD para formar una solución rosa. Se utiliza una escala de color para determinar el nivel de cloro. El procedimiento es el siguiente.
 - Abrir el grifo, dejar correr el agua unos segundos.
 - Recoger el agua en un recipiente.
 - Utilizar un kit de detección de cloro (D.P.D) siguiendo las instrucciones del fabricante.
 - Anotar en la hoja de control el resultado.
 - ✓ Determinación del pH. Se realiza por parte de un técnico del área de calidad utilizando un medidor de pH; realizar la medición inmediatamente después de tomar la muestra.
- v. La limpieza de los depósitos de agua se realizará de forma semestral o antes en caso de presentarse alguna anomalía, las tuberías y demás instalaciones hidráulicas se revisarán cada año, sin embargo de presentarse alguna fuga o algún otro problema la falla se solucionará a la brevedad posible.
- vi. Acciones correctoras.
En caso de no cumplirse con los parámetros mínimos ya establecidos, se buscará solventar las deficiencias mediante el pre-tratamiento del agua;

por ejemplo los parámetros microbiológicos no se cumplen se deberá tratar el agua con agentes bactericidas que no causen detrimento de su condición de apta para el consumo humano. De igual forma se debe dar parte a la autoridad correspondiente para que las fallas se arreglen de origen; esto aplica para el caso en que las condiciones químicas del agua no sean las adecuadas.

En caso de fugas éstas se solucionarán de inmediato.

II. Plan de limpieza y desinfección.

Las actividades de limpieza y desinfección son un factor muy importante en toda industria alimentaria. Se trata del proceso clave para prevenir la contaminación de los alimentos y por ende asegurar la inocuidad de los mismos.

Especial cuidado se debe tener al seleccionar el método de limpieza a seguir y los compuestos limpiadores ya que de una correcta selección de estos factores y una buena capacitación del personal que realizara las labores depende el éxito y menor costo de la operación.

i. Procedimiento de limpieza y desinfección.

a) Limpieza y desinfección de equipo y utensilios en contacto directo con el alimento.

Dentro de esta sección encontramos utensilios tales como cucharas, palas, liras de cortar, cubetas, mesas de trabajo, cubas de coagulación, por lo general se trata de instrumentos de plástico o acero inoxidable. Para la limpieza manual del equipo ya mencionado se procede de la siguiente forma.

Se realiza un pre-enjuagado con agua templada.

Se utiliza un producto limpiador con pH no mayor de 10 para reducir al mínimo la irritación cutánea en el operador, es conveniente que la solución limpiadora cuente con una temperatura de aproximadamente

45°C. La limpieza se realiza con cepillos o esponjas dependiendo el caso, estos se utilizan humedecidos en la solución limpiadora.

Si existen componentes tales como mangueras o tuberías éstos deben ser limpiados fuera del área de proceso para poder eliminar con mayor eficacia residuos no alimenticios.

Posterior al cepillado se procede al post-enjuagado con agua templada; es importante resaltar que no es deseable que la solución limpiadora se seque antes del post-enjuagado. Una vez enjuagados el equipo y utensilios se dejan secar al aire o se secan con papel o material absorbente que no constituya una fuente de contaminación.

A continuación se presenta la etapa de inspección que garantiza que la limpieza se desarrolló de forma adecuada y el equipo se encuentra en condiciones de volverse a utilizar.

Al final se agrega un producto desinfectante (lo más común un producto clorado) que idealmente destruye cualquier microorganismos residual.

Con la técnica anterior se asegura que el equipo y los utensilios contribuyen en menor grado a la contaminación del queso. Esta limpieza se debe realizar tan pronto como el proceso de producción lo permita, así se evita que la suciedad seque y quede más adherida a las superficies, lo que complica la limpieza y provoca un mayor gasto de recursos (compuestos limpiadores y mano de obra).

b) Limpieza de pisos, paredes y ventanas.

Para estas áreas de la planta se prefiere utilizar compuestos limpiadores que generen espuma, dado el tipo de residuos que se manejan en la industria quesera (depósitos de grasa y proteínas) es conveniente la limpieza con equipos a presión, pero de estar fuera de las posibilidades de la empresa el cepillado puede funcionar; se sigue la misma secuencia que para la limpieza del equipo en contacto con el alimento: pre-enjuague, lavado, pos-enjuague, inspección y desinfección. Esta limpieza se realiza al final del turno de trabajo.

c) Limpieza y desinfección de equipo especial.

Equipo tal como el utilizado por el área de calidad: material de vidrio como vasos de precipitados, termómetros y otro equipo de laboratorio se lava con esponja y jabón y se desinfecta con una solución desinfectante tipo Lysol® u otro que se haya comprobado sea eficaz.

d) Limpieza del exterior de la empresa y áreas aledañas.

Al menos una vez por semana se debe realizar una limpieza exhaustiva del exterior de la planta con el objetivo de mantener libre de basura que pueda obstruir el alcantarillado y ocasionar charcos de agua que son focos de infección y favorecen la presencia de plagas.

Las personas encargadas de llevar a cabo las actividades de limpieza deben estar correctamente capacitadas en las técnicas de limpieza y al igual que el resto del personal deben ser conscientes de su gran responsabilidad sobre la inocuidad alimentaria.

ii. Control.

Se realizará una comprobación visual de las tareas realizadas por parte del encargado del área de calidad. Todas sus observaciones serán recogidas en el registro correspondiente el cual incluirá:

- Personal que realiza la tarea.
- Zona inspeccionada.
- Producto de limpieza. Se anotará el nombre del producto utilizado, escribiendo un SI en caso de seguir las instrucciones del producto respecto a concentraciones, temperaturas de aplicación, tiempos de contacto, entre otros.
- Comprobación. Se realiza una comprobación visual de que las tareas de limpieza y desinfección de las áreas de trabajo, utensilios, almacén y equipos se realiza según el plan establecido.
- Medidas correctoras.

iii. Medidas correctivas.

Si una vez finalizada la inspección visual se encuentran fallas en la limpieza del equipo, materiales y zonas se analizará si la falla se debió a una mala aplicación de la técnica de limpieza; si es así se volverá a limpiar, si por el contrario se sospecha de que la falla sea ocasionada por el compuesto limpiador se analizará la posibilidad de cambiar las condiciones de uso o en última instancia el cambio de compuesto limpiador.

III. Plan de formación y capacitación del personal en seguridad alimentaria.

Como parte de la cultura de prevención es importante la capacitación del personal en materia de seguridad alimentaria. Cuando los empleados son conscientes de que sus acciones pueden repercutir tanto positiva como negativamente sobre la seguridad de los productos que ellos ayudan a elaborar, es más fácil lograr su colaboración para evitar fallas.

Dentro de la capacitación que reciben es importante que se motive al personal esto es hacer de su conocimiento que su participación es vital para obtener productos seguros y de calidad, los cuales serán del agrado del consumidor, lo cual repercutirá en el posicionamiento de la marca en el gusto del público circunstancia que a la larga ayudara a mantener el empleo de los operarios.

- i. Higiene personal. El personal debe presentarse a su área de trabajo correctamente aseado. Un punto importante de la higiene personal es el lavado de manos se debe realizar antes de entrar al área de proceso cada vez que se salga de esta. Un correcto lavado de manos es como se indica a continuación.
- Remangar el uniforme hasta el codo.
 - Enjuagar las manos y el antebrazo hasta el codo.

- Frotar las manos con el jabón hasta que se forme espuma y extenderla de las manos hacia los codos.
 - Cepillar cuidadosamente manos y uñas con un cepillo embebido en solución desinfectante (cloro o yodo). A falta de cepillo el lavado de manos con agua y jabón debe durar al menos 20 segundos, restregando fuertemente manos y uñas.
 - Enjuagar bien al chorro de agua desde manos a codos.
 - Secar las manos con toallas de papel (de calidad microbiológica certificada) o en su defecto con una toalla de tela que debe permanecer lo más limpia posible y debe ser cambiada cuando este muy húmeda. Es preferible evitar los secadores de manos ya que casi siempre requieren más de un ciclo para secar y por lo regular los operarios terminan secándose en la ropa.
 - Desinfectar las manos con una solución apropiada o en su defecto alcohol.
- ii. Hábitos. Una vez que el personal es formado en los temas relacionados a la contaminación alimentaria será consciente de que hábitos como tocarse la cara, escupir, rascar, y acciones como estornudar son potenciales fuentes de contaminación, por lo que procurara evitarlas.
- iii. Vestimenta. El uniforme que el personal utilice se conformara de :
- Una cofia, gorro o red que cubra totalmente el cabello.
 - Pantalón y sudadera de uso exclusivo dentro del área de proceso y vestidores.
 - Un cubrebocas que ayuda a proteger los alimentos de gotas de saliva y secreciones nasales; el cubrebocas debe cambiarse cada 4 horas, por uno nuevo. Los usados se eliminan.
 - Delantal plástico y guantes cuando se requieran.
 - Calzado exclusivo del área de trabajo.

- iv. Obligaciones y prohibiciones de los manipuladores de alimentos.
 - Recibir formación en higiene alimentaria.
 - Cumplir con las normas de higiene.
 - Conocer y cumplir las instrucciones de trabajo establecidas por la empresa.
 - Mantener un grado elevado de aseo personal.
 - Comunicar al responsable acerca de síntomas o padecimiento de una enfermedad de transmisión alimentaria o de infecciones cutáneas.
 - Está prohibido fumar, masticar goma de mascar, comer en el puesto de trabajo, estornudar o toser sobre los alimentos.
 - Se prohíbe llevar puestos artículos personales que puedan entrar en contacto con los alimentos tales como: anillos, pulseras, relojes, cadenas entre otros.

- v. Contenido de los cursos de capacitación.
 - Las buenas prácticas de manufactura y su importancia
 - El alcance y efectos de su producto y de sus acciones
 - La importancia de POE's y POES's y su función.
 - Mayores fuentes de contaminación en cada etapa del proceso y área de trabajo.
 - Enfermedades alimentarias y deterioro de los alimentos, papel de los microorganismos.
 - Importancia de comunicar de las enfermedades, lesiones y heridas al supervisor.
 - Las características normales y anormales del producto en cada etapa del proceso de elaboración (color, olor, textura, integridad del empaque entre otros).
 - La documentación de los procesos, mediciones, medidas correctivas.

vi. Control.

Se llevara a cabo diariamente por el jefe de producción. Semanalmente llenara la hoja de control en la que colocara la fecha, hora y su firma. Ésta hoja contendrá los siguientes campos:

- Nombre de los manipuladores.
- Indumentaria, aseo personal, hábitos, buenas prácticas de manipulación. Colocar un SI cuando se cumplan con las especificaciones señaladas, en caso contrario colocar un NO y especificar el defecto (incidencias) y su solución (medida correctora).
- Incidencias. Se anotarán todas las anteriores más las ausencias, bajas y sus causas, altas así como todas las cuestiones que valga la pena señalar.
- Medidas correctoras.

vii. Medidas correctoras.

En caso de alguna falla el encargado del área de producción propone una medida para corregir el problema, misma que será especificada en este apartado.

IV. Plan de mantenimiento preventivo.

Siguiendo con el concepto de cultura de la prevención se encuentra en el plan de mantenimiento preventivo una excelente herramienta para prevenir y reducir la aparición de averías que comprometan la inocuidad de los alimentos.

El objetivo de este plan es proveer a la empresa de un procedimiento que garantice el correcto funcionamiento de todos los equipos e instalaciones, así como su conservación en las mejores condiciones posibles a lo largo de toda su vida útil.

- i. Programa de mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento de techos, paredes, suelos, desagües, grietas, mosquiteras, puertas y estructura en general. Se realizará por el personal especializado y de ser necesario se contratara personal por honorarios. Se inspeccionara el estado de estructura dos veces por años y se dará el mantenimiento que requiera (pintar, corregir, sustituir o lo que corresponda) de forma anual, o antes en caso de presentarse una contingencia.
 - Mantenimiento de instalaciones eléctricas. Se realizará por electricista subcontratados, se llevaran a cabo cada seis meses acciones tales como reponer, sustituir o reparar cableado y luminarias.
 - Mantenimiento a flota de transporte. Se realizará en un taller especializado, al menos dos veces por año con fin de cumplir las normas ecológicas que existen en nuestro país (verificación vehicular semestral).
 - Mantenimiento de equipos de medición. Termómetros, balanzas y dosificadores; el mantenimiento se realiza cada cuatro meses de acuerdo a las instrucciones del proveedor el cual se realiza por personal capacitado para dichas tareas o en su defecto se contrata un plan de mantenimiento con el proveedor.

- ii. Control.

Por tratarse de operaciones de mantenimiento global el control de estas acciones debe ser supervisado por la dirección general y encargados del área de producción y calidad. En el caso de la flotilla de vehículos de transporte se requiere de la verificación gubernamental (cumplimiento de las normas ambientales para vehículos).

iii. **Medidas correctivas.**

En caso de presentarse anomalías en el funcionamiento de algún equipo o instrumento se debe solicitar su inmediata revisión y reparación, para el caso del fallo en las instalaciones eléctricas o hidráulicas se analizará el posible daño que se haya causado a los productos (por ejemplo el corte de la energía eléctrica puede derivar en el incumplimiento de las condiciones óptimas de almacenamiento lo que puede repercutir en la vida útil del producto) con base en esto se determinara primero el destino de los productos y según la forma de corregir la falla en el menor tiempo posible para evitar continuar con la producción bajo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad para el personal.

V. Plan de control de plagas.

Toda empresa dedicada a la producción de alimentos debe considerar siempre la posible aparición de plagas dentro de sus instalaciones, en especial si se ubica en una zona urbana donde el número de fauna nociva es bastante considerable. Por esta razón y por el peligro que representan como vehículo de enfermedades se debe contar con un programa de control de plagas.

i. **Medidas de prevención.**

- Evitar la acumulación de materiales de desecho en los alrededores de la planta.
- Garantizar una buena hermeticidad, para esto las puertas deben llegar al suelo y chaparlas en la parte inferior; se revisara la existencia de huecos por los que puedan acceder roedores.
- Proteger los desagües con rejillas.
- Realizar una inspección mensual en busca de evidencia (huellas, deyecciones, pelos) de fauna nociva.
- Colocar pantallas protectoras contra insectos en todas las ventanas.

- Colocar una trampa electrificada y focos de luz UV de 257nm para atraer a los insectos hasta la rejilla electrificada.
 - Se colocaran cintas especiales para reptantes (hormigas y cucarachas)
- ii. Programa de control de plagas
 - Se contratará a una empresa certificada para que realice las labores de desinsectación-desratización al menos trimestralmente, reduciendo este periodo de ser necesario. Se debe verificar que los plaguicidas utilizados por la empresa contratada se encuentren en el registro de plaguicidas de la Cofepris (Comisión federal para la protección contra riesgos sanitarios).
- iii. Control.

Se realizará un control interno por parte del jefe de producción de forma quincenal en el cual se inspeccionara el estado de las trampas y cebos y se dará mantenimiento pantallas protectoras, lámparas eléctricas y trampas y cintas para insectos. Dentro del registro correspondiente se escribirá un SI en caso de no observar evidencia de animales indeseables y NO en caso de presentarse cualquier incidencia, las cuales deben ser reportadas.
- iv. Acciones correctivas.

Debido a que el programa de desratización requiere de un largo tiempo para comprobar su eficacia es difícil establecer si está funcionando adecuadamente, una evidencia de mal funcionamiento es el aumento de las evidencias de roedores e insectos en las trampas. Si esto ocurre se analizara la conveniencia de cambiar de agente raticida o insecticida además de investigarse la causa del aumento de fauna nociva, en base a los resultados de dicha investigación se tomarán las medidas necesarias.

VI. Plan de control de residuos.

Tiene por objeto asegurar que los productos animales y de otro origen no destinado al consumo humano sean tratados, almacenados y eliminados higiénicamente mediante procedimientos que garanticen que no constituyan una fuente de contaminación directa o indirecta y que aquellos residuos que así lo exija la legislación son retirados y eliminados por empresas autorizadas.

Las normas que la empresa sigue se presentan a continuación:

- Utilización de cubos de pedal, para evitar el contacto manual al abrirlos y cerrarlos.
 - Utilizar depósitos de cierre hermético.
 - Disposición de la basura en bolsas plásticas.
 - Los residuos se eliminarán al menos una vez al día.
 - Limpieza y desinfección de los depósitos de basura diariamente.
 - Los depósitos de basura se encontrarán lo más alejados posibles del área de producción y almacén de materias primas.
- i. Programa de gestión de residuos.
- La empresa genera tanto residuos sólidos como líquidos, principalmente los segundos. Los residuos sólidos lo constituyen materiales tales como bolsas y envases plásticos, papel y cartón.
 - Los residuos líquidos están constituidos por suero de leche el cual es una mezcla de agua, proteínas, lactosa y otros compuestos minerales.
 - Los responsables del tratamiento de los residuos sólidos serán el sistema de limpia de la comunidad o en su defecto una empresa privada del ramo.
 - El suero lácteo no se trata propiamente de un residuo, debido a la alta cantidad de nutrientes que presenta lo más conveniente es comercializarse como un subproducto, el cual puede utilizarse para la alimentación animal, para la elaboración de requesón o puede ser vendido a una empresa que lo aproveche para la

obtención de lactosa y proteínas del suero. Debe evitarse a toda costa el desecharlo directamente al drenaje debido a que se trata de un residuo con una alta demanda de oxígeno, por lo cual constituye un contaminante grave del agua. Debe buscarse la implementación de una central de tratamiento esto puede ser dentro de la planta o si esta se encuentra en una zona industrial dedicada a la producción de queso debe procurarse el establecimiento de una planta que trate el lactosuero generado por todas las empresas.

- Los residuos orgánicos deben ser recogidos al menos una vez al día casi al término de la jornada laboral de tal manera que las instalaciones queden libres de desechos. El retiro de los residuos se debe realizar como parte de las labores de limpieza.
- Para el caso del suero debe procurarse su recogida al menos cada tercer día.

ii. **Control.**

La inspección de este programa debe ser realizada diariamente por el encargado del área de calidad y llenarse el registro correspondiente.

iii. **Acciones correctivas.**

En caso de una incorrecta disposición de los desechos se debe llamar la atención al personal encargado y si la falla es por parte de una empresa contratada esta recibirá una amonestación o multa, la cual se acordó previamente en el contrato que se debió firmar.

VII. Plan de control de la trazabilidad.

Se realiza con la finalidad de llevar un control de las materias primas que entran a la planta así como también de los productos que salen de la misma, esto con el propósito de lograr la localización del producto en caso de alguna falla que pueda afectar a los consumidores y de llevar un

control adecuado de las materias primas que ingresan a la planta en caso de presentarse alguna incidencia.

Dentro de este plan también debe incluirse el procedimiento de recuperación de productos, esto es para el caso en que alguna anomalía fue detectada o denunciada por el consumidor cuando el producto ya se encontraba en anaqueles. Dependiendo la gravedad de la situación se decide retirar parte del lote o todo el producto.

Se requiere establecer un código de identificación tanto de las materias primas como de los productos terminados, por ejemplo para el caso de las materias primas se puede establecer un código con la sistemática siguiente:

- Las dos primeras cifras corresponden a la semana en curso, a continuación una letra que especifique el día de la semana en que salió de la fábrica, siendo L= lunes, M= martes, X= miércoles, J= jueves y V= viernes. Los dos siguientes números indican el productor y los últimos tres dígitos corresponden al procesado que recibirá.
- Para el producto terminado también se requiere especificar la semana de fabricación, el día y después la hora de fabricación.
- El control de esta actividad lo realiza el encargado del área de calidad al momento de recibir y muestrear las materias primas, en el caso del producto terminado se requiere de una doble revisión por parte del encargado del área de producción y por el encargado de calidad, de esta forma se garantiza que el producto se encuentra correctamente etiquetado.
- Las acciones correctivas que se necesite implementar dependerán del sistema de etiquetado que se maneje.

5.2 Plan HACCP para el proceso de elaboración del queso Oaxaca.

Una vez establecidos los programas prerrequisitos la empresa productora de alimentos está un paso adelante para llevar a cabo la implementación de un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos como por ejemplo el sistema ISO 22000:2005, pero antes por supuesto debe implementar el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control el cual, como ya se mencionó, está reconocido internacionalmente como el método más efectivo para reducir el riesgo de daños al consumidor a través de los alimentos.

La segunda etapa de la propuesta es la implementación del sistema HACCP, lo cual se realizará como sigue:

2.1 Capacitando al personal sobre HACCP, en lo que a teoría respecta.

2.2 Formando los equipos de HACCP. De preferencia debe ser un grupo pequeño con los conocimientos necesarios en la materia.

2.3 Realizando la descripción del producto. La cual debe incluir aspectos como composición, estructura y características físico-químicas, tratamientos sufridos, envasado y embalaje, vida de anaquel, instrucciones de uso entre otros.

2.4 Describiendo el procedimiento de fabricación y realizando el diagrama de flujo. El equipo HACCP debe diseñar un diagrama de flujo que contemple desde las materias primas hasta el posible uso por parte de los consumidores finales. Además cada etapa debe contener los datos técnicos necesarios para realizar un adecuado análisis de riesgos.

2.5 Verificación «*in situ*» del diagrama de flujo. Con el fin de comparar el diagrama con lo que realmente ocurre durante el proceso y si existen diferencias modificar el diagrama para que describa fielmente todo el proceso.

Será producto final de esta etapa, el manual de HACCP para cada empresa específica. A continuación se presenta un ejemplo del manual HACCP genérico para una pequeña empresa elaboradora de queso Oaxaca.

Plan HACCP para el proceso de elaboración de queso Oaxaca.

El plan HACCP es un documento escrito que se basa en los principios HACCP en donde se describen los procedimientos a seguir para asegurar el control del proceso. El plan debe proporcionar la siguiente información. (Mortimore & Wallace, 2004)

- Nombre de la empresa, productos que fabrica, localización.
- Nombres y puesto de los integrantes del equipo HACCP.
- Definición de los términos que el plan HACCP maneja.
- Descripción detallada del producto.
- Diagrama de flujo del proceso.
- Análisis de peligros e identificación de PCC.
- Tablas de control.
- Procedimientos de implantación y mantenimiento del plan HACCP.

De igual forma se debe llevar una serie de registros que contengan la información relacionada a las medidas de vigilancia y acciones correctoras que se lleven a cabo.

Los registros deben contener como mínimo la siguiente información.
(Generalitat de Catalunya, 2002)

- Datos del establecimiento.
- Actividad, objeto o parámetro de registro.
- Fecha y hora de realización de la actividad de comprobación.
- Resultado de la ejecución de la actividad de comprobación.
- Descripción de la incidencia, si procede.
- Identificación del responsable (nombre, firma y cargo) de hacer las comprobaciones.
- Actividades correctoras en caso de detectar incidencias y fecha y hora, si procede, de realización.
- Identificación del responsable (nombre, firma y cargo) de las acciones correctoras.

Debido a que no contamos con la información que los primeros dos puntos solicitan se presenta a continuación la descripción del producto. Sin embargo como se ha venido mencionando el objetivo de este plan HACCP es que pueda ser implementado en empresas pequeñas y medianas; las cuales muchas veces no cuentan con personal lo suficientemente calificado como para participar de un equipo HACCP por lo que en este documento se intenta aportar toda la información necesaria para que su aplicación pueda ser realizada por todo el personal de la empresa sin importar su puesto y preparación. Por razones obvias en este caso la responsabilidad de la gerencia frente a la puesta en marcha del sistema HACCP es aún mayor que en los establecimientos que cuentan con personal con la formación técnica y profesional adecuada.

- i. Descripción del producto: el queso Oaxaca es un queso fresco de color blanco en forma de bola, en una presentación para su venta a granel que va de los 3 a 4 kilogramos. Sus principales características son la

capacidad de formar hebra y fundición. Su consumo se puede realizar en frío o calentando.

Empaque: es empacado en bolsas de polietileno de baja densidad, las cuales se ajustan de la mejor forma posible al queso y pueden sellarse con calor o bien con una liga plástica.

Vida de anaquel: almacenado a la temperatura de refrigeración (<4°C) el producto se mantiene en óptimas condiciones para ser vendido durante 2 semanas.

Condiciones de almacenamiento: mantener la cadena de frío a temperaturas de refrigeración (<4°C).

Uso: El producto está orientado hacia el público en general, ya sea en el ámbito doméstico o institucional. No está específicamente procesado para ser consumido por poblaciones de alto riesgo (niños, ancianos, sistema inmunológico comprometido).

Materias primas: Leche, cloruro de calcio, cloruro de sodio.

Características del producto terminado:

- 21.5% mínimo de proteínas.
- 20% mínimo de grasa butírica.
- 51% de humedad.

Procesos claves: Acidificación de la leche, coagulación de la leche, malaxado de la cuajada.

Principales peligros a tener en cuenta:

- Calidad de la leche al momento de la recepción.

- Correcto manejo de la leche dentro del área de producción, especialmente durante el periodo de acidificación para evitar la contaminación del producto.
- Una vez envasado el producto, mantener en todo momento la cadena de frío.

Principales medidas de control:

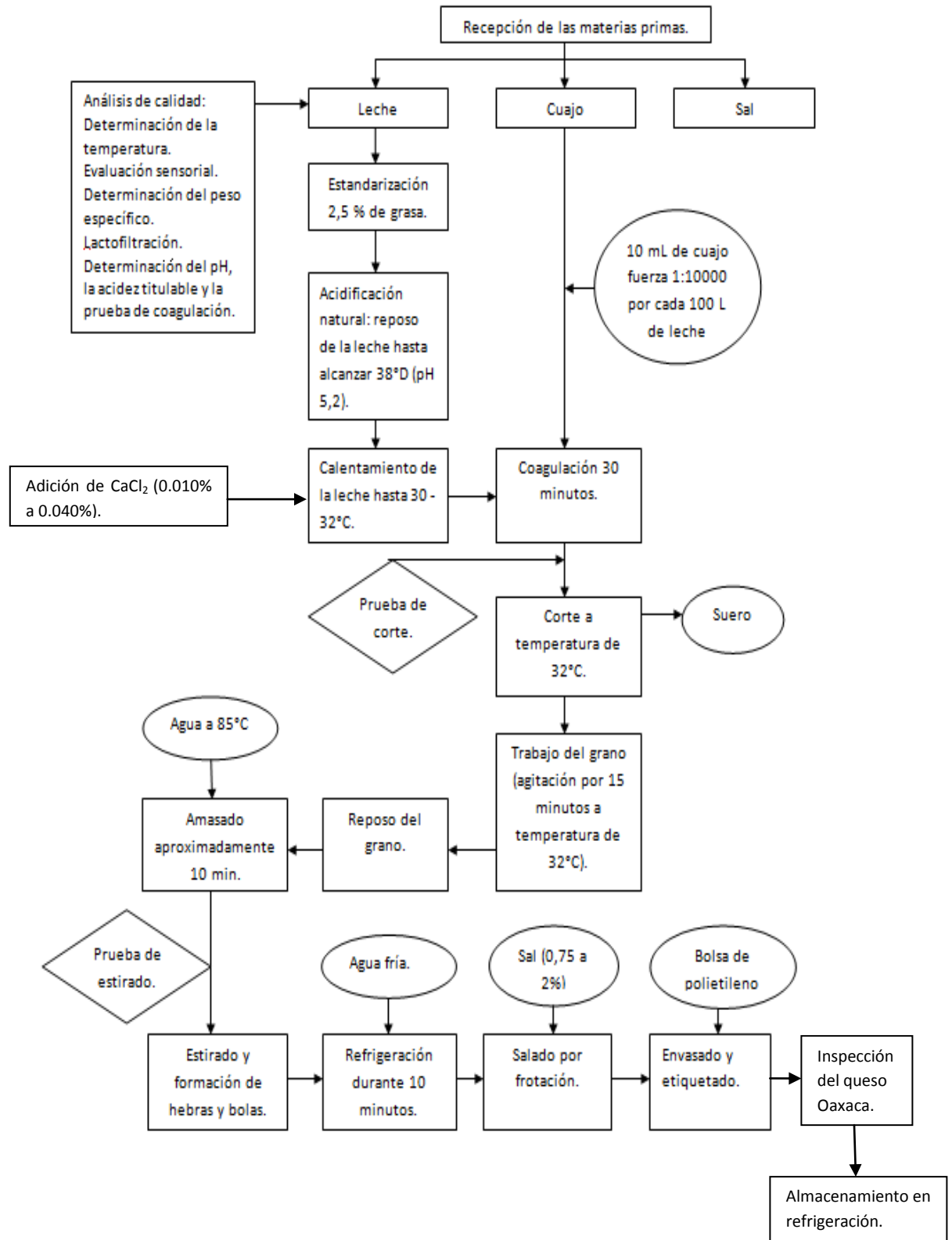
- Control de proveedores y certificados de materias primas.
 - Control de temperaturas.
- ii. En el análisis de peligros se deben identificar los puntos críticos de control para lo cual deben plantearse las siguientes preguntas:

P1_a ¿Existen medidas de control? P1_b ¿Es preciso el control para la seguridad del producto en esta etapa?

P2 ¿Ha sido diseñada esta etapa específicamente para eliminar o reducir la probabilidad del peligro hasta un nivel aceptable?

P3 ¿Puede tener lugar una contaminación con el peligro identificado que supere el nivel aceptable o pueden aumentar los peligros hasta niveles inaceptable?

P4 ¿Eliminara alguna etapa posterior los peligros identificados o reducirá su probabilidad hasta un nivel aceptable?



iii. Diagrama de flujo del proceso.

iv. Análisis de peligros e identificación de puntos críticos de control.

Materia prima	Peligro	Medida de control	¿Peligro significativo?	P1¹	P2	P3	P4	PCC	Justificación
Leche	Microorganismos indicadores y patógenos. Residuos de antibióticos. Residuos de insecticidas y herbicidas	Proveedor certificado, especificaciones acordadas. Realización de las pruebas de plataforma.	Si	Si	Si			1	Se trata de la materia prima más importante, de su calidad e inocuidad depende la inocuidad y calidad del producto terminado.
NaCl	Contaminantes físicos.	Proveedor certificado.	No					No	Se audita al proveedor y se hace inspección visual.
CaCl ₂	Contaminantes físicos.	Proveedor certificado.	No					No	Se audita al proveedor y se hace inspección visual.
Cuajo animal líquido.	Microorganismos	Proveedor certificado.	No					No	El producto se utiliza antes del proceso térmico.
Etapa del proceso	Peligro	Medida de control	¿Peligro significativo?	P1¹	P2	P3	P4	PCC	Justificación
Recepción de las materias primas	Microbiológicos Físicos Químicos	Se realizan las pruebas de plataforma además de las auditorías al proveedor.	Si	Si	Si			1	La calidad e inocuidad de los productos depende de la materia prima.
Recepción de las materias primas	Microbiológicos Físicos Químicos	Se realizan las pruebas de plataforma además de las auditorías al proveedor.	Si	Si	Si			1	La calidad e inocuidad de los productos depende de la materia prima.

Etapa del proceso	Peligro	Medida de control	¿Peligro significativo?	P1¹	P2	P3	P4	PCC	Justificación
Recepción de las materias primas	Microbiológicos Físicos Químicos	Se realizan las pruebas de plataforma además de las auditorías al proveedor.	Si	Si	Si			1	La calidad e inocuidad de los productos depende de la materia prima.
Estandarización	Microbiológico	Se evita la contaminación cruzada con las medidas de higiene.	No	No	No			No	Se cumple con las medidas de higiene y manejo de alimentos.
Acidificación natural	Microbiológico	BPM	Si	No	No			No	Se cumple con las medidas de higiene y manejo de alimentos.
Coagulación de la leche	Microbiológico	BPM	Si	No	No			No	Se cumple con las medidas de higiene y manejo de alimentos.
Corte y desuerado	Microbiológico Físicos	BPM	Si	No	No			No	Se cumple con las medidas de higiene y manejo de alimentos.
Malaxado	Microbiológico Físico Químico	Inspección de la calidad del agua además de seguirse las medidas de higiene.	No	No	Si			2	El agua entra en contacto directo con el producto por lo que debe ser de la mejor calidad.
Refrigeración	Microbiológico Físico Químico	Inspección de la calidad del agua.	Si	Si	No	Si	Si	No	El agua en contacto con el producto debe ser de la mejor calidad.

Etapa del proceso	Peligro	Medida de control	¿Peligro significativo?	P1¹	P2	P3	P4	PCC	Justificación
Salado	Físico	Inspección visual.	No					No	Se audita al proveedor.
Enredado de la hebra	Microbiológico	Las medidas de higiene y manejo de alimentos.	No	No				No	Se cumple con las medidas de higiene y manejo de alimentos.
Envasado y etiquetado	Microbiológico	Las medidas de higiene y manejo de alimentos.	Si	Si	No	Si	Si	No	Se cumple con las medidas de higiene y manejo de alimentos.
Inspección del producto final	Microbiológico	Capacitación del personal.	Si	No	No	Si	Si	No	Asegurar la inocuidad y calidad del producto.
Almacenamiento en refrigeración	Microbiológico	Inspección del equipo de refrigeración.	Si	No	Si			3	Conservación de las condiciones óptimas al producto.

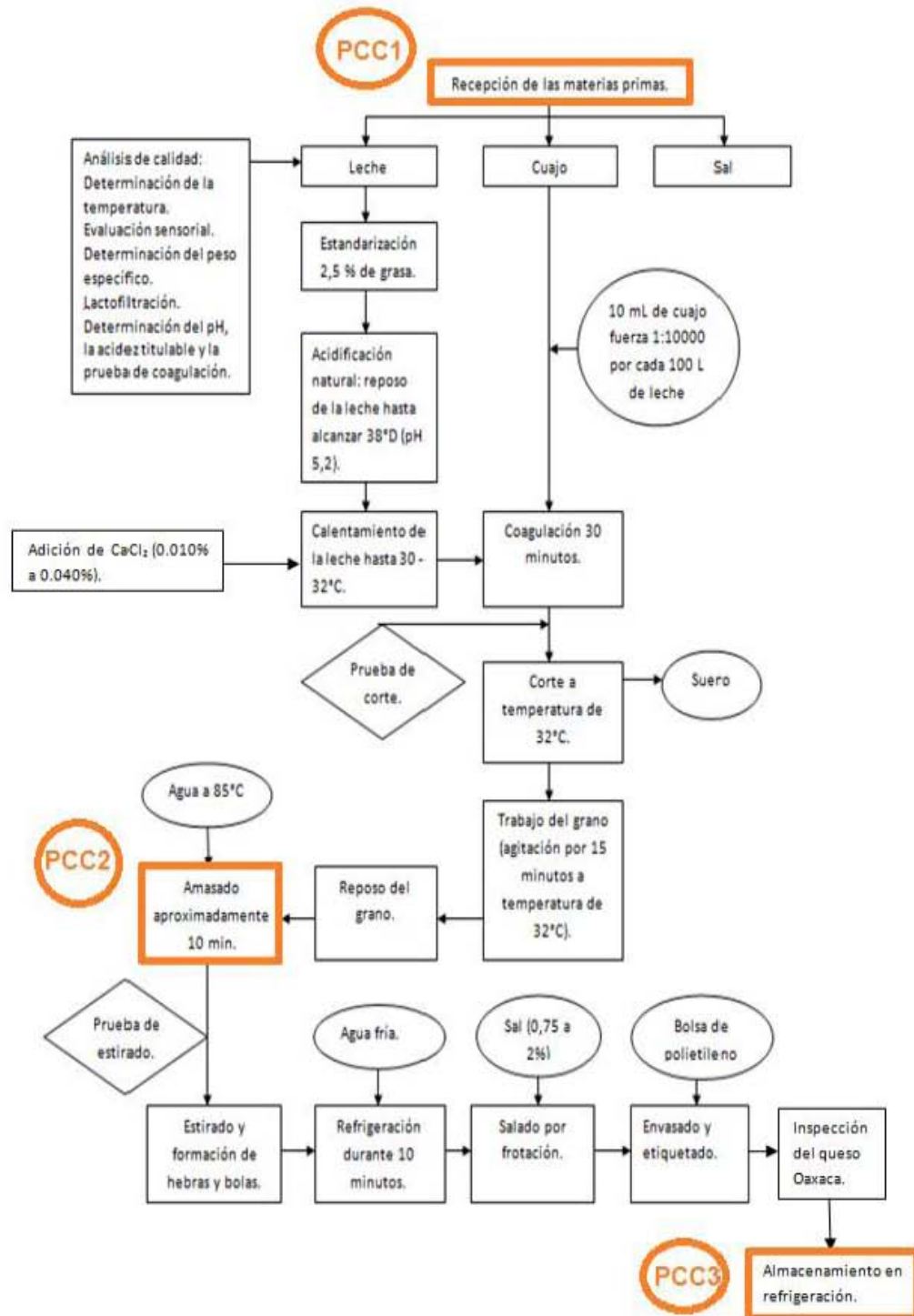
v. Tablas de control.

Materia prima / Etapa del proceso	PCC No.	Peligro a controlar	Medida de control	Límite crítico	Vigilancia			Acción correctora	
					Procedimiento	Frecuencia	Responsable	Procedimiento	Responsable
Leche / Recepción	1	Q: por ejemplo: pesticidas, antibióticos y toxinas.	Proveedor aprobado.	Comprar sólo a proveedor aprobado.	Corroborar los datos del proveedor. Auditoria al proveedor.	Cada envío. Al menos una anual.	Encargado de almacén y jefe de calidad.	No aceptar la materia prima.	Jefe de calidad.

Materia prima / Etapa del proceso	PCC No.	Peligro a controlar	Medida de control	Límite crítico	Vigilancia			Acción correctora	
					Procedimiento	Frecuencia	Responsable	Procedimiento	Responsable
Malaxado	2	M: de la materia prima. F y Q: del agua utilizada en el proceso.	Inspección de la calidad del agua. Temp. de 85°C.	Límites que la legislación indica. ¹ Temp. Mínima de 75°C.	Consultar los resultados que el laboratorio envíe. Medir la temperatura del agua.	Cada seis meses. Para cada lote de producción	Jefe de calidad Operario de producción.	Realizar limpieza del sistema hidráulico, medidas de potabilización de agua. Recalentar el agua y revisar sistema de calefacción del agua.	Jefe de mantenim. y jefe de producción
Almacenamiento en refrigeración	3	M	Inspección del equipo de refrigeración.	Temp. entre -1°C y 7°C.	Control continuo de la temperatura.	Diario.	Encargado de almacén.	Retirar producto con indicios de contaminación.	Encargado de almacén.

¹ Mencionados en el plan de manejo de agua del manual de programas prerrequisitos págs. 95 y 96.

vi. Diagrama de flujo con los puntos críticos de control.



vii. Procedimientos de implantación y mantenimiento del plan HACCP.

Antes de proseguir a la implementación del plan HACCP la dirección de la empresa debe garantizar que se cuenta con todo el equipo y el personal capacitado para que las medidas de control puedan llevarse a cabo correctamente.

También debe realizarse una auditoría interna para que se conozca el estado en el que se encuentra la empresa (al implementar primero los programas prerequisites, se está en condiciones óptimas para comenzar la implementación del sistema HACCP).

El mantenimiento incluye:

- Reuniones del equipo HACCP para revisar las actividades de verificación, acciones correctoras, quejas de los consumidores y resultados tanto de las auditorías internas como externas.
- Auditorías internas de verificación semestral.
- Auditoría externa de verificación anual por un tercero.
- Revalidación del plan HACCP anualmente, con la finalidad de que se mantenga actualizado.
- Plan de formación anual de todos los colaboradores de la empresa en el sistema HACCP.

6. Conclusiones.

Se lograron los objetivos planteados para este trabajo, puesto que se logró establecer las bases para la implementación de un sistema de gestión de inocuidad dentro de una PyME productora de queso Oaxaca.

La obtención de un producto seguro para el consumo será el efecto tangible de que las recomendaciones aquí señaladas fueron seguidas, y fueron efectivas, pero más allá de eso, será la muestra clara de que la empresa fue capaz de adoptar la cultura de la prevención dentro de su visión empresarial. Y lo más importante, que la dirección y cada uno de los colaboradores tomaron conciencia de su responsabilidad respecto a la seguridad alimentaria de sus consumidores y de la población.

Después de aplicar correctamente estas herramientas, la empresa debería estar preparada con los principales requisitos: planificación y realización de productos inocuos, que requiere la certificación ISO 22000:2005. Una auditoría externa podrá ubicar en qué fase se encuentran e indicarles el camino que falta por recorrer para obtener dicha certificación, que ciertamente no será mucho.

Este trabajo puede ser una herramienta accesible de forma gratuita para las empresas que no puedan contratar una asesoría, y que deseen iniciar al menos, con las bases del sistema de gestión de inocuidad, al plantearse el reto de implementar éste.

Recordemos que los beneficios de implementar un sistema de este tipo van más allá del cumplimiento de una ley, ya que la norma NMX-F-CC-22000-NORMEX-IMNC-2007 no es de carácter obligatorio en nuestro país, al aspirar a obtener esta certificación las PyMES apuntan a aumentar su presencia en el mercado y sus mercados (posibilidad de exportar) ayudando así al desarrollo económico de México.

Por último cabe señalar que los ejemplos de los dos manuales presentados en este trabajo son muestra de que en todo momento se ha dado el máximo valor al

compromiso con el proyecto, al ir más allá de sólo indicar los pasos a seguir, y enfatizar la aplicación de los conocimientos adquiridos durante mi formación, para la elaboración de este ambicioso, pero muy aplicativo y útil proyecto, para la realidad nacional, como lo son dichos manuales.

Ahora sólo resta esperar su aplicación en las empresas y que dentro de dichas organizaciones se entienda el trasfondo de la cultura de prevención, la cual implica un trabajo constante, es decir que no basta sólo aplicar los conceptos aquí tratados y olvidarse del asunto, sino por el contrario, este aprendizaje debe convertirse en una actitud profesional y en un impulsor de la mejora continua.

7. Bibliografía.

Acosta, A. (2006). *Agrocadenas de Valor y Alianzas productivas: "Herramienta de Apoyo a la Agricultura Familiar en el Contexto de la Globalización"*. Italia: FAO.

Adams, M. & Moss, M. (2008). *Food Microbiology*. Londres: Royal Society of Chemistry.

Alais, C. (1985). *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera*. Barcelona: Reverté.

Arroyo, G., Chauvet, M., Escudero, G., Flores, M. & Lagos, F. (1989). *La pérdida de la autosuficiencia alimentaria y el auge de la ganadería en México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y Editorial Plaza y Valdés.

Avedaño, B., Schwentesius, R. & Lugo, S. (2007). La inocuidad alimentaria en la exportación de hortalizas mexicanas a Estados Unidos. *Comercio Exterior* , 57 (1), 6-18.

Centro de Calidad para el desarrollo Rural, SAGARPA. (12 de Junio de 2008). *Holstein, la raza del futuro*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de <http://www.cecader.gob.mx/boletin/b46/resenas/resena2.htm>

Cervantes, F., Villegas, A., Cesín , A. & Espinoza, A. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos. Patrimonio cultural que debe rescatarse*. México: Grupo Mundi-Prensa.

Chapman, H. & Sharpe, E. (1987). Microbiología del queso. En R. Robinson, *Microbiología lactológica Volumen II Microbiología de los productos lácteos* (págs. 147-148). Zaragoza: Acribia S.A.

Codex Alimentarius. (2003). *Principios Generales de Higiene de los alimentos*. Roma: Codex Alimentarius.

Dávalos, J. (1997). Consideraciones acerca de los sistema tecnológicos de producción de leche en México. En L. García , M. Del Valle & A. Álvarez , *Los sistemas nacionales lecheros de México, Estados Unidos y Canadá y sus interrelaciones. Un enfoque económico*. (págs. 189-202). México: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

De Rafael, M. (19 de Marzo de 2012). *Quality trends*. Recuperado el 24 de Marzo de 2013, de <http://qualitytrends.squalitas.com/index.php/noticias/item/160-iso-ts-22002-12009-reemplaza-pas-2202008>

Díaz, A. & Uría, R. (12 de Febrero de 2009). *Indian Institute of Corporate Affairs*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5294E/A5294E.PDF>

Dilanjan, S. (1984). *Fundamentos de la elaboración del queso*. Zaragoza: Acribia S.A.

El Universal. (22 de Agosto de 2009). *Vida El Universal*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013, de Columnas: <http://www.eluniversal.com.mx/columnas/79670.html>

Encyclopædia Britannica. (2013). *Jersey*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de <http://global.britannica.com/EBchecked/topic/302794/Jersey>

Énfasis Alimentación. (22 de Marzo de 2011). *Énfasis . Alimentación*. Recuperado el 28 de Marzo de 2013, de <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/18934-iso-22002-un-programa-prerrequisitos->

Énfasis Alimentación. (06 de Enero de 2012). *Énfasis Alimentación*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013, de La industria de alimentos en México: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/63590-la-industria-alimentos-mexico>

Espinosa, E. (2009). La competitividad del sistema agroalimentario localizado productor de quesos tradicionales. *Tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de México* . Toluca, Estado de México, México.

FAO. (Noviembre de 2011). *Anuario Estadístico de la FAO 2010*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de http://www.sgp.gov.ar/contenidos/ag/paginas/opp/docs/2011/01_OPP_2011_COMERCIO_DE_ALIMENTOS.pdf

FAO. (01 de Febrero de 2001). *Código internacional recomendado revisado de practicas-principios generales de higiene de los alimentos*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/w6419s/w6419s03.htm>

FAO. (01 de Febrero de 2002). *El codex y el comercio internacional de los alimentos*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/008/y7867s/y7867s08.htm>

FAO. (19 de Enero de 2010). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Recuperado el 21 de Marzo de 2013, de La agroindustria y el desarrollo económico: <http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s12.htm>

FAO. (01 de Febrero de 2002). *La inocuidad alimentaria, realidad y reto mundial*. Recuperado el 25 de Marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/003/y0600m/y0600m02.htm>

FAO. (21 de Abril de 2012). *Manual I. Buenas prácticas de ordeño*. Recuperado el 13 de noviembre de 2013, de http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/1/13346882217260/fao_manual1_lacteos_rip.pdf

FAO. (31 de Mayo de 1996). *Proyecto de norma revisada para el queso*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/w2198s/W2198S08.htm>

FAO. (19 de Enero de 2010). *Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y Directrices para su Aplicación*. Recuperado el 21 de Marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s03.htm>

FAO *Understanding the Codex Alimentarius El Codex y el comercio internacional de alimentos*

FDA. (05 de Julio de 2013). *Hazard Analysis & Critical Control Points (HACCP)*. Recuperado el 09 de Septiembre de 2013, de <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/HACCP/default.htm>

FDA. (24 de Junio de 2013). *U.S Food and Drug Administration*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2013, de Antecedentes sobre la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA) de la FDA: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FSMA/ucm242859.htm>

FDA. (1996). *U.S. FDA Regulations*. Recuperado el 25 de Marzo de 2013, de <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/FDA.pdf>

Fernández, M. (01 de Febrero de 2001). *Proconsumer*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013, de Alimentación ETA (Enfermedades Transmitidas por los Alimentos): http://www.proconsumer.org.ar/alimentacion/ALIMENTACION_ETA.htm

Forsythe, S. (2003). *Alimentos seguros: Microbiología*. España: Acribia S.A.

Forsythe, S. & Hayes, P. (2002). *Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP*. España: Acribia S.A.

García Fajardo, I. (2008). *Alimentos Seguros: Guía básica sobre seguridad alimentaria*. . España: Diaz de Santos.

García, L. (1996). *Las importaciones mexicanas de leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-U.S Dairy Export Council.

García, L., Aguilar, A., Luévano, A. & Cabral, A. (2005). *La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera*. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Generalitat de Catalunya. (07 de Enero de 2002). *Guía para el diseño y la aplicación de planes de prerrequisitos*. Recuperado el 15 de Junio de 2013, de http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1312/dn1312/pub_prerrequisitos.pdf

ICMSF. (2001). *Microorganismos de los alimentos 6. Ecología microbiana de los productos alimentarios*. Zaragoza: Editorial Acribia.

Jay, J., Loessner, M. & Golden, D. (2006). *Modern Food Microbiology* (Septima ed.). USA: Ed. Springer.

Keating, P. & Rodríguez, H. (2007). *Introducción a la lactología* (Segunda edición ed.). México: LIMUSA Noriega Editores.

Ley General de Salud. Última Reforma DOF-24--04-2013. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

Luquet, F. (1991). *La leche. De la mama a la lechería*. Zaragoza: Acribia S.A.

Madrid, A. (1999). *Tecnología Quesera*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Mahaut, M., Jeantet, R. & Brúle, G. (2003). *Introducción a la tecnología quesera*. Zaragoza: Acribia S.A.

Marriot, N. (2003). *Principios de higiene alimentaria*. Zaragoza: Acribia S.A.

Martínez, E. & Salas, H. (2002). *Globalización e integración regional en la producción y desarrollo tecnológico de la lechería mexicana*. México: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.

Mellado, M. (2012). *Producción de leche en zonas templadas y tropicales: selección de vacas, alimentación y ordeña mecánica*. México: Trillas.

Meyer, M. (2007). *Manuales para educación agropecuaria: elaboración de productos lácteos*. (Tercera ed.). México: Trillas: SEP.

Montville, T. & Matthews, K. (2009). *Microbiología de los Alimentos. Introducción*. ZARAGOZA: Acribia S.A.

Mortimore, S. & Wallace, C. (2004). *HACCP*. Zaragoza: Acribia S.A.

Norma Mexicana NMX-F-026-1997. Leche. Denominación. Especificaciones comerciales y métodos de prueba.

Norma Mexicana NMX-F-CC-22000-NORMEX-IMNC-2007 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos-Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria

Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

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 Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Organización Mundial de la Salud. (15 de Octubre de 2009). *10 datos sobre la inocuidad de los alimentos*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de http://www.who.int/features/factfiles/food_safety/facts/es/index.html

Pascual, M. (2005). *Enfermedades de origen alimentario*. España: Diaz de Santos.

Piña & Sanchez. (2004). Perfil Competitivo del Circuito Hortícola en la Parroquia Independencia del Municipio Federación del Estado Falcón. Venezuela: Agroalimentaria.

Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-F-733-COFOCALEC-2012 Sistema Producto leche – Alimentos – Lácteos – Queso Oaxaca – Denominación, Especificaciones y Métodos de prueba

Queseros Artesanales Organizados. (08 de Mayo de 2011). *LA NOM 243-SSA1-2010: UNA NORMA LESIVA PARA LA QUESERÍA MEXICANA ARTESANAL (ARGUMENTOS PARA SU MODIFICACIÓN O DEROGACIÓN)*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de <http://xa.yimg.com/kq/groups/23354263/1046058785/name/lacteosmex.pdf>

Quintela , A. & Paroli , C. (05 de Abril de 2013). *Guía practica para la aplicación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de http://www.montevideo.gub.uy/tramites/sites/montevideo.gub.uy.tramites/files/tramites/poes1_05apr2013_cierre_11.pdf

Requier-Desjardins, D., Salas, I. & François, B. (Junio de 2006). *Agroalimentaria*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013, de Agroindustria rural y liberalización comercial agrícola: El rol de los sistemas agroalimentarios localizados: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-03542006000100003&script=sci_arttext

Ridgway, J. (2000). *Queso. Manual para sibaritas*. Pekin: Evergreen.

SAGARPA . (09 de Septiembre de 2007). *Elaboración de quesos tipo panela y oaxaca*. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20quesos.pdf>

Scharff. (3 de Marzo de 2010). *Produce Safety Project*. Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de <http://publichealth.lacounty.gov/eh/docs/ReportPublication/HlthRelatedCostsFromFoodbornenessUS.pdf>

Schlimme, E. & Buchheim, W. (2002). *La leche y sus componentes. Propiedades físicas y químicas*. Zaragoza: Acribia S.A.

Scott, R. (1991). *Fabricación de queso*. Zaragoza: Acribia S.A.

Secretaría de Economía. (15 de Marzo de 2012). *Economía*. Recuperado el 21 de Marzo de 2013, de Análisis del Sector Lácteo : http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf

Secretaría de Economía. (08 de Septiembre de 2013). *Subsecretaría de Comercio exterior*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2013, de Balanza comercial de México año previo de entrada en vigor de los TLCs .vs. 2012: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/comercio_exterior/informacion_estadistica/agropecuario_2012.pdf

Serra, J. & Fernández, I. (2010). *Calidad y seguridad en el sector agroalimentario*. España: Editorial Universitat Politècnica de València.

Tanyeri-Abur, A. & Parr, C. (1997). La demanda de productos lácteos en México. En L. García , M. Del Valle, & A. Álvarez, *Los sistemas nacionales lecheros de México, Estados Unidos y Canadá y sus interrelaciones. Un enfoque socioeconómico*. (págs. 361-365). México: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

Universidad del Zulia. (03 de Agosto de 2003). *Revista virtualpro*. Recuperado el 08 de Abril de 2013, de http://www.revistavirtualpro.com/files/ti20_200512.pdf

Veisseyre, R. & Barroso, J. (1988). *Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche* (Segunda ed.). Zaragoza: Acribia S.A.

Vera, F. M. (26 de Julio de 2009). *Ganado pardo alpino*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de <http://fundomatadevera.blogspot.mx/2007/09/ganado-pardo-alpino-braunvich-con-buzer.html>

Walstra, P. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Zaragoza: Acribia S.A.

8. Anexo 1.

Las **buenas prácticas de ordeño** son un conjunto de actividades que se realizan antes, durante y después del ordeño; las cuales garantizan la obtención de un producto seguro para el consumo humano y con las características necesarias para el posterior procesado en queserías o empresas de otros derivados lácteos.

Las buenas prácticas **antes** del ordeño incluyen:

1. Limpieza del local de ordeño. Se deben de limpiar todos los días con agua y detergente el área donde se realiza el ordeño.
2. Arreado de la vaca. La forma de tratar al animal debe de ser tal que le permita a esta permanecer tranquila y por ende se favorezca la salida de leche.
3. Horario fijo de ordeño. Con esto se acostumbra a la vaca a una rutina y la acción de ordeñar se facilita.
4. Amarrado de la vaca. Se deben atar las patas y cola de la vaca con la finalidad de evitar accidentes tales como una patada del animal hacia el ordeñador o hacia la cubeta de ordeño.
5. Preparación y lavado de los utensilios de ordeño. Los utensilios tales como cubetas y mantas se deben de lavar muy bien antes del ordeño; se supervisara su estado de higiene antes de comenzar la operación.

Buenas prácticas **durante** el ordeño:

1. Uso de ropa adecuada para ordeñar (delantal y cofia), la cual de preferencia debe ser color blanco para que sea más fácil evaluar su limpieza. Dichas prendas deben utilizarse exclusivamente para la ordeña.
2. Lavado de pezones se debe de realizar con agua tibia justo antes de iniciar el ordeño. No debe lavarse la ubre ya que es complicado el secarla y el agua que escurra puede ser una fuente de contaminación.
3. El secado de los pezones debe realizarse con una toalla, asegurándose de remover toda el agua.

4. El ordeño debe de realizarse de manera suave con todos los dedos de la mano y sin exceder un tiempo de ordeño de 7 minutos, con el fin de evitar la retención natural de la leche que puede derivar en casos de mastitis.
5. Sellado de pezones, se trata de una acción que debe realizarse al terminar el ordeño cuando posteriormente el becerro no mamara; la finalidad de la operación es sellar el conducto del pezón para prevenir la entrada de microorganismos. El sellado puede realizarse con una solución yodada de 2:1 partes de agua por partes de tintura de yodo.
6. Desatado de las patas y la cola de la vaca.

Buenas prácticas **después** del ordeño.

1. Colar con manta gruesa la leche recién ordeñada con la finalidad de remover pelos y otros agentes físicos.
2. Lavado de los utensilios de ordeño con agua y detergente, cuidando que no quede ningún residuo de leche.
3. Lavar el área de ordeño todos los días después del ordeño. También se recomienda una desinfección con lechada de cal cada 15 días.
4. Disposición del estiércol y orina. Con dichos residuos orgánicos más tierra y residuos de vegetación debe elaborarse una composta la cual debe de disponerse en pequeñas fosas o apilarse y cubrirse con plástico negro; después de 3 meses la descomposición ha tenido lugar y la composta puede incorporarse a los campos de cultivo.
5. Traslado y almacenamiento de la leche. El producto debe de mantenerse en recipientes cerrados, fuera del alcance del sol. Si se cuenta con los recursos necesarios debe mantenerse en refrigeración o en su defecto almacenar temporalmente los recipientes con la leche dentro de una pila de agua, con lo cual se logrará reducir la temperatura de la leche.
6. Se deben de mantener registros de la producción de leche, con el fin de que el productor lleve un control acerca de los rendimientos que obtiene y pueda implementar acciones que aumenten su producción, así como percatarse de posibles problemas de salud veterinaria que mermen su producción. (FAO, 2011)