

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

**“ANÁLISIS DE RIESGOS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN EL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESOS.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN INGENIERÍA

PRESENTA:

FANNY GUADALUPE JÁUREGUI GONZÁLEZ

DIRECTOR:

DRA. ROSA MARGARITA HERNANDEZ VELEZ.

VILLAHERMOSA, TABASCO.

OCTUBRE 2017



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por haberme permitido realizar mis estudios de posgrado y culminarlos con éxito.

A mi madre, por darme la vida, sus enseñanzas, por su ejemplo como mujer inquebrantable, por todo el esfuerzo y apoyo que me brindó durante toda su vida.

A mi amado esposo Víctor, que siempre ha estado para mí apoyándome con su amor, paciencia y comprensión, con quien he descubierto que la superación y el crecimiento de uno impulsa al otro para complementarnos y ser mejores personas cada día, a mis amados hijos Anggie y Alex, quiénes fueron mi motor principal que me impulsaban día a día para superarme personal y profesionalmente.

A mi familia, por apoyarme en todo momento, principalmente a mis hermanos Miguel y Wendy que siempre han estado en las buenas y en las malas y a quienes amo con todo mi corazón.

A mis profesores del ITVh por haber compartido sus conocimientos y experiencias conmigo, en especial a la Dra. Rosa Margarita por tenerme paciencia al supervisar el trabajo escrito y a la maestra Ceci que siempre me orientó en todo lo necesario.

A mis compañeros de estudio Manuel, Edel, Osorio, Uriel y Klaribel con quiénes pasé muy gratos momentos a lo largo de ésta etapa, con quienes compartí alegrías y tristezas, éxitos y fracasos, pero que principalmente me brindaron una mano amiga en todo momento.

A mi compañera de trabajo Sandra H.N. por ser una gran amiga para mí, que juntas hemos pasado momentos inolvidables y es uno de los seres más importantes en mi vida. De igual manera a mi amigo Jesús Antonio R.C. por sus consejos y ayuda incondicional, mi gratitud hacia ustedes por siempre.

Finalmente quiero agradecer a todas aquellas personas que estuvieron directa e indirectamente acompañándome en esta etapa de desarrollo profesional, gracias por sus consejos, compañerismo y experiencias brindadas.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a la memoria de mi madre, porque mi madre me dio todo sin pedir nada a cambio, a ella que dejó todo por mí y mis hermanos, a ella que siempre procuró el bienestar de sus hijos y nietos, a ella que me enseñó a luchar por lo que más quiero y no dejarme de nadie, a mi madre que siempre me demostró que la pasión por lo que uno hace y ama marca la diferencia en la sociedad; a mi madre que me vio ingresar al posgrado pero que no pudo verme culminar, a ella que con su vida y muerte me dejó tantas enseñanzas como momentos gratos.

Porque tu recuerdo me dio la fuerza para seguir cuando ya no tenía ánimos y me permitió concluir esta experiencia de crecimiento profesional para que, donde quiera que te encuentres, te sientas orgullosa de mí. Este trabajo está dedicado a ti, madre mía, que me enseñaste que la vida está llena de retos, algunos muy difíciles, pero ninguno que sea imposible ya que mientras haya vida todo tiene solución y que el secreto del éxito es la perseverancia.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
1.1 El Queso	6
1.1.1 Elaboración del queso.....	8
1.1.1.1 Higienización de la leche	8
1.1.1.2 Acidificación de la leche.....	10
1.1.1.3 Cuajado	12
1.1.1.4 Corte y desuerado	12
1.1.1.5 Prensado	13
1.1.1.6 Salado.....	13
1.1.2 Clasificación de los quesos	13
1.1.3 Clasificación de los quesos	15
1.1.3.1 Quesos Frescos.....	15
1.1.3.2 Quesos Maduros	15
1.1.3.3 Quesos Procesados.....	16
1.1.3.4 Quesos de Suero	16

1.1.4 Composición del queso, leche y lactosuero	17
1.1.5 Valor nutricional del queso	19
1.1.6 Quesos mexicanos genuinos	20
1.2 Contaminación en los procesos de elaboración de quesos	21
1.2.1 Producción Primaria	22
1.2.2 Transporte de la leche	22
1.2.3 Procesado de la leche y productos lácteos	24
1.2.4 Envasado	26
1.2.5 Almacenamiento	27
1.2.6 Distribución y venta	27
1.3 Sistemas que permiten lograr la inocuidad de los alimentos	28
1.3.1 Buenas Prácticas de Higiene (BPH)	30
1.3.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	31
1.3.3 Sistema HACCP	33
1.3.3.1 Directrices para la aplicación del sistema HACCP	36
1.3.3.2 Pasos previos del sistema HACCP	38
1.3.3.3 Los siete principios HACCP	40
II. MATERIALES Y MÉTODOS	54
2.1 Prerrequisitos HACCP	54
2.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) Y Buenas Prácticas de higiene (BPH)	56
2.3 Formación de un Equipo HACCP	57
2.4 Descripción del Producto y Elaboración de Diagramas de Flujo	58
2.5 Confirmación <i>In Situ</i> del Diagrama de Flujo	58
2.6 Análisis de Riesgo y Medidas Preventivas	58

2.7 Determinación de Puntos Críticos de Control (PCC)	59
2.8 Establecimiento de Límites Críticos para cada PCC	59
2.9 Establecimiento de un sistema de vigilancia	60
2.10 Documentación y Registros	61
2.11 Diseño del Sistema de Análisis de riesgo y control de puntos críticos (HACCP) en la quesería	62
III. RESULTADOS y DISCUSIÓN	63
3.1 Visita al establecimiento y evaluación preliminar de las BPM y BPH	63
3.2 Diagramas de flujo	72
3.2.1 Queso panela y botanero	72
3.2.2 Queso doble crema	74
3.2.3 Queso tipo Oaxaca	75
3.2.4 Queso cottage	76
3.3 Riesgos encontrados y medidas preventivas	77
3.3.1 Recepción y Filtrado	82
3.3.2 Bombeado de la leche	84
3.3.3 Incorporación del cuajo	85
3.3.4 Corte/Rallado de la Cuajada	86
3.3.5 Moldeado y Prensado	89
3.3.6 Envasado y Almacenamiento	91
3.4 Determinación de PCC y PC	93
3.5 Límites de Críticos de Control	97
CONCLUSIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los quesos de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010.....	17
Tabla 2. Comparación de la composición del queso, leche y lactosuero.	19
Tabla 3. Contaminantes asociados a los procesos de elaboración de lácteos	21
Tabla 4. Tratamientos industriales utilizados en los procesos de elaboración de lácteos	25
Tabla 5. Control para los PCC.....	44
Tabla 6. Documentos y registros	54
Tabla 7. Integrantes equipo HACCP	57
Tabla 8. Evaluación de la ejecución de BPM en el edificio e instalaciones de producción de quesos frescos	66
Tabla 9. Evaluación de ejecución de utensilios y equipos en la producción de quesos frescos	67
Tabla 10. Evaluación de la ejecución de las BPM en las áreas de almacenamiento y envasado de quesos frescos	69
Tabla 11. Evaluación de la ejecución de BPH del personal que elabora quesos frescos	70
Tabla 12. Análisis de Riesgos y medidas preventivas pen cada etapa del proceso	78
Tabla 13. . Límites máximos de contenido microbiano para leche y derivados lácteos.	80
Tabla 14. Criterios de aceptación o rechazo de leche cruda.....	84
Tabla 15. Monitoreo de los PCC y límites críticos	98
Tabla 16. Análisis HACCP en el proceso de elaboración de quesos frescos.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de diferentes quesos.....	6
Figura 2. Lactococcus lactis	11
Figura 3. Acidificación de la leche por BAL y acción enzimática del cuajo.....	12
Figura 4. Cronología de los principales avances del Sistema HACCP.....	35
Figura 5. Secuencia para la aplicación del sistema HACCP	36
Figura 6. Árbol de decisiones	60
Figura 7. Área de recepción de leche.....	63
Figura 8. Instalaciones en el interior del establecimiento	64
Figura 9. Paso de mangueras y tuberías	65
Figura 10. Ventilación e iluminación del área	65
Figura 12. Identificación de químicos	68
Figura 11. Material de limpieza en área de procesos.....	68
Figura 13. Diagrama de flujo de la elaboración de queso panela y queso Botanero	73
Figura 14. Diagrama de flujo de la elaboración de queso doble crema.....	74
Figura 15. Diagrama de flujo de la elaboración de queso tipo Oaxaca	75
Figura 16. Diagrama de flujo de la elaboración de queso cottage.....	77
Figura 17. Instalaciones de la empresa: a) Exterior, b) Interior	82
Figura 19. Filtrado de la leche	83
Figura 18. Tinajas de acero inoxidable.....	83
Figura 20. Cubas de acero inoxidable con sistema de refrigeración	83
Figura 22. Mangueras de bombeo	85

Figura 21. Bombeo de la leche filtrada	85
Figura 23. Incorporación del cuajo en la leche	86
Figura 25. Tiras de acero inoxidable	87
Figura 24. Corte de la cuajada	87
Figura 26. Calentamiento de la cuajada	87
Figura 27. Retirada del suero	88
Figura 28. Salado de la cuajada	88
Figura 29. Queso panela en canastos	89
Figura 30. Prensado del queso botanero	89
Figura 32. Formación de tiras	90
Figura 31. Blanqueamiento y amasado	90
Figura 33. Formación de bolas de queso tipo Oaxaca	90
Figura 34. Envasado del queso tipo Oaxaca	92
Figura 35. Etiquetado con fecha de caducidad	93
Figura 36. PC y PCC en la elaboración de queso panela y Botanero	94
Figura 37. PC y PCC en la elaboración de queso doble crema	95
Figura 38. PC y PCC en la elaboración de queso tipo Oaxaca	96
Figura 39. PC y PCC en la elaboración de queso cottage	97

RESUMEN

Tabasco ocupa el tercer lugar como productor de leche de la región del trópico con una producción estimada de 105,875 litros, se comercializan 200 mil toneladas al año de quesos frescos, de los cuales el 30% son elaborados con materia prima sin pasteurizar y con deficiencia higiénica según datos presentados por la COFEPRIS en 2012. El objetivo del presente trabajo es analizar los riesgos y puntos críticos de control durante el proceso de elaboración de quesos frescos en una quesería del Estado de Tabasco, para ello el análisis se desarrolló en un establecimiento ubicado en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. La leche y los productos lácteos son alimentos de la canasta familiar considerados alimentos de alto riesgo debido a la transmisión de enfermedades a las personas, así mismo la leche puede vehiculizar residuos de medicamentos veterinarios cuando no se aplican las buenas prácticas ganaderas en la sanidad animal. Se identificaron los peligros físicos, químicos y biológicos presentes en el proceso de elaboración de quesos frescos como: queso botanero, panela, doble crema, tipo Oaxaca y cottage. Se establecieron los PCC durante el proceso así como las medidas preventivas a seguir en caso de que se presenten desviaciones en los límites de los parámetros establecidos. Se identificaron como PCC, la recepción de la leche, ya que en esta etapa es importante eliminar la contaminación física por presencia de materia extraña y evitar la contaminación biológica de la materia prima ya que la quesería no lleva a cabo la pasteurización de la leche, lo que convierte a estos quesos como productos de alto riesgo para la salud del consumidor. La otra etapa identificada como PCC es la del almacenamiento del producto terminado, ya que estos productos deben mantenerse a temperatura y condiciones ambientales adecuadas para evitar la proliferación de microorganismos que alterarán la composición del producto terminado y por ende la alteración de las características de los quesos, así como la probable propagación de ETA. Se establecieron como parámetros de Límites Críticos en la etapa de la recepción de la leche la carga microbiana que debe cumplir con lo establecido en la NOM-243-SSA1-2010, ausente de materia extraña, acidez titulable en rangos de 0.12-0.18%, temperatura de 4-6°C y para la etapa de almacenamiento el principal parámetro a considerar es la presencia de microorganismos, regulado por lo establecido en la normatividad vigente. Se encontró que la quesería no cumple con la totalidad de los requisitos establecidos en la normatividad vigente (NOM-251-SSA-2009), en cuanto a infraestructura, control de fauna nociva e implementación de las buenas prácticas de higiene; carece de documentación y procedimientos por escrito de los diferentes procesos utilizados para la elaboración de los quesos y no ofrecen programas de capacitación al personal. Por lo que en este trabajo se diseñó la propuesta de un Análisis de Riesgos y Puntos Crítico de Control para ser implantado en esta quesería. Se recomienda que en un futuro estos quesos se elaboren con leche pasteurizada, siguiendo procedimientos estandarizados que garanticen su inocuidad, así como el cumplimiento de la calidad sanitaria tanto de materias primas como de productos terminados, verificándolo a través de análisis microbiológicos por laboratorios certificados, esto aunado a la implementación de programas de capacitación para el personal sobre las Buenas Prácticas de Manufactura y las Buenas Prácticas de Higiene.

INTRODUCCIÓN

La leche, secreción natural de las glándulas mamarias de los animales mamíferos, es considerada uno de los alimentos más completos, por las características de sus nutrimentos, debido a la diversidad de componentes orgánicos, al pH cercano a la neutralidad y a su elevado contenido acuoso, la leche es un medio excelente para el crecimiento de diversos microorganismos. El desarrollo microbiano de la leche, origina una serie de modificaciones químicas, que pueden dar lugar a diversas alteraciones; por otra parte también da lugar a procesos útiles para la elaboración de otros productos (quesos, yogurt, entre otros), la leche también puede ser vehículo de bacterias patógenas para el hombre cuando procede de un animal enfermo o cuando después del ordeño se contamina por diversas causas; entre los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en la leche se encuentran: *Brucella*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* (Fernández, 2008).

No se puede ignorar la importancia del consumo de estos productos en la salud pública, ya que estos han estado involucrados en diversos brotes de enfermedades gastrointestinales. En México, los quesos ocupan el 32% de los alimentos involucrados en brotes alimentarios (Parrilla y col., 1993).

Guzmán-Hernández y col. (2016) mencionan que los brotes más frecuentes relacionados con quesos frescos no pasteurizados en la zona tropical del Golfo de México tienen como agente etiológico *Brucella spp.*, *L. monocytogenes*, *Salmonella spp.* y *S. aureus*.

La calidad sanitaria de los quesos es muy importante; siendo factores decisivos, el empleo de leche cruda proveniente de animales sanos y leche de calidad o pasteurizada, las condiciones sanitarias en que fueron elaborados y almacenados, la maduración y el tiempo transcurrido para ser consumido; ya que si se descuida esta calidad, es probable que los productos se contaminen con microorganismos alterantes, dañando su estabilidad o con microorganismos patógenos, resultando un riesgo inminente para la salud de los consumidores (Fernández, 2008).

La magnitud del riesgo a la salud por consumo de quesos no es la misma para todas las variedades. El empleo de leche cruda, la ausencia de maduración, la ausencia de la pasteurización, las condiciones en las que esta se lleva a cabo, el uso de empaques, y las condiciones sanitarias de manejo del producto antes del empaque y durante su comercialización, son factores contribuyentes.

De acuerdo a la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (2012) a nivel nacional, se comercializan 200 mil toneladas al año de quesos frescos, de los cuales 60 mil toneladas que representan el 30%, son elaborados con materia prima sin pasteurizar y con deficiencia higiénica. La producción estatal de leche destinada a la elaboración de quesos es de 46'512,000 litros anuales; siendo el queso fresco, queso crema y doble crema, el queso tipo Oaxaca, tipo Cotija, tipo Chihuahua, Botanero, de poro, tipo manchego, entre otros, los que mayormente se elaboran.

En el Estado de Tabasco se cuenta con un padrón de 112 fábricas de quesos, registrados en la Secretaria de Salud, y distribuidas en 14 municipios del Estado, de las cuales el 1.8% pasteuriza la leche, los que representa sólo dos establecimientos del municipio de Centro.

En 2012 se realizó un estudio en diversas queserías del Estado de Tabasco donde se registró que el 94% de los quesos frescos analizados estaban fuera de los límites permitidos por la norma oficial mexicana en cuanto a especificaciones microbiológicas. El 58% de las muestras presentó coliformes fecales, en el 46% se detectó E. coli y en el 92% se obtuvieron recuentos elevados de levaduras (*Guzmán-Hernández, 2012*).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), que son adquiridas por la ingestión de microorganismos o de toxinas bacterianas presentes en los alimentos, son mundialmente consideradas como una de las causas más importantes de morbimortalidad entre los lactantes y niños (*Vila y col., 2009*). Las manifestaciones clínicas más destacadas de estas enfermedades son: fiebre, vómito, dolor abdominal, y diarrea moderada o intensa. La gastroenteritis es uno de los

principales motivos de demanda de atención médica en los centros de salud. En Tabasco los problemas de salud por este tipo de enfermedad provocan ausentismo laboral y escolar, repercutiendo en el ingreso de la población económicamente activa y en el aprovechamiento escolar (*Castro y col., 2007*).

De acuerdo a lo establecido en la NOM-251-SSA1-2009 es indispensable que todos los productos alimenticios para consumo humano incluyendo a los quesos sean elaborados en condiciones sanitarias óptimas y que los productos cumplan con los parámetros de los indicadores de prácticas sanitarias desde la obtención de la materia prima, elaboración, distribución, hasta la llegada al consumidor. Se recomienda ampliamente el uso de leche pasteurizada y adecuadas prácticas de higiene en el procesamiento de la leche y sus derivados ya que son herramientas para mejorar la calidad microbiológica de estos productos (*Guzmán-Hernández y col., 2016*).

Por lo tanto para garantizar la inocuidad de los alimentos en todas las fases de manipulación del producto, es de suma importancia realizar un análisis de riesgo y determinar los puntos críticos de control en las diferentes etapas del proceso. Este análisis está orientado hacia el control preventivo de los riesgos en todas las fases de la producción de alimentos, constituyendo en la actualidad, la mejor herramienta para el logro de la inocuidad alimentaria.

Para tales efectos en el capítulo I del presente trabajo, se describen las características generales de los quesos frescos, clasificación y su procesamiento, así como la descripción de las buenas prácticas de manufactura (BPM), así como un breve análisis de HACCP, los 7 principios que lo integran y su aplicación en distintos campos de los sistemas alimentarios. En el capítulo II se describen los Materiales y Métodos utilizados durante el desarrollo del trabajo experimental enfocado principalmente a la verificación del cumplimiento de los prerrequisitos necesarios para la implementación del sistema HACCP en el establecimiento para la elaboración de quesos frescos y aplicación de las Buenas Prácticas de Manufacturas y Buenas Prácticas de Higiene de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente.

Finalmente en el tercer capítulo se encuentra la sección de los resultados obtenidos, integrados por los hallazgos detectados durante el diagnóstico que se llevó a cabo en la empresa para la identificación de los riesgos físicos, químicos y biológicos presentes en las diferentes etapas del proceso de elaboración de quesos, la identificación de los puntos críticos de control, el establecimiento de los diferentes parámetros a utilizarse para el control de los puntos críticos y los límites de control, para cada una de las etapas del proceso, así como las medidas preventivas para evitar o disminuir los riesgos en una quesería ubicada en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar el Sistema de Análisis de Riesgo e identificación de Puntos Críticos de Control (HACCP), en el proceso de elaboración de queso fresco en una quesería localizada en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Objetivos específicos

Realizar el diagrama de flujo del proceso de elaboración de los quesos fresco como botanero, panela, doble crema, tipo Oaxaca y cottage.

Realizar el análisis de riesgos físicos, químicos y biológicos durante el proceso de elaboración de queso fresco.

Identificar los PCC durante el proceso de elaboración de queso fresco.

Establecer los parámetros y los límites críticos para el monitoreo de los PCC.

Proponer acciones de mejora para el control de riesgos y PCC en las diferentes etapas del proceso en una quesería localizada en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 El Queso

El queso es quizás el primer alimento manufacturado de la antigüedad que hoy día guarda intacta su vigencia de consumo, siendo ésta una de las causas por lo que actualmente se encuentran tantas variedades (figura 1) como pueblos y costumbres hay en el mundo (Ares y col., 1997).

Es el producto alimenticio derivado de la leche que se obtiene por medio de la coagulación de ésta y en el cual se encuentra la parte más valiosa de la leche en forma concentrada. También se puede definir como el producto alimenticio que se prepara con la leche de diversos animales (vaca, oveja, cabra, etc.), cuajándola primero, exprimiéndola, salándola y/o fermentándola luego con distintos microorganismos según a textura y sabor deseados.



Figura 1. Fotografía de diferentes quesos

La NOM-243-SSA1-2010 define el queso como “productos elaborados de la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior, por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado..”

El queso se elabora con el fin de:

- Obtener un producto apetitoso.
- Que contenga la mayor parte de grasa.
- Que contenga la proteína de la leche en forma concentrada.
- Que se pueda conservar durante períodos largos de tiempo como: días, semanas, meses y años.

El poder de conservación se realiza bajo los siguientes factores:

- En el queso se desarrolla cierto grado de acidez, que perjudica las bacterias que ocasionan la putrefacción.
- Cierta grado de salinidad, tiene el mismo efecto que la acidez.
- Se forma una corteza que protege el queso contra hongos especialmente.
- Una preparación higiénica y el uso de cultivos de bacterias deseables, que reduce el número de bacterias perjudiciales en el queso.

De acuerdo con Guzmán-Hernández (2012) los lácteos son considerados alimentos de alto riesgo por su composición, alto porcentaje de humedad y un pH ligeramente ácido que ofrecen condiciones favorables para el crecimiento microbiano. Aunado a ello, en algunos países como en México son elaborados de manera artesanal, a partir de leche cruda sin pasteurizar, inadecuadas prácticas de manufactura y sin ningún control sanitario que garantice su inocuidad.

Los quesos frescos forman parte de la dieta básica de la población mexicana, 217,000 toneladas de este producto fueron consumidas en el 2005 en el país, de los cuales el 60.8% fueron producidos de forma artesanal (*Cesín y col., 2007*). Siendo el queso panela el de mayor demanda (52.3%) por los consumidores nacionales (*Torres-Vitela y col., 2012*).

Las enfermedades transmitidas por alimentos han ido en aumento a lo largo de estos últimos años, en donde el queso ha tenido una gran participación. Es por ello, que a nivel internacional como nacional, varios han sido los estudios sobre la evaluación microbiológica de este tipo de alimento (*Guzmán-Hernández, 2012*).

1.1.1 Elaboración del queso

El proceso por el que la leche se transforma en queso consta de una serie de operaciones que, aunque pueden diferir según la variedad de la que se trate, se pueden esquematizar del siguiente modo:

1.1.1.1 Higienización de la leche

La leche al interior de la cisterna (órgano de depósito de almacenamiento de leche de la vaca), es estéril, es decir, no hay microorganismos en ella, sin embargo al realizar el ordeño, hay riesgos de contaminación; por ejemplo, cuando las ubres de la vaca no son aseadas previo al ordeño, se quedan sucias de tierra y estiércol, mismos que pueden contener altas cargas bacterianas y parte de estas pueden ser patógenas; por otro lado, existe una enfermedad bastante común conocida como mastitis, que no es más que una infección en las ubres causada por el *Staphylococcus aureus*, dependiendo del grado de la infección, la sub-clínica que es la más leve y la clínica que puede ser grave y en donde el veterinario clínico debe recomendar no integrar la leche de estos animales al ordeño total, debido a que la leche al salir por los conductos de las ubres arrastra leche y tejidos en descomposición (pus), producto de esta infección (*Galván , 2005*).

De acuerdo al Manual de procedimiento del *Codex Alimentarius* para su aplicación en las distintas normas sobre productos lácteos, el ordeño debe llevarse a cabo de

forma que se reduzca al mínimo la contaminación de la leche producida. La utilización de prácticas de higiene eficaces durante el ordeño es un elemento importante del sistema de controles necesarios para producir leche y productos lácteos inocuos e idóneos. Se ha constatado que el no aplicar prácticas apropiadas de saneamiento e higiene personal contribuye a la contaminación de la leche por microorganismos indeseables o patógenos o por agentes químicos o físicos peligrosos.

La leche puede contener una cantidad significativa de microorganismos desde el mismo momento en el que sale de la ubre del animal o incluso antes. Eso significa que el consumo de leche cruda, o de quesos frescos o poco maduros elaborados a partir de ella, puede poner en riesgo la salud. Por eso los productores suelen optar por aplicar un tratamiento de pasteurización, que acaba con las formas vegetativas de los microorganismos que pudieran estar presentes en la leche.

La pasteurización consiste en elevar la temperatura de los alimentos sobre todo leche, entre 60° y 80° C durante un período no menor de 15 segundos, seguido de un rápido enfriamiento. La ultrapasteurización es un proceso similar al de pasteurización, pero usando temperaturas más altas y mayor tiempo. Así se destruyen los microorganismos más peligrosos o los que con mayor frecuencia pueden producir alteraciones. Dado que la pasteurización no elimina todos los microorganismos que pueden contener los productos tratados, este método sólo permite una conservación temporal y en determinadas condiciones. Los alimentos pasteurizados, a veces denominados semiconservas, deben guardarse en una nevera, aunque todavía no se haya abierto el envase.

Sin embargo muchos de los mismos productores no aplican las técnicas de pasteurización ya que, de acuerdo a su experiencia, los productores afirman que estos procedimientos térmicos cambian características organolépticas en los quesos, otros por tradición en los procesos de manufactura artesanal la omiten. Para ello existen las que se conocen como “Buenas prácticas de ordeño” y que todo productor profesional de leche debe conocer y poner en práctica, estas contemplan desde la limpieza que debe haber en los echaderos e instalaciones en donde

duermen y descansan las vacas, hasta el procedimiento para realizar el lavado de tanques y conductos por donde pasa la leche mientras se ejecuta la ordeña, así como, la forma de limpiar las ubres antes del ordeño y el sellado de las mismas con alguna sustancia antiséptica, como el azul de metileno o el yodo, este sellado protege las entradas de los conductos de las ubres, evitando que ingrese suciedad que equivale a cargas microbianas (*Codex Alimentarius*, 2009).

Galván-Díaz (2005) recomienda el mantenimiento de la cadena de frío, que significa que tanto la leche y derivados pasteurizados, conocidos también como frescos, requieren mantener una temperatura de 4°C, para evitar el crecimiento de microorganismos, cuando la cadena se rompe y son sometidos a mayores temperaturas, se van consiguiendo diferentes niveles de crecimiento de microorganismo.

1.1.1.2 Acidificación de la leche

Para controlar la calidad de la leche cruda en muchas empresas se realiza de forma rápida la prueba del alcohol, esta prueba se practica con alcohol etílico, que se diluye según lo indica la norma oficial al 68% y 72% con agua, en una caja de petri (recipiente de vidrio pequeño), se vierten 2 ml de leche y se agregan 2 ml de alcohol al 72%, es decir, más concentrado, se toma la caja de petri y con movimientos circulares y suaves de la mano se mezclan, si la mezcla presenta grumos, significa que hay inestabilidad en la leche, misma que pudo haber sido provocada por no haber sido enfriada de inmediato o no se logró bajar la temperatura hasta los 4° a 6° C requeridos y hubo cierto nivel de crecimiento bacteriano. Si la leche presenta los grumos mencionados, el siguiente paso, es someterla a los 68%, realizando la misma metodología, si la mezcla sale limpia, la leche se puede pasteurizar, si no, se debe segregar en otros contenedores para darle otros usos, como elaboración de queso.

La valoración de la acidez, nos permite conocer la riqueza de caseína y fosfatos en la leche, esto es, que la leche es ligeramente ácida, y esto se comprueba con la medición de pH, que debe estar en el rango de 6.6 a 6.8, si los parámetros de acidez

y pH salen de los rangos establecidos, se puede sospechar de que el producto está contaminado y presenta desarrollo de bacterias que están provocando alguna fermentación o bien que existe la adición accidental o dolosa de materias extrañas, como agua, orín de la misma vaca, sólidos diversos, etc., desafortunadamente esta es una práctica que se detecta entre los productores de leche (Galván, 2005).

Una vez que la leche está lista para comenzar el proceso de elaboración del queso, se adiciona cloruro de calcio para reponer el calcio que se pierde durante la pasteurización y para que ayude a la precipitación de la caseína (proteína), a la temperatura indicada se adiciona el cuajo, que no es más que una enzima que modificará las cadenas proteínicas, que después de un tiempo determinado, genera un gel uniforme que semeja un flan al color de la leche, también en algunos procesos se añaden cultivos iniciadores los cuales están constituidos básicamente por bacterias ácido-lácticas (BAL) como se aprecia en la figura 2, capaces de transformar la lactosa de la leche en ácido láctico, lo que provoca un descenso del pH. Esta acidificación de la leche favorece el cuajado.

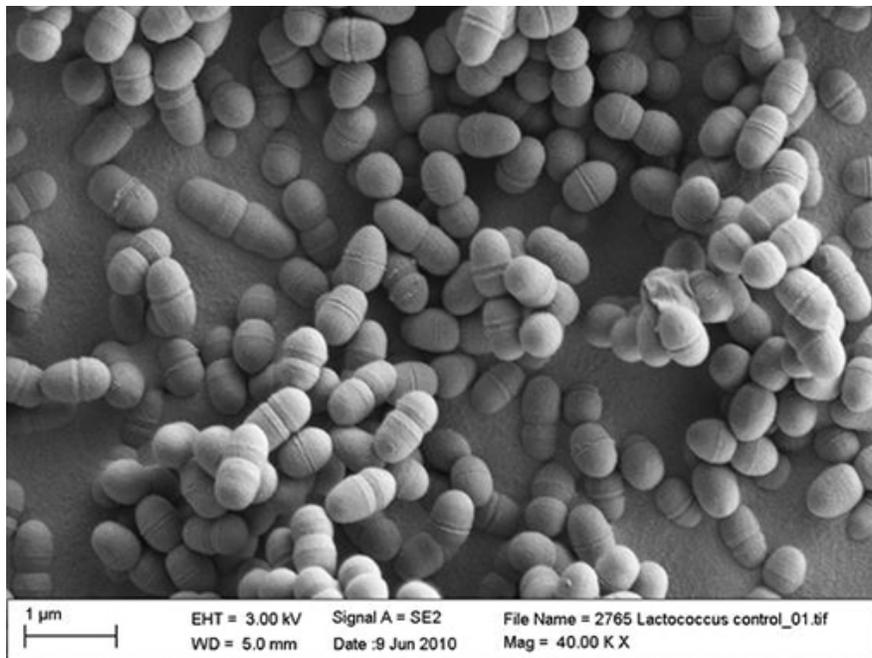


Figura 2. *Lactococcus lactis*. Una de las bacterias que se emplea frecuentemente como cultivo iniciador, imagen realizada mediante un microscopio electrónico.

Fuente: http://www.ifr.ac.uk/ghfs/images/sequencing_clip_image002.jpg

1.1.1.3 Cuajado

El cuajado consiste en la coagulación de las proteínas de la leche (concretamente de las micelas de caseína), que puede lograrse mediante acidificación (por ejemplo añadiendo bacterias ácido-lácticas, zumo de limón, etc.) o por adición de cuajo, un complejo enzimático que puede ser de origen animal, vegetal o microbiano. En la figura 3 se observa la acidificación llevada a cabo por las BAL y la acción de las enzimas del cuajo provocan la coagulación de las caseínas de la leche, que forman una matriz proteica que engloba gran parte de la grasa y otros componentes de la leche.

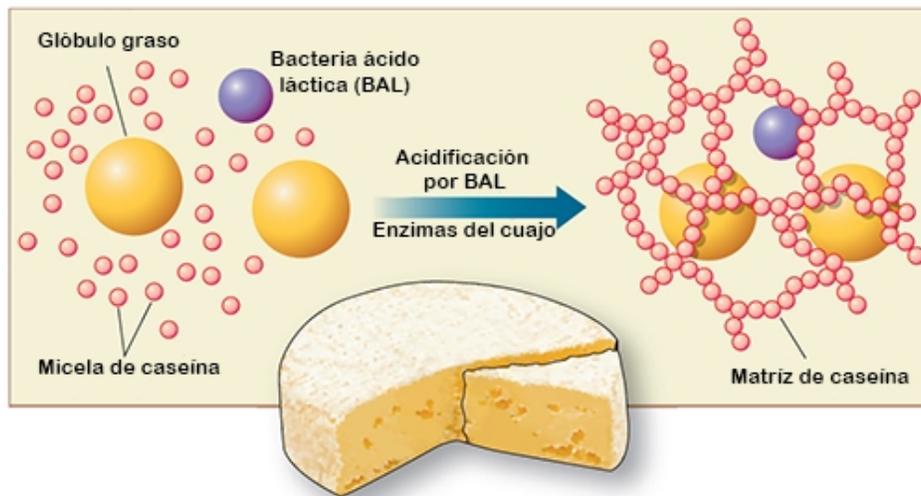


Figura 3. Acidificación de la leche por BAL y acción enzimática del cuajo.

Fuente: <http://2.bp.blogspot.com/3Tt3CjpBul4/VANV3SPYqml/AAAAAAAAACI/Jt4j1R6KQRM/s1600/cheese1.png>

1.1.1.4 Corte y desuerado

Una vez que se forma la cuajada, en seguida se preparan las liras que sirven para cortar el gel mencionado, y son implementos con estructura metálica (acero inoxidable) en forma de rectángulo cruzadas por alambres delgados en forma vertical y horizontal por separado

La lira vertical se introduce por una de las orillas de la tina que contiene la cuajada y con todo cuidado y movimientos precisos, se recorre a lo largo; se repite la

operación con la lira horizontal y finalmente con la vertical, se repasa de extremo a extremo por lo ancho, la idea es formar “cubitos” de cuajada de aproximadamente 1 cm³, mismos que se convertirán durante el cocimiento y la adición de sal, en granos de cuajada, el efecto del cocimiento con agitación es ayudar a expeler el agua contenida en el gel y dejar fragmentos uniformes logrando cierta consistencia y nivel de humedad.

Una vez que el cocimiento termina, se detienen los agitadores y con un “jalador”, la cuajada se lleva al lado opuesto de la válvula de salida de la tina, esto para poder retirar el suero (líquido de color amarillo verdoso) que por cierto se recupera y se utiliza para elaborar otros productos, en cuyo caso el salado de la cuajada se realiza posterior al desuerado (*Galván, 2005*).

1.1.1.5 Prensado

Los gránulos de cuajada son introducidos en moldes y prensados para dar forma y consistencia al queso. Para ejemplificar un queso fresco, Galván-Díaz (2005) cita al tipo panela, se deja una porción de suero para poder bombear la cuajada hacia los moldes plásticos en forma de canasto, que previamente fueron lavados y desinfectados, estos se terminan de moldear manualmente para terminar de darles la forma en la parte que sobresale del molde, ya en sus moldes, el queso se introduce en la cámara fría, que está aproximadamente a 12° por 2 horas, este paso, permite que salga el suero.

1.1.1.6 Salado

La adición de sal favorece la salida de suero, potencia el sabor del queso y prolonga su vida útil, al dificultar el desarrollo de microorganismos y reducir la actividad enzimática.

1.1.2 Clasificación de los quesos

La gran diversidad de quesos es consecuencia de la puesta en práctica de distintas técnicas de fabricación. Estas técnicas han tenido modificaciones, principalmente por su mecanización. Los quesos se clasifican teniendo en cuenta varios aspectos:

Según la leche empleada en su elaboración.

- Vaca.
- Oveja.
- Cabra.
- Camella
- Búfala
- Yegua

Por su contenido en grasa.

- Ricos en grasa 60%
- Grasos 45%
- Semigrasos 25%
- Magros 25

Por la técnica empleada en su elaboración.

- Crudos: Blandos, Compactos.
- Curados: Prensados Cocidos. Salados. Fermentados. Al aceite. Fundidos
- Teniendo en cuenta la consistencia del queso.
- De pasta blanda (crema, quesillo).
- De pasta firme (paipa, gouda, edam).
- De pasta dura (Cheddar, emmenthal).
- De pasta extradura (parmesano).

De acuerdo con la conservación

- Frescos.
- Maduros.
- Extramaduros.

1.1.3 Clasificación de los quesos

En el mundo existe gran diversidad de quesos, algunos se encuentran mencionados en catálogos reconocidos, sin embargo en esta clasificación se omiten algunos quesos mexicanos pues a nivel nacional se encuentra escasa información sobre éstos quesos regionales mexicanos.

La norma mexicana recoge 14 tipos de quesos mexicanos (tabla 1), sin embargo existen algunos tipos de quesos que no se mencionan en dicha norma como el queso de poro (*Villegas, 2004*).

1.1.3.1 Quesos Frescos

Se caracterizan por su alto contenido de humedad, y por no tener corteza o tener corteza muy fina, pudiendo o no adicionarles aditivos e ingredientes opcionales. (*NOM-243-SSA1-2010*).

Pueden ser blandos o duros, grasos o magros. Su cuajado puede ser enzimático (por cuajo), por acidez (con cultivo láctico o con ácido orgánico). Puede ser prensado o no, molido o sin moler, de pasta cocida o no (*SENA, 1987*).

No se permite la elaboración de queso fresco para consumo humano a partir de leche cruda, salvo en condiciones especiales.

1.1.3.2 Quesos Maduros

Son quesos que han sufrido un proceso de maduración o de transformación de sus componentes por acción de los cultivos lácticos que los hacen más apetitosos, nutritivos y de larga duración sanitaria. Sus tamaños varían según el tipo de queso, lo mismo que el período y condiciones de maduración. Es muy importante que la leche sea de excelente calidad y que los cultivos estén vigorosos y libres de contaminación.

La NOM-243-SSA1-2010 menciona que los quesos madurados “se caracterizan por ser de pasta dura, semidura o blanda y pueden tener o no corteza; sometidos a un proceso de maduración mediante adición de microorganismos, bajo condiciones

controladas de tiempo, temperatura y humedad, para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos característicos del producto del que se trate, lo que le permite prolongar su vida de anaquel, los cuales pueden o no requerir condiciones de refrigeración.”

1.1.3.3 Quesos Procesados

De acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010 éstos quesos se caracterizan por ser elaborados con mezclas de quesos, fusión y emulsión con sales fundentes, aditivos para alimentos permitidos e ingredientes opcionales, sometidos a proceso térmico de 70°C durante 30 segundos o someterse a cualquier otra combinación equivalente o mayor de tiempo y temperatura, lo que le permite prolongar su vida de anaquel.

El desarrollo del sabor en el queso procesado es detenido ya que los microorganismos responsables de este desarrollo son eliminados por el calentamiento. Este tipo de quesos son enormemente populares debido a su larga vida y estabilidad.

1.1.3.4 Quesos de Suero

Son productos obtenidos a partir del suero de leche entera, semidescremada, o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja, el cual es coagulado por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la cuajada, la que es salada, drenada, moldeada, empacada y etiquetada y posteriormente refrigerada para su conservación (*NOM-243-SSA1-2010*).

El *Codex Alimentarius* menciona que el suero puede ser preconcentrado con anterioridad a una ulterior concentración del suero o coagulación de sus proteínas. El proceso puede también incluir la adición de leche, nata (crema) u otras materias primas de origen lácteo anteriormente a la concentración o coagulación, o con posterioridad a las mismas. La proporción de proteína de suero a caseína en el producto obtenido por medio de la coagulación del suero deberá ser claramente más alta que la de la leche.

Tabla 1. Clasificación de los quesos de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010

FRESCOS	TIPOS DE QUESOS
Frescales	Panela, Canasto, Sierra, Ranchero, Fresco, Blanco, Enchilado, Adobado
De pasta cocida	Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Morral, Adobado
Acidificados	Cottage, Crema, Doble crema, Petit Suisse, Nuefchatel
MADURADOS	
Madurados prensados de pasta dura	Añejo, Parmesano, Cotija, Reggianito
Madurados prensados	Cheddar, Chester, Chihuahua, Manchego, Brick, Edam, Gouda, Gruyere, Emmental, Cheshire, Holandés, Dambo, Patagrás, Havarti, Provolone, Port Salut, Tilsiter, Bola, Jack.
Maduración con mohos	Azul, Cabrales, Camembert, Roquefort, Danablu, Limburgo, Brie
PROCESADOS	
Fundidos y para untar	Amarillo
OTROS	
De suero	Frescos, madurados y procesados provenientes del suero no considerados en los apartados anteriores

Fuente: NOM 243-SSA1-2010

1.1.4 Composición del queso, leche y lactosuero

La leche es uno de los alimentos más completos que existe en la naturaleza por su alto valor nutritivo. Está compuesta principalmente por agua, materia grasa, proteínas, carbohidratos (lactosa), calcio, minerales y sal. Contiene un 87% de agua por lo que es una mezcla muy compleja y heterogénea en la cual los minerales y los carbohidratos se encuentran disueltos, las proteínas están en forma de suspensión y las grasas como pequeñas partículas insolubles en agua.

El lactosuero, suero lácteo o suero de queso es el líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención del queso, son todos los componentes de la leche que no se integran en la coagulación de la caseína. Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero.

Al representar cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. Su composición varía dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas (minerales), 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles.

Cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína, como son b-lactoglobulina, a-lactoglobulina, inmunoglobulinas, proteosa-peptonas y enzimas nativas. De acuerdo a su acidez, el suero se divide en dulce (pH mayor de 8), medio ácido (pH 5-5.8) y ácido (pH menor a 5). En México, el suero que se produce es dulce y medio ácido (*Valencia y Ramírez, 2009*).

Al queso van principalmente grasa y proteínas. De los minerales presentes en el queso, el que se encuentra en mayor proporción es el calcio.

Los porcentajes anteriores nos indican el enorme desperdicio de nutrientes en la fabricación del queso. El queso está constituido aproximadamente por un 45% de agua, 2.8% de materia grasa, 2.3% de proteínas y el 4% de minerales. En la tabla 2 se observa la comparación de la composición de la leche, el queso y el suero

Tabla 2. Comparación de la composición del queso, leche y lactosuero.

MUESTRA

Sustancia	Queso	Leche	Lactosuero
Agua	45%	87.5%	93%
Materia Grasa	2.8%	3.8%	0.3%
Proteínas	2.3%	3.4%	0.9%
Azúcar	--	4.5%	4.9%
Minerales	4%	0.8%	0.6%

Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1987. Generalidades del queso. Centro agropecuario de la Sabana, Bogotá, D.E.

1.1.5 Valor nutricional del queso

El valor nutricional del queso es similar al de la leche, puesto que de ella se deriva. Generalmente una onza de queso semiduro, equivale en valor nutritivo a un vaso mediano de 200 ml; cuanto más duro el queso es más nutritivo porque los dos nutrientes están más concentrados a igual volumen. Ejemplo: 10 gramos de queso duro pueden tener hasta 25 o 30 gramos de este nutriente. Una onza de queso alimenta tanto como un vaso mediano de leche (*SENA, 1987*).

Con el queso se deben tener cuidados higiénicos similares a los indicados para la leche fresca, tales como:

- Mantenerlos protegidos de los insectos y el polvo.
- Colocarlos en sitio limpio y fresco.
- Las personas que expenden el queso deben ser sanas, y lavarse continuamente las manos con agua limpia y jabón. Quien expende el queso no debe recibir el dinero.

1.1.6 Quesos mexicanos genuinos

Se entiende por quesos mexicanos genuinos, aquellos elaborados a partir de leche fluida de vaca, con el empleo mínimo de aditivos, incorporando los permitidos por las normas vigentes. No incluyen grasa vegetal, ni derivados proteicos, a excepción de pequeñas cantidades de estos últimos, solamente para estandarizar la relación % de grasa/ % de proteínas.

Poseen una fuerte raíz histórica nacional; se elaboran desde los tiempos de la Colonia, o datan de épocas más recientes. En este aspecto, aunque no se dispone de suficiente información puntual, se considera muy válida la tradición oral recogida a lo largo y ancho del territorio nacional, por diversos informantes, técnicos de distintas especializaciones, y gente del pueblo. En este sentido se incluye a quesos como el Chihuahua, el Asadero o el Oaxaca, en los que muy probablemente hubo un aporte técnico/cultural de extranjeros (los inmigrantes Menonitas, o los italianos) que se establecieron en el país hace décadas, y que han formado parte del México multicultural y diverso que es hoy.

Son fabricados dentro del territorio nacional por mexicanos (nativos o nacionalizados), o extranjeros residentes. Muchos de estos productos son meramente regionales debido al fuerte vínculo del queso con las condiciones ecológicas que privan en ese territorio, otros se han difundido por todo el país y un poco en el extranjero, sobre todo por los emigrantes mexicanos hacia Estados Unidos de América.

Quizá el único aspecto negativo que se les atribuye a estos quesos, es que no se tiene la certeza de mantener la inocuidad durante la trazabilidad desde su elaboración hasta su distribución y consumo, ya que una buena parte de ellos se elaboran con leche “bronca”, sin pasteurizar. Por lo tanto, se debe pugnar porque en un futuro los quesos mexicanos genuinos se produzcan a través de procesos estandarizados que garanticen inocuidad, pero siempre cuidando de no afectar las características organolépticas propias, que han dado origen a su especificidad (*Villegas, 2004*).

1.2 Contaminación en los procesos de elaboración de quesos

La calidad del queso elaborado en finca con leche fresca, es superior al producto hecho en fábrica. La diferencia se debe a la presencia de enzimas que producen aroma más picante en el queso a nivel de finca, los cuales son destruidos con la pasterización que efectúan las fábricas. Esta calidad superior se obtiene sólo cuando el ordeño, la higiene y el cuidado durante el procesamiento son adecuados (SENA, 1987).

La leche y los productos lácteos han sido asociados históricamente a importantes enfermedades humanas y pueden considerarse dentro de los alimentos más perecederos. La leche puede sufrir adulteraciones, como adición de agua, de suero, entre otras; alteraciones como acidificación y posterior coagulación, desnaturalización de proteínas, pérdida de vitaminas y contaminaciones.

En la tabla 3 se pueden observar los diferentes agentes contaminantes asociados a los procesos de elaboración de lácteos

Tabla 3. Contaminantes asociados a los procesos de elaboración de lácteos

Tipo de Riesgo	Contaminantes asociados	Etapas en la que se encuentra con mayor frecuencia
Físicos	Materia extraña (restos de paja, tierra, pelo de animal, heces fecales, alambres)	Ordeño y Recepción de la leche
Químicos	Restos de detergentes, antibióticos, medicamentos, pesticidas.	Procesamiento
Microbiológicos	Coliformes fecales <i>Staphylococcus aureus</i> Hongos y levaduras (UFC/g) Salmonella <i>Listeria monocytogenes</i>	Procesamiento, almacenamiento y distribución

1.2.1 Producción Primaria

La leche se puede contaminar en la etapa de producción primaria. Los principales agentes contaminantes son los químicos y los biológicos. Los contaminantes químicos proceden generalmente de los medicamentos veterinarios y de las sustancias que puedan utilizarse en la cría de animales, aunque también pueden pasar a la leche durante el ordeño determinados contaminantes ambientales como insecticidas, plaguicidas y restos de detergentes y desinfectantes utilizados en la limpieza de los equipos, etc. Los contaminantes microbiológicos son bacterias, virus y hongos; su origen es muy diverso: los intestinos de los animales (heces), su piel, la materia fecal, la cama o el alojamiento, el medio ambiente, los piensos e incluso las ropas o las manos del ordeñador. Las medidas de control más importantes para evitar o reducir la contaminación de la leche en origen son:

- Partir de animales sanos y bien alimentados. Campañas de saneamiento ganadero y programas zoonosológicos.
- Control de los piensos y pastos alejados de industrias o focos de contaminación ambiental.
- Higiene de los establos, de la sala de ordeño y del personal ordeñador.
- Aplicación de medicamentos bajo estricto control veterinario y respeto de los plazos de supresión. Separación y destrucción de la leche con residuos.
- Buenas prácticas ganaderas, en especial la prevención de la mastitis y su detección, la higiene del ordeño, etc.

La leche recogida debe filtrarse y enfriarse lo más rápido posible, lo ideal sería a 4°C, hasta que sea transportada a la planta de procesado. El almacenamiento debe hacerse en un ambiente limpio y apartado.

1.2.2 Transporte de la leche

El transporte de leche cruda debe realizarse en vehículos refrigerados destinados exclusivamente a este fin. La temperatura de refrigeración no ha de superar los 4°C. El trasvase hacia y desde las cubas debe realizarse bajo estrictas condiciones higiénicas. Después de cada transporte, y en todo caso una vez al día, deben

limpiarse y desinfectarse los recipientes y cisternas que se hayan utilizado para el transporte de la leche al establecimiento de transformación.

Una vez que la leche llega a la industria donde va a recibir tratamiento, existen tres tipos principales de riesgos:

- Que su carga microbiana sea superior a los límites máximos establecidos por la normatividad vigente. Las exportaciones han de cumplir todos los requisitos de sanidad animal e higiene.
- Que proliferen gérmenes debido a una refrigeración incorrecta o a un almacenamiento demasiado prolongado. No se deben superar los 4°C antes del tratamiento térmico, ni almacenarse durante largos periodos de tiempo.
- Que los locales y equipos no estén en condiciones higiénicas. Debe aplicarse el plan adecuado de limpieza y desinfección.

Cuando se recibe la leche cruda, en el área de producción han de efectuarse los siguientes controles:

- Inspeccionar visualmente la leche recibida.
- Comprobar su garantía, examinando la documentación que la acompaña: certificados, facturas, resultados analíticos, etc.
- Comprobar si cumple la normativa vigente en cuanto a contenido microbiológico, contenido en células somáticas, etc.
- Comprobar si contiene inhibidores (restos de medicamentos).
- Verificar la temperatura de refrigeración durante el transporte y en el momento de recepción en el establecimiento.
- Controlar la temperatura durante el almacenamiento, así como mantener el control de la misma en cada etapa del proceso. Todos los tanques o depósitos de almacenamiento de leche cruda han de disponer de termómetros exteriores.
- Comprobar que se cumple el programa de limpieza y desinfección.

1.2.3 Procesado de la leche y productos lácteos

La enorme variedad de productos lácteos existentes en el mercado hace que tanto los procesos, como los peligros asociados y sus medidas preventivas sean muy diversos, pero, en general, deben respetarse los siguientes principios:

- Mantener un alto grado de higiene personal: utilizar ropa exclusiva y limpia, lavarse las manos, evitar prácticas que puedan ser causa de contaminación, como fumar, comer, etc., proteger los cortes y heridas, observar actitudes higiénicas.
- Mantener los equipos, utensilios y superficies en perfectas condiciones de conservación y limpieza:
 - Todas las superficies que entren en contacto con la leche o los productos lácteos deben ser de materiales impermeables y fáciles de limpiar y desinfectar. No debe utilizarse la madera.
 - Todas las estructuras de apoyo (mesas, carros, bandejas...) deben conservarse en perfecto estado y lavarse y desinfectarse periódicamente.
 - Tener especial cuidado en la manipulación de los productos lácteos después del tratamiento térmico para evitar la contaminación (por ejemplo en el caso de quesos frescos, nata pasteurizada, etc.). Evitar la contaminación cruzada.
 - Siempre que sea posible, mantener las salas de manipulación de productos lácteos sensibles a una temperatura inferior a 15 °C.
 - Controlar la calidad higiénica de la salmuera en el caso de quesos curados, así como las condiciones de la sala de maduración.
- Mantener una higiene escrupulosa de locales y almacenes:
 - Aplicar un plan adecuado de limpieza y desinfección.
 - No dejar en los locales de manipulación ropas de calle, cartones o cualquier otro objeto ajeno a la actividad y que pueda ser causa de contaminación.
 - Evitar el contacto de los productos con el suelo.

- Almacenar los aromas, la sal y los aditivos en lugares secos y protegidos.

La leche que se comercializa para consumo suele pasar por una serie de procesos industriales como son: normalización, homogeneización, centrifugación, pasteurización, que facilitan su uso posterior. Estos tratamientos industriales son procesos altamente automatizados y van seguidos en la mayoría de los casos de tratamientos térmicos para reducir o destruir los gérmenes que contiene. La NOM-243-SSA1-2010 los define de la siguiente manera:

- Esterilización: tratamiento térmico aplicado al producto para la destrucción de todos los microorganismos viables de importancia en la salud pública y aquellos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución, sin la condición de refrigeración.
- Pasteurización: tratamiento térmico al que se someten los productos, consistente en una relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de algunas enzimas de los alimentos.
- Ultrapasteurización: proceso al cual es sometido el producto a una adecuada relación de temperatura y tiempo, envasado asépticamente para garantizar la esterilidad comercial.

La tabla 4 muestra algunos de estos tratamientos, las condiciones y las características de la leche.

Tabla 4. Tratamientos industriales utilizados en los procesos de elaboración de lácteos

Tratamiento	Características de la leche	Condiciones de tratamiento
Esterilización	Se destruyen todos los microorganismos presentes en la leche. Se conserva durante 6 meses.	Entre 105 y 120°C. Durante 15-20 segundos. Pre-esterilización previa a 130-140°C durante 2-15 segundos.

Pasteurización	Es la leche del día. Se destruyen los gérmenes patógenos y una proporción importante de los demás gérmenes. Después del tratamiento ha de conservarse siempre en frío. Se conserva durante una semana.	Lenta: 63°C durante 30 minutos. Rápida: 72°C durante 15 segundos. Enfriamiento posterior a 6°C.
Ultrapasteurización	Se consigue la destrucción completa de los gérmenes. Se conserva durante 3 meses	Calentamiento instantáneo en flujo continuo a 140-150°C. Durante 2-5 segundos. Envasado aséptico en recipientes estériles.

Fuente: NOM-243-SSA1-2010

Los tratamientos térmicos eliminan los gérmenes que la leche pudiera contener, siendo por tanto una etapa crítica para la seguridad del producto. El principal riesgo es la supervivencia de los gérmenes.

Esto puede ser debido, fundamentalmente, a dos tipos de factores:

- Que los equipos estén diseñados o instalados incorrectamente.
- Que no se aplique la relación tiempo/temperatura adecuada.

1.2.4 Envasado

El envasado de la leche y productos lácteos se realiza generalmente en envases parcialmente formados en los propios equipos de envasado, donde previamente son esterilizados. En la cadena se llenan y se cierran herméticamente. Todas estas fases se realizan mecánicamente en continuo. La contaminación de la leche o productos lácteos durante esta etapa puede ocurrir por alguna de las siguientes causas:

- Los equipos no funcionan correctamente.
- La línea de llenado no está limpia y desinfectada.
- Los operadores no manipulan siguiendo las normas higiénicas.

- El ambiente de la sala de envasado tiene demasiada carga microbiana.

El operador de la zona de envasado debe vigilar la producción para detectar anomalías en los envases: abombamientos, abolladuras, falta de hermeticidad, y eliminarlos de la cadena. Por supuesto debe actuar según unas buenas prácticas de manipulación.

Los productos sometidos a ultrapasteurización o esterilización deben ser envasados asépticamente en envases que cuenten con barreras para proteger el producto del oxígeno y la luz, y llenarse en ausencia de aire. El cierre de los envases debe ser hermético y llevar a cabo las pruebas para su control y los registros correspondientes. El envase que se emplee, debe someterse a un tratamiento de desinfección, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente (NOM-243-SSA1-2010).

1.2.5 Almacenamiento

Esta etapa corresponde al periodo de tiempo que transcurre desde que el producto sale ya acabado de la línea de elaboración hasta que se expide desde el almacén para ser distribuido. En el caso de la leche pasteurizada y otros productos lácteos, como yogures, quesos frescos, etc., los riesgos fundamentales son la proliferación bacteriana por almacenamiento a temperaturas inadecuadas (por encima de los 6°C) y superar la fecha de caducidad. Cuando se trata de leche esterilizada o ultrapasteurizada, el principal riesgo de contaminación asociado al periodo de almacenamiento industrial es la pérdida de estanqueidad. Con una simple inspección visual, el operador puede detectar envases deteriorados, mojados, etc. El deterioro de los envases puede ocurrir por manejarlos incorrectamente, porque no estén suficientemente protegidos e incluso por la presencia de plagas en el local de almacenamiento.

1.2.6 Distribución y venta

De acuerdo a lo establecido en el Manual de procedimiento del *Codex Alimentarius* para su aplicación en las distintas normas sobre productos lácteos (2009), es esencial que la leche y los productos lácteos se mantengan a la temperatura

adecuada para mantener su inocuidad e idoneidad desde el momento en que se envasan hasta su consumo o preparación para el consumo. La temperatura de almacenamiento debe ser suficiente para mantener la inocuidad e idoneidad del producto durante todo el tiempo de conservación, pero la temperatura de almacenamiento adecuada variará en función de que el producto sea o no perecedero. En el caso de los productos perecederos, el sistema de distribución debe estar diseñado para mantener el almacenamiento adecuado a bajas temperaturas a fin de garantizar la inocuidad y la idoneidad. Para los productos no perecederos, destinados a mantenerse estables en el almacenamiento a temperatura ambiente, deben evitarse las temperaturas extremas, principalmente para mantener su idoneidad. Al establecer las modalidades normales de distribución y manipulación deben tomarse en cuenta las temperaturas indebidas que razonablemente puedan preverse.

La leche pasteurizada, así como los productos lácteos frescos (quesos frescos, yogures, nata pasteurizada), deben distribuirse en vehículos refrigerados para evitar romper la cadena de frío. Las leches esterilizada y ultrapasteurizada, por ser productos de larga vida, no requieren frío para su transporte, pero debe exigirse igualmente que los vehículos se encuentren en perfectas condiciones higiénicas. Durante todo el proceso de distribución de la leche y productos lácteos ha de evitarse el inadecuado tratamiento del producto, con apilamientos excesivos, golpes y sobrecargas, que pueden originar roturas, rozamientos, pinchazos y reventones que provocan la pérdida de hermeticidad de los envases. Por otro lado, los comerciantes y consumidores deben respetar en todo momento las temperaturas y condiciones de almacenamiento y evitar la contaminación cruzada de los productos lácteos frescos una vez abiertos los envases, ya que son extremadamente sensibles.

1.3 Sistemas que permiten lograr la inocuidad de los alimentos

Aunque desde que se inició la industrialización de los alimentos, se ha tenido la preocupación por la inocuidad de los alimentos, es sólo en años recientes que se han desarrollado sistemas para cuidar la inocuidad de los alimentos. Inocuidad de

los alimentos es un concepto que implica que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consumen de acuerdo con el uso previsto.

La globalización ha generado fenómenos que han repercutido en la modalidad de adquisición de alimentos, tanto por los consumidores como en las transacciones comerciales nacionales e internacionales. Los países compradores de alimentos, en forma bilateral o a través de bloques regionales, imponen una serie de requisitos cada vez mayores y más sofisticados para los productos que adquieren, que se plasman en exigencias o acuerdos sanitarios que tienden a imprimir al producto un sello de garantía para sus consumidores. Actualmente los países han eliminado el temor de la falta de alimentos, pero ahora han desarrollado el “temor a los alimentos”, estableciendo cada vez mayor número de requisitos. Entre los requisitos establecidos por los diferentes países, existe la necesidad de cumplir con regulaciones respecto a la inocuidad de alimentos, definidas en diferentes normas o lineamientos como:

- Eurepgap
- Nestlé NQS
- Kraft food system
- BRC- packaging
- M&S System
- EFSIS
- IFS
- GMO
- GTP
- NCh 2861 HACCP
- Dutch HACCP
- DS 3027
- GFSI Guide
- McDonalds System
- Irish HACCP
- HACCP

El Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control que en inglés significa *Hazard Analisis and Critical Control Points*) ha sido el que se ha impuesto

a todos los demás sistemas para lograr la inocuidad de los alimentos, constituyendo en la actualidad, la mejor herramienta para el logro de la inocuidad alimentaria.

Por otro lado, tanto en el ámbito internacional como en el local, el modo de exposición de los productos para la venta minorista y el desarrollo de diversas modalidades de presentación, ha permitido que los consumidores tomen un contacto más directo con el producto que van a adquirir, pudiendo distinguir, ante la diversidad de ofertas, cuál es el alimento que se ajusta a su preferencia o conveniencia.

Se puede considerar genéricamente a la calidad, como la suma de valores que contiene un producto, tal como su presentación, condición nutricional, información del empaque, precio, etc. Los valores que integran la calidad son cambiantes, variando entre las distintas culturas y en un mismo grupo puede modificarse luego de un tiempo.

No obstante, en los alimentos, existe un factor de la calidad que debe estar siempre presente y es la inocuidad.

Los diferentes actores de la cadena alimentaria desde la producción primaria hasta la comercialización, son los responsables de ofrecer al consumidor un alimento inocuo.

1.3.1 Buenas Prácticas de Higiene (BPH)

La NOM-251-SSA1-2009 establece que “las prácticas de higiene son las medidas necesarias para garantizar la inocuidad de los productos”. Todas las personas tienen derecho a esperar que los alimentos que comen sean inocuos y aptos para el consumo. Las enfermedades de transmisión alimentaria y los daños provocados por los alimentos son, en el mejor de los casos, desagradables, y en el peor pueden ser fatales. Pero hay, además otras consecuencias los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos pueden perjudicar al comercio y al turismo y provocar pérdidas de ingresos, desempleo y pleitos. El deterioro de los alimentos ocasiona

pérdidas, es costoso y puede influir negativamente en el comercio y en la confianza de los consumidores.

El comercio internacional de productos alimenticios y los viajes al extranjero van en aumento, proporcionando importantes beneficios sociales y económicos. Pero ello facilita también la propagación de enfermedades en el mundo. Los hábitos de consumo de alimentos también han sufrido cambios importantes en muchos países durante los dos últimos decenios y, en consecuencia, se han perfeccionado nuevas técnicas de producción, preparación y distribución de alimentos. Por consiguiente, es imprescindible un control eficaz de la higiene, a fin de evitar las consecuencias perjudiciales que derivan de las enfermedades y los daños provocados por los alimentos y por el deterioro de los mismos, para la salud y la economía. Todos, 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.

Estos principios generales establecen una base sólida para asegurar la higiene de los alimentos y deberían aplicarse junto con cada código específico de prácticas de higiene, cuando sea apropiado, y con las directrices sobre criterios microbiológicos. Se recomienda la adopción, siempre que sea posible, de un enfoque basado en el sistema de HACCP para elevar el nivel de inocuidad de los alimentos.

1.3.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Las condiciones en que se manipulan los alimentos a lo largo de la cadena productiva hasta su consumo final, determinan su calidad, incluyendo su inocuidad. Las reglas básicas de manipulación higiénica, almacenamiento, elaboración, distribución y preparación final de todos los alimentos, a lo largo de la cadena de producción de los mismos, están establecidas en los requisitos generales (higiene alimentaria) del *Codex Alimentarius* (Vargas, 2005)

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) o *Good Manufacturing Practices* (GMP) se constituyen como regulaciones de carácter obligatorio en una gran cantidad de países; buscan evitar la presentación de riesgos de índole física,

química y biológica durante el proceso de manufactura de alimentos, que pudieran repercutir en afectaciones a la salud del consumidor.

Las BPM son especialmente monitoreadas para que su aplicación permita el alcance de los resultados esperados por el procesador, comercializador y consumidor, con base en las especificaciones plasmadas en las normas que les apliquen. Su utilización genera ventajas no sólo en materia de salud; los empresarios se ven beneficiados en términos de reducción de las pérdidas de producto por descomposición o alteración producida por contaminantes diversos y, por otra parte, mejora el posicionamiento de sus productos, mediante el reconocimiento de sus atributos positivos para la salud (*Ramírez, 2011*).

Las BPM comprenden actividades a instrumentar y vigilar sobre las instalaciones, equipo, utensilios, servicios, el proceso en todas y cada una de sus fases, control de fauna nociva, manejo de productos, manipulación de desechos, higiene personal, etc. Cada país tiene su propia regulación respecto a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), siendo en México la Norma NOM-251-SSA1-2009. Para cada punto estipulado en la norma se requiere demostrar cumplimiento a través de procedimientos, registros o evidencias visibles en recorridos.

En general, los sistemas gerenciales de inocuidad aún no están desarrollados adecuadamente en la industria pequeña y mediana de quesería en México, además de que los recursos financieros son escasos. Por consiguiente, al considerar estrategias para poner en práctica un plan HACCP, es importante reconocer que hay una interdependencia crítica entre HACCP y los programas de prerrequisitos; es decir, todas aquellas prácticas y condiciones que son esenciales para la inocuidad y que deben establecerse antes de intentar poner en práctica un sistema como HACCP (*Ramírez, 2011*)

Ramírez, (2011) menciona que desde esta perspectiva, el establecimiento y verificación de las BPM debiera ser una de las primeras actividades dentro de una estrategia gradual para poner en práctica el HACCP. De hecho, cumplir con los prerrequisitos del plan HACCP en la industria de la quesería puede demandar más

recursos financieros que poner en práctica el mismo HACCP. Como sucede frecuentemente, hay más problemas que recursos y por lo tanto se vuelve imperativo establecer prioridades.

La elaboración de un programa requiere un trabajo cuidadoso. El programa es el resultado de una labor ordenada e intencional en la cual deben participar preferentemente todas las instancias de la organización, ya que un procedimiento participativo y constructivo propicia el compromiso de cada uno de los miembros de la comunidad empresarial e incrementa las posibilidades de lograr los objetivos propuestos (*Ortiz, 2002*).

A pesar de los índices de pobreza en México, debido a que existe un porcentaje considerable de consumidores que exige cada vez más atributos de calidad en los productos que adquieren, siendo una característica esencial e implícita la inocuidad y, por otro lado a que el sector alimentario trata de bajar los costos de producción y venta, un programa de BPM, ofrece la posibilidad de lograr lo anterior manteniendo la calidad y contribuyendo a preservar la inocuidad. Además de ser obligatorias, en algunos casos, ciertas prácticas llevan a importantes mejoras y no requieren necesariamente de una elevada inversión de capital, en especial cuando se habla del orden, la higiene y la capacitación del personal (*Feldman , 2003*)

Por lo tanto de acuerdo a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (2007), un programa de BPM es útil para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, así como para el desarrollo de procesos y productos alimentarios; favorece una producción de alimentos higiénicamente seguros; es indispensable para la aplicación del sistema HACCP, así como para el de cualquier programa o sistema de calidad como por ejemplo el programa de Gestión de Calidad Total (TQM, *Total Quality Manufacturing*) o el sistema ISO 9000; y se asocian con el control a través de inspecciones del establecimiento.

1.3.3 Sistema HACCP

El Plan de Análisis de Peligros y Puntos de Críticos de Control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés), surgió en el año 1971 cuando una compañía

norteamericana junto con la NASA, se unieron para diseñar un sistema que garantizara al 100% que los alimentos destinados para los astronautas de la misión APOLO, no originaran ningún tipo de intoxicación durante las misiones especiales. A mediados de los años ochenta, se comenzó a generalizar su aplicación en las industrias de alimentos.

EL HACCP es “un sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos”. El sistema aporta confianza en que la inocuidad de los alimentos está siendo gestionada de forma eficaz. Busca los peligros que puedan evitar la inocuidad del producto y realiza controles para asegurar que el producto no causará daño al consumidor.

El HACCP es sistemático y preventivo para eliminar o minimizar los peligros físicos, químicos y biológicos en los alimentos. Reconocido internacionalmente para abordar los peligros biológicos, químicos y físicos mediante la previsión y la prevención, en lugar de la inspección y comprobación de los productos finales, evitando acciones tardías, costosas y, generalmente, poco efectivas para proteger la salud de los consumidores.

En la actualidad, el HACCP es necesario para toda tipo de industria de los alimentos y tiene como pre-requisitos que la planta ya cuente con el manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Higiene (BPH) (referido a las superficies y el medio ambiente de la planta).

En la figura 4 se presenta la cronología de los principales avances del sistema HACCP. Su objetivo es prevenir los peligros en el primer punto posible de la cadena alimentaria o sea, desde la producción primaria hasta el consumo final. Su aplicación en cualquier proceso de alimentos redundará en una notable disminución de los problemas causados por Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA) o por los factores físicos o químicos que pudieran poner en peligro su salud (*Carro y González, 2012*).

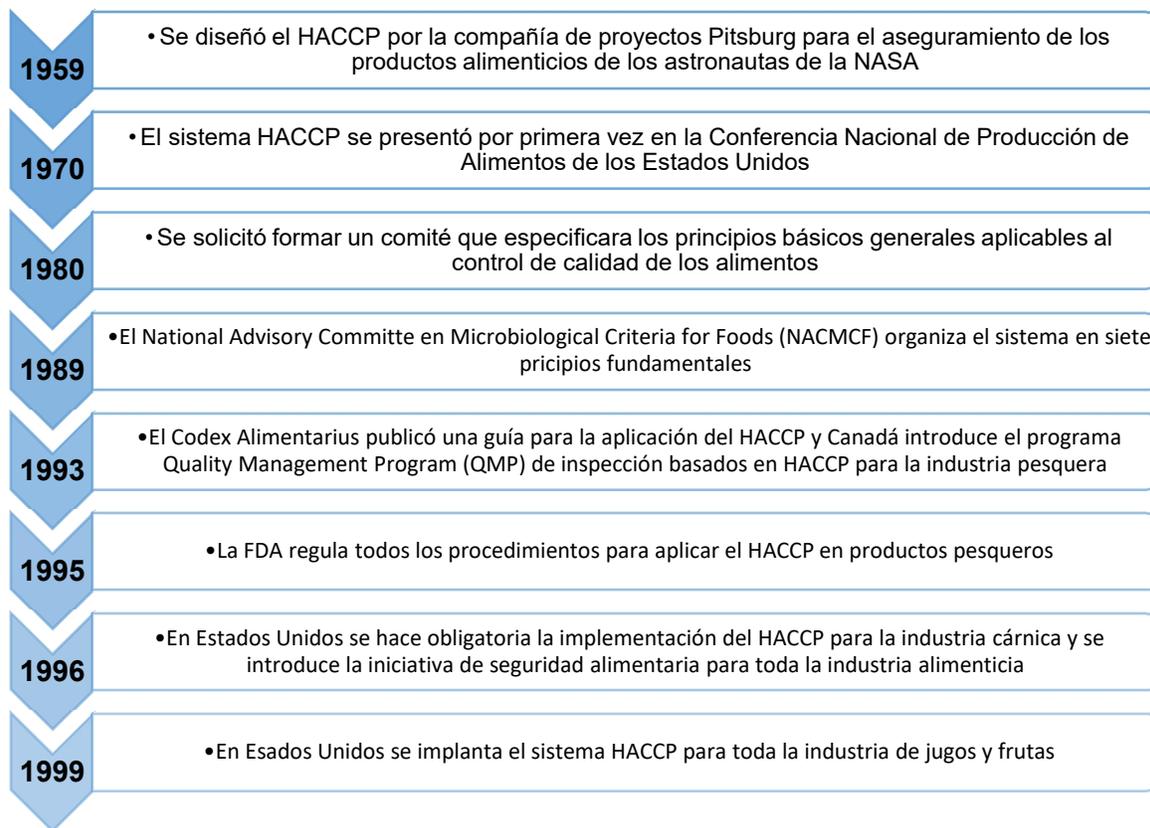


Figura 4. Cronología de los principales avances del Sistema HACCP

Fuente: Adaptado de Carro y González, 2012

Si bien el Sistema HACCP tiene ventajas, exige un real compromiso de la Dirección de la empresa y de todo el personal, para lograr una implantación sólida y eficaz, con la dinámica necesaria para ajustarse a los cambios que puedan surgir.

Además del compromiso de directivos y empleados en el desarrollo del HACCP, resulta imprescindible que previamente a su implementación, se cumpla con los prerequisites, como son las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las Buenas Prácticas de Higiene (BPH)

En la figura 5 se describe la secuencia de 12 pasos (5 pasos previos y 7 principios HACCP) para desarrollar un sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control de acuerdo a lo establecido a la NOM-251-SSA1-2009.

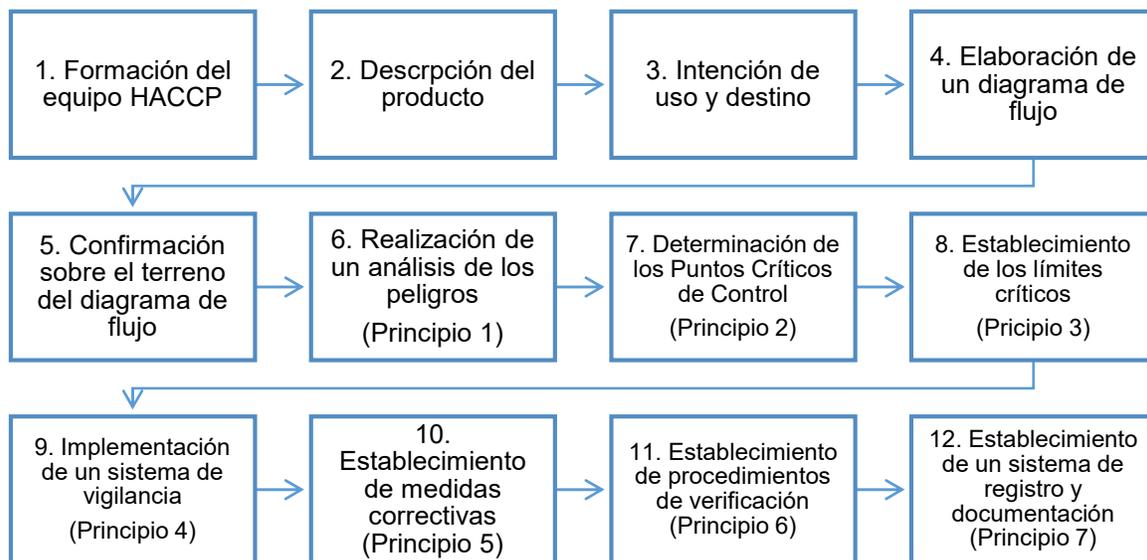


Figura 5. Secuencia para la aplicación del sistema HACCP

Fuente: Adaptado de NOM-251-SSA1-2009.

1.3.3.1 Directrices para la aplicación del sistema HACCP

Antes de aplicar el sistema de HACCP a cualquier sector de la cadena alimentaria, es necesario que el sector cuente con programas, como buenas prácticas de higiene, conforme a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, los Códigos de Prácticas del Codex pertinentes, y requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas previos necesarios para el sistema de HACCP, incluida la capacitación, deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz de dicho sistema.

En todos los tipos de empresa del sector alimentario son necesarios el conocimiento y el compromiso por parte de la dirección para poder aplicar un sistema de HACCP eficaz. Tal eficacia también dependerá de que la dirección y los empleados posean el conocimiento y las aptitudes técnicas adecuados en relación con el sistema de HACCP.

En la identificación del peligro, en su evaluación y en las operaciones subsiguientes de diseño y aplicación de sistemas de HACCP deberán tenerse en cuenta los efectos de las materias primas, los ingredientes, las prácticas de fabricación de alimentos, la función de los procesos de fabricación en el control de los peligros, el uso final probable del producto, las categorías de consumidores afectadas y los datos epidemiológicos relativos a la inocuidad de los alimentos.

La finalidad del sistema de HACCP es que el control se centre en los puntos críticos de control (PCC). En el caso de que se identifique un peligro que debe controlarse pero no se encuentre ningún PCC, deberá considerarse la posibilidad de rediseñar la operación.

El sistema de HACCP deberá aplicarse a cada operación concreta por separado. Puede darse el caso de que los PCC identificados en un cierto ejemplo de algún código de prácticas de higiene del Codex no sean los únicos que se determinan para una aplicación concreta, o que sean de naturaleza diferente. Cuando se introduzca alguna modificación en el producto, en el proceso o en cualquier fase, será necesario examinar la aplicación del sistema de HACCP y realizar los cambios oportunos.

Cada empresa debe hacerse cargo de la aplicación de los principios del sistema de HACCP; no obstante, los gobiernos y las empresas son conscientes de que puede haber obstáculos que impidan la aplicación eficaz de dicho sistema por la propia empresa. Esto puede ocurrir sobre todo en las empresas pequeñas y/o menos desarrolladas. Aunque se reconoce que el HACCP ha de aplicarse con la flexibilidad apropiada, deben observarse los siete principios en los que se basa el sistema. Dicha flexibilidad ha de tomar en cuenta la naturaleza y envergadura de la actividad, incluidos los recursos humanos y financieros; la infraestructura, los procedimientos, los conocimientos y las limitaciones prácticas.

Las empresas pequeñas y/o menos desarrolladas no siempre disponen de los recursos y conocimientos especializados necesarios para formular y aplicar un plan de HACCP eficaz. En tales casos, deberá obtenerse asesoramiento especializado de otras fuentes, entre las que se pueden incluir asociaciones comerciales

e industriales, expertos independientes y autoridades de reglamentación. Pueden ser de utilidad la literatura sobre el sistema de HACCP y, en particular, las guías concebidas específicamente para un cierto sector. Una guía al sistema de HACCP elaborada por expertos y pertinente al proceso o tipo de operación en cuestión puede ser una herramienta útil para las empresas al diseñar y aplicar sus planes de HACCP. Si las empresas utilizan dicha orientación elaborada por expertos sobre el sistema de HACCP, es fundamental que la misma sea específica para los alimentos y/o procesos considerados. En el documento FAO/OMS (en curso de elaboración) sobre los obstáculos para la aplicación del sistema de HACCP especialmente en las empresas pequeñas y menos desarrolladas se encontrará información más detallada sobre las dificultades para poner en práctica el sistema, en particular en tales empresas, y recomendaciones para superar dichos obstáculos.

No obstante, la eficacia de cualquier sistema de HACCP dependerá de que la dirección y los empleados posean el conocimiento y la práctica adecuados sobre el sistema de HACCP, y por tanto se requiere la capacitación constante de los empleados y la dirección a todos los niveles, según sea apropiado.

1.3.3.2 Pasos previos del sistema HACCP

Previo a la implementación de los principios del sistema HACCP, es necesario desarrollar con antelación pasos preliminares que ayudaran a tener una mejor planeación para el desarrollo del sistema HACCP, estos son:

- Formación del equipo HACCP.
- Descripción del producto y su uso esperado.
- Elaboración del diagrama de flujo del proceso.
- Verificación del diagrama de flujo del proceso en sitio.

Estos pasos son de gran importancia para poder identificar los peligros más probables en el proceso, es decir, que tipos de peligros físicos, químicos y biológicos pueden ser encontrados en el producto, cuál puede ser su origen y como pueden sobrevivir y crecer en el producto.

Los 5 pasos previos son:

Paso 1: Formación del equipo HACCP

La empresa alimentaria deberá asegurarse de que dispone de los conocimientos y competencia técnica adecuados para sus productos específicos a fin de formular un plan de HACCP eficaz. Para lograrlo, lo ideal es crear un equipo multidisciplinario.

Cuando no se disponga de tal competencia técnica en la propia empresa deberá recabarse asesoramiento especializado de otras fuentes como, por ejemplo, asociaciones comerciales e industriales, expertos independientes y autoridades de reglamentación, así como de la literatura sobre el sistema de HACCP y la orientación para su uso (en particular guías para aplicar el sistema de HACCP en sectores específicos).

Es posible que una persona adecuadamente capacitada que tenga acceso a tal orientación esté en condiciones de aplicar el sistema de HACCP en la empresa. Se debe determinar el ámbito de aplicación del plan de HACCP, que ha de describir el segmento de la cadena alimentaria afectado y las clases generales de peligros que han de abordarse (por ejemplo, si abarcará todas las clases de peligros o solamente algunas de ellas).

Paso 2: Descripción del producto

Formular una descripción completa del producto para el que se prepara el plan HACCP. Esta descripción cubre la composición del producto, estructura, condiciones de tratamiento, envasado, almacenamiento y condiciones de distribución, caducidad requerida e instrucciones de uso.

Paso 3: Determinación del uso al que ha de destinarse

El uso al que ha de destinarse deberá basarse en los usos previstos del producto por parte del usuario o consumidor final.

Es necesario determinar el lugar de la venta del producto, así como el grupo de personas al que está destinado (por ejemplo: alimentación en instituciones, centros de personas mayores y hospitales y/o público en general, etc.).

Paso 4: Elaboración del diagrama de flujo

Es necesario examinar el producto/proceso y elaborar un diagrama de flujo sobre el que establece el estudio HACCP. Cualquiera que sea el formato que elijas, estudia todos los pasos relacionados en el proceso, incluyendo retrasos durante, o entre los pasos de recepción de la materia prima, hasta la puesta del producto final en el mercado, en una secuencia y preséntalos en un diagrama de flujo detallado con los datos suficientes.

Al aplicar el sistema de HACCP a una operación determinada, deberán tenerse en cuenta las fases anteriores y posteriores a dicha operación. En el diagrama se especifica el movimiento de materias primas, productos, residuos; los locales de trabajo; el equipo de distribución, el almacenamiento y la distribución del producto; y los movimientos o cambios de empleados.

Paso 5: Verificación *in situ* del diagrama de flujo

El equipo HACCP confirma las operaciones de elaboración frente al diagrama de flujo en todas sus etapas y momentos y corrige el diagrama de flujo cuando es necesario.

1.3.3.3 Los siete principios HACCP

El Sistema HACCP consta de siete principios, que describen cómo establecer, implementar y mantener un plan HACCP para la operación bajo estudio (NOM-251-SSA1-2009).

PRINCIPIO 1: REALIZAR UN ANÁLISIS DE PELIGROS

El análisis de peligros es la parte del estudio HACCP en la que el equipo estudia cada etapa del proceso, identifica los peligros probables, evalúa su relevancia y

garantiza que se establecen las medidas adecuadas para su control. Por este motivo para la realización del análisis de peligros, los peligros son clasificados en 3 grupos, los cuales son:

- Biológicos: bacterias, virus y parásitos (siendo los virus y bacterias organismos que no crecen en el alimento).
- Químicos: de ocurrencia natural (toxinas de origen animal o vegetal) intencionalmente añadidos (aditivos, conservadores, colorantes, etc.) y no intencionalmente añadidos (adición accidental de sustancias prohibidas).
- Físicos: materias extrañas en el producto que puedan causar resultados adversos a la salud.

Cuando se realiza el análisis de peligros incluidos en los 3 grupos se pueden utilizar fuentes de información como:

- Información publicada en libros, revistas científicas e internet.
- Asesores/especialistas.
- Entidades de investigación.
- Proveedores/clientes.

En cada etapa del proceso se debe realizar una lista de los peligros que pueden aparecer teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Materias primas, leche cruda e ingredientes:

- Que peligros están asociados o presentes
- Estos peligros son un problema para el proceso/producto.

2. Diseño de planta y equipo:

- Posibilidad de contaminación cruzada.
- Existe una etapa (espera) donde los peligros microbiológicos pueden aumentar hasta niveles peligrosos.
- Se puede limpiar el equipo adecuadamente.

- Pueden los equipos/planta introducir peligros.

3. Diseño del proceso:

- Condiciones del proceso.
- Peligro de re contaminaciones.
- Presencia de materiales.

4. Diseño de instalaciones:

- Peligros por falta de delimitación de zonas.
- Peligros por aire (filtros)
- Peligros por plagas.

5. Envasado:

- Tipo de envasamiento (abierto/cerrado)
- Materiales que se utilizan.
- Se favorece algún riesgo microbiológico (aerobio/anaerobio).
- Se favorecen otros peligros (insectos, vidrios, plásticos).
- Es hermético el cierre de envases.

6. Personal:

- Buenas Prácticas de Higiene.
- Entrenamiento del personal.
- Existen controles de salud.

7. Distribución:

- Riesgos por almacenamiento inadecuado.
- El manipuleo del consumidor lo convierte en peligroso

Cuando se han identificado todos los peligros relevantes, el equipo HACCP debe analizar las medidas de control que hay que implementar en cada peligro

identificado. Estas pueden ya estar en la etapa analizada o pueden estar localizadas en una etapa posterior, pero en cualquier caso deben volverse a evaluar para comprobar que son adecuadas. También puede ocurrir que se precisen medidas de control adicionales y estas deben ser planificadas y desarrolladas.

PRINCIPIO 2: DETERMINAR LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC).

Es fundamental que el equipo HACCP determine los puntos-procedimientos-etapas operacionales que pueden ser controlados para eliminar riesgos o minimizar la probabilidad de que se produzcan así como entender la diferencia entre puntos críticos de control (PCC) y puntos de control (PC) con el objeto que solo se clasifiquen como PCC las etapas de procesos relacionados con la seguridad.

Entre los aspectos a tener en cuenta están:

- Características de tiempo y temperatura.
- Características ambientales de la producción (diseño, mantenimiento, higiene).
- Contaminación cruzada a partir del personal, otros productos o materias primas.
- Niveles aceptables para los peligros relevantes.

Sin embargo, además de conocimientos y experiencia, la identificación de los PCC es un proceso que requiere sentido común. Se sugiere que es improbable que un PCC sea apropiado si se dan las siguientes circunstancias:

- Cuando el peligro no puede ser controlado (contaminación cruzada).
- Cuando no existe la oportunidad de establecer un límite crítico con base científica (limpieza del equipo, enfriamiento progresivo de un producto, etc.).
- Cuando la etapa no puede ser vigilada.

El equipo debe registrar las respuestas a todas las preguntas incluidas en el árbol de decisiones, junto con los comentarios realizados por sus miembros en una tabla de análisis de peligros. Esta actividad servirá de justificante para la decisión del por

qué una etapa es PCC o no, especialmente cuando el sistema vaya a ser auditado posteriormente.

Una vez identificados, los PCC deben documentarse en una tabla de control del HACCP. En la tabla 5 se muestra un ejemplo:

Tabla 5. Control para los PCC

Puntos Críticos de Control (PCC)	Límites Críticos	Monitoreo				Acciones Correctivas
		Qué	Cómo	Frecuencia	Quién	

PRINCIPIO 3: ESTABLECER UN LÍMITE O LÍMITES CRÍTICOS.

Una vez identificados todos los PCC, el equipo debe decidir cuáles serán los criterios que separaran lo seguro de lo potencialmente peligroso en cada PCC, es decir se establecerán los límites críticos. Cuando el producto supera los límites críticos el PCC no está controlado y la seguridad del producto puede verse comprometida.

Los límites críticos pueden estar definidos por la legislación, estándares de seguridad y valores probados científicamente, por ese motivo es importante que el equipo HACCP conozca exhaustivamente los criterios que rigen la seguridad en cada PCC y los factores asociados a ellos para poder decidir cuáles serán los límites críticos apropiados. Estos factores tienen relación con el tipo de peligro que controla el PCC y deben ser parámetros medibles que se puedan vigilar por medio de parámetros y pruebas.

Los límites críticos deben validarse para comprobar que los criterios especificados controlan el peligro como deben. Además de los límites críticos es normal que

existan límites operativos que proporcionan un mayor margen de maniobra en la gestión del proceso. Estos límites se diseñan para permitir una cierta flexibilidad en el proceso de elaboración habitual, sin comprometer la seguridad alimentaria.

PRINCIPIO 4: ESTABLECER UN SISTEMA DE VIGILANCIA DEL CONTROL DE LOS PCC.

La vigilancia es la medición u observación de que el proceso está dentro de sus límites críticos, o lo que es más probable dentro de sus límites operacionales en un PCC. Por tanto, la razón para vigilar un PCC es confirmar que funciona correctamente y que se producen alimentos seguros. Los procedimientos de vigilancia de los PCC dependerán de la naturaleza de la medida de control y de la capacidad del mecanismo de vigilancia o método usado.

Es fundamental que la vigilancia sea capaz de detectar las pérdidas de control, por este motivo el establecimiento de los procedimientos de monitoreo implica una serie de elementos como:

a) EQUIPOS Y METODOS

El equipo utilizado durante el monitoreo debe poseer las características que se mencionan a continuación:

- Debe ser preciso: debe ser calibrado para garantizar resultados fiables.
- Fácil de usar: no siempre es práctico usar un equipo complicado. Especialmente si la vigilancia la realizan los empleados de la línea de producción.
- Accesible: Si el equipo está cerca del lugar en el que se va a utilizar las personas encargadas de su uso obtendrán antes los resultados.

Los procedimientos de monitoreo pueden ser sistemas como los que a continuación se describen:

- Sistemas en línea, que miden los factores críticos durante el proceso de producción continuamente o a intervalos.
- Sistema fuera de línea, en este caso se toman muestras y las mediciones se realizan posteriormente.
- Sistema basado en observaciones, ejemplo: confirmación de que el detector de metales funciona correctamente.

b) ESTABLECIMIENTO DE LA FRECUENCIA.

La frecuencia de la vigilancia dependerá de la naturaleza del PCC y debe ser establecida como parte del sistema de control, por ejemplo:

- Un detector de metales vigilara continuamente la presencia de metales y será verificado a intervalos regulares cada hora.

PRINCIPIO 5: ESTABLECER LAS MEDIDAS CORRECTIVAS QUE HAN DE ADOPTARSE CUANDO LA VIGILANCIA INDICA QUE UN DETERMINADO PCC NO ESTÁ CONTROLADO.

Si durante el monitoreo se detecta que ha ocurrido una desviación la cual haya superado los límites críticos de un PCC, se deben realizar acciones correctivas. Dado que el sistema HACCP ha sido diseñado para evitar que ocurran desviaciones, las acciones correctivas deben ser tenidas en cuenta desde 2 puntos de vista:

1. Lo que se debe hacer cuando se produce una desviación en un PCC, es decir, la acción correctiva.
2. La modificación del proceso que haya que hacer para prevenir esa desviación en el futuro, es decir, la acción preventiva.

Cuando tiene lugar una desviación, es fundamental actuar rápido. El propósito de esta acción es:

- Decidir el destino del producto elaborado durante el tiempo que duro la desviación.
- Modificar el proceso para volver a controlarlo.

Todo el producto elaborado durante el tiempo que duro la desviación debe ser retenido mientras se la valoran la probabilidad de que un peligro esté presente en un producto no conforme. En caso de ser necesario se puede analizar el producto y evaluar estadísticamente los resultados del análisis para decidir la seguridad del producto. Una vez realizadas todas las evaluaciones, el producto puede ser destruido, reciclado, vuelto a analizar o destinarlo a un uso alternativo.

Las responsabilidades de este tipo de acciones correctivas, que se analizan fuera de la línea de producción, suele recaer habitualmente en empleados de un nivel superior y es posible que el líder del equipo HACCP se vea implicado.

Por otro lado el hecho de volver a controlar el proceso puede implicar la parada de la línea de producción y solucionar temporalmente el proceso para poder seguir elaborando en la espera de una acción correctiva definitiva.

Modificar el proceso para seguir nuevas desviaciones implica la realización de ajustes en el proceso o producto para mantener el control. Entre los ejemplos típicos de ajustes de este tipo están el aumentar el tiempo de tratamiento térmico o ajustar el pH por medio de la formulación del producto. Puede implicar también la modificación de los límites operacionales para tener más margen de maniobra.

La responsabilidad de este tipo de actividades siempre recaerá en el equipo HACCP y se deberá reevaluar los cambios en el plan HACCP y actualizarlo en caso necesario. Por este motivo es importante que antes de incluir las actividades en el plan HACCP se deben pensar cuidadosamente las acciones correctivas. No es de esperar que el equipo HACCP decida simplemente que la acción correctiva sea avisar al encargado si el encargado no tiene una idea clara de lo que hay que hacer a continuación.

PRINCIPIO 6: ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE COMPROBACIÓN PARA CONFIRMAR QUE EL SISTEMA HACCP FUNCIONA EFICAZMENTE

Para comprender mejor este principio es necesario diferenciar la validación de la verificación, por esta razón el *Codex Alimentarius* las define como:

- Validación: la obtención de evidencia de que los elementos del plan HACCP son eficaces.
- Verificación: es la aplicación de métodos, procedimientos, análisis y otras evaluaciones, además de la vigilancia, para comprobar el cumplimiento del plan HACCP.

La aplicación del principio 6 se consigue por medio de una serie de actividades que se pueden incluir en las categorías de validación y verificación.

Mientras que la validación es una actividad que se realiza durante el desarrollo del plan, es preciso que se repita cada vez que haya un cambio en el producto o proceso. Sin embargo, la verificación es una actividad continuada que se realiza después de implantar el plan HACCP.

a) VERIFICACIÓN.

Es la confirmación de que se han implementado las medidas de control en el proceso, es decir, una vez que el plan HACCP se ha establecido en la práctica.

Las actividades de verificación incluyen auditorías del sistema HACCP, revisiones y análisis de la información proveniente de los registros de los PCC para garantizar su cumplimiento, muestreos y análisis microbiológicos y químicos del producto, revisión de los registros de quejas de los consumidores y de la calibración del equipo, es importante recordar que la verificación es un proceso continuo.

b) AUDITORIAS PERIÓDICAS.

Auditar es una actividad clave en la verificación, la cual proporciona evidencias de que el plan HACCP funciona eficazmente, y debe incluir la inspección de registros

de producción, de las desviaciones, de las acciones realizadas y la revisión de los procedimientos y prácticas de trabajo utilizadas para controlar los PCC.

Entre los beneficios de las auditorías del sistema están:

- Mantener la confianza en la eficacia del sistema y la gestión de la seguridad alimentaria.
- Mejora del sistema por medio de la identificación de los sectores de mejora.
- Proporcionar evidencia documentada de que se gestiona la seguridad alimentaria.

Se deben revisar periódicamente los registros generados por el sistema HACCP como parte del proceso de verificación, realizar un análisis de tendencias y que las acciones correctivas se lleven a cabo.

Teniendo en cuenta la necesidad de que las buenas prácticas de higiene sean un requisito previo (también deben ser revisados sus registros en caso de que existan). Los tipos de registros que deben ser revisados son variados y pueden estar incluidos:

c) HACCP

- Registros de los PCC.
- Resultados de análisis.
- Tablas de control del proceso.
- Informes de auditorías HACCP.
- Quejas de los consumidores.

La frecuencia de la revisión de estos registros se basara en su naturaleza e importancia y puede que sea diaria, semanal, mensual, trimestral o anual. El análisis es mejor que se realice informáticamente por medio de gráficas y tablas que indique una tendencia a través de técnicas estadísticas y proporciones un registro visual.

PRINCIPIO 7: ESTABLECER UN SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN SOBRE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS Y LOS REGISTROS APROPIADOS PARA ESTOS PRINCIPIOS Y SU APLICACIÓN.

El sistema HACCP debe estar documentado y sus registros guardados para demostrar que no solo ha sido establecido correctamente, sino que funciona correctamente, es decir, el principio 7 se aplica sobre los otros seis principios.

Si está bien organizado el control documental será más sencillo:

- Cada plan HACCP debe tener un único número de referencia que servirá para realizar las referencias cruzadas de toda la documentación relacionada con el plan. Esto facilita seguir el rastro de los registros durante su implementación.
- Los registros deben guardarse y archivarlos durante un tiempo apropiado, como normal general, se deben guardar por lo menos durante el año posterior a la caducidad del producto, a pesar de que los sistemas de gestión de la calidad certificados pueden exigir que ese tiempo se prolongue hasta alcanzar los 3 años.
- Los documentos deben estar fácilmente localizables
- La revisión y actualizaciones de los documentos deben hacerse de manera controlada, es decir con fecha y autorización.

Entre los tipos de registro que hay que guardar están:

- El plan HACCP, que incluirá como mínimo el diagrama de flujo del proceso y la tabla de control de HACCP, junto con la información de apoyo, análisis de peligros, información sobre el equipo HACCP y descripción del producto.
- Registro de las modificaciones del plan HACCP, que proporcionaran evidencia sobre los cambios realizados.
- Registros de la vigilancia de los PCC.
- Registros generados cuando se presentan desviaciones, es decir, retención/seguimiento/retirada de producto,

- Registros de formación que prueben que el personal implicado en la implantación del sistema HACCP ha recibido la formación adecuada.
- Registro de auditorías.
- Registros de la calibración.

Se debe mantener registros para demostrar que el Sistema HACCP está funcionando bajo control y que se ha aplicado la acción correctiva apropiada ante cualquier desviación con respecto a los límites críticos.

La formación es un requisito esencial para un Sistema HACCP satisfactorio. Como una ayuda para desarrollar un programa de formación específico para apoyar un plan HACCP, deben prepararse procedimientos e instrucciones de trabajo que definan las tareas del personal que opera cada punto de control crítico.

Es sabido que los alimentos se pueden contaminar a través de diversas formas, incluyendo las personas, las superficies de equipo, utensilios, aire, entre otros.

La limpieza y sanitización de superficies en contacto y sin contacto con el alimento, es la medida más efectiva para prevenir la contaminación de los alimentos.

Un programa efectivo de limpieza y sanitización considera procedimientos, responsables, equipamiento y productos específicos, así como también un programa de monitoreo, verificación y registros correspondientes.

Un programa de sanidad debe contener los siguientes elementos:

- Procedimientos de limpieza y desinfección a seguir antes, durante y después de las operaciones.
- Frecuencia para la ejecución de cada procedimiento.
- Identificación del responsable de dirigirlo.
- Vigilancia diaria de la ejecución de los procedimientos.
- Evaluación de la efectividad.

- Procedimientos en la prevención de la contaminación y toma de acciones correctivas cuando se determina que los procedimientos no logran prevenir la contaminación.

La limpieza y saneamiento son actividades consideradas parte fundamental de las operaciones, por lo que es de suma importancia contar con planes generales de limpieza, saneamiento y desinfección y que éstos sean aplicados de forma permanente e integral.

Los programas de limpieza y desinfección se desarrollan en los siguientes puntos:

- La infraestructura (áreas generales, instalaciones aéreas, etc.).
- Equipos y utensilios.

Los programas de limpieza y desinfección se documentan, generando los procedimientos operacionales estandarizados de sanidad, respondiendo a los cuestionamientos de:

- ¿Cómo? hacer la tarea.
- ¿Con qué? estableciendo qué materiales o utensilios utilizar.
- ¿Cuándo? y ¿con qué frecuencia? especificando en qué casos y estableciendo el tiempo de la nueva ejecución de la tarea.
- ¿Quién? estableciendo la persona a realizar el trabajo.

Para la verificación de la eficiencia de los procedimientos operativos estandarizados de sanidad se realizan análisis microbiológicos de todas las áreas del proceso, así como hisopado de manos, superficies, muestreo de materia prima, materia en proceso, producto deshidratado, producto envasado y producto final. También se realizan análisis microbiológicos de la fuente, hornos de deshidratado y ambiente. Todos los resultados de estos análisis permiten tomar acciones correctivas en cuanto a los procedimientos de sanidad modificando tiempos, concentraciones o acciones.

Para la rapidez y reducción de costos de la verificación de la eficiencia de los procedimientos de sanidad se puede utilizar equipo moderno como: luminómetros portátiles, que mediante el sistema de bioluminiscencia determinan la correcta aplicación del procedimiento.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se mencionan las actividades realizadas para desarrollar el análisis de riesgos y puntos críticos de control en una quesería del Estado de Tabasco, para ello se procedió a trabajar en un establecimiento ubicado en municipio de Huimanguillo, Tabasco. Se realizaron visitas para hacer un diagnóstico visual y documental de las actividades de la empresa. Así como para conocer los procesos utilizados para la elaboración de quesos frescos indispensables para desarrollar la propuesta de un Sistema HACCP para su posterior implementación en este establecimiento.

2.1 Prerrequisitos HACCP

Antes de implantar HACCP en una empresa, lo primero que se tiene que hacer es verificar si todos los requerimientos para los prerrequisitos son satisfactorios y, si se tienen los controles y documentación necesaria (descripción del programa, responsable y registros) que HACCP requiere para su funcionamiento en el establecimiento, esto de acuerdo a lo establecido en la NOM-251-SSA1-2009, la cual se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Documentos y registros

Actividad/Etapa	Documento	Información
Recepción de materias primas y material de envase y/o empaque	Especificaciones o criterios de aceptación o rechazo	Valor de la especificación o cualidad del atributo a ser evaluado. La evaluación se puede realizar en los laboratorios de la empresa. Cuando la evaluación se haga por un tercero, éste deberá emitir un certificado de calidad que respalde la evaluación
	Registros, reportes o Certificados de calidad	El certificado de calidad, reporte o el registro deberá contener al menos: Nombre del producto o clave, fecha, proveedor u origen, cantidad, lote y marca (si es el caso), resultado de la evaluación, información que permita identificar a la persona que realizó la evaluación. Cuando se identifiquen con clave, ésta debe permitir la rastreabilidad del producto.

Fabricación	Procedimiento / método de fabricación	Ingredientes, cantidades, orden de adición, condiciones importantes para la realización de cada operación, controles que deben aplicarse y descripción de las condiciones en que se deben llevar a cabo las fases de producción.
	Especificaciones de aceptación o rechazo del producto terminado	Especificación o cualidad del atributo a ser evaluado
	Registros del control de las fases de producción	Producto, lote, fecha, turno, si procede línea y máquina de envasado, valor de las variables de las fases de producción (ej. Temperatura, tiempo, presión), información que permita identificar a la persona que realizó la medición.
	Producto terminado	Producto, lote, tamaño de lote, resultados de los análisis que se realizan para aceptación del lote, información que permita identificar a la persona que realizó la evaluación.
	Sistema de lotificación	Codificación que permita la rastreabilidad del producto.
Almacenamiento y Distribución	Registros de: Entradas y salidas.	Producto, lote, cantidad, fecha.
	Temperatura de refrigeración o congelación	Fecha, hora, si procede número de equipo de refrigeración o congelación, medición de la temperatura.
Rechazos (producto fuera de especificaciones)	Procedimiento	Manejo de producto que no cumpla especificaciones.
	Registros	Producto, lote, cantidad, causa del rechazo, destino, nombre de la persona que rechazó.
Equipo e instrumentos para el control de las fases de producción	Programa de mantenimiento y calibración.	Calendarización donde se indique equipo o instrumento y frecuencia.
	Registros, reportes o certificados.	Identificación del equipo o instrumento, serie, fecha y operación realizada.
Limpieza	Procedimientos específicos para instalaciones, equipos y transporte.	Productos de limpieza usados, concentraciones, enjuagues, orden de aplicación.
	Programa.	Calendarización y frecuencia por área o por equipo, persona responsable de llevarlo a cabo.
	Registro.	Área o equipo, fecha, hora o turno, información que permita identificar a la persona que lo realizó.

		Se puede manejar como una lista de cumplimiento o incumplimiento.
Control de plagas	Programa	Calendarización y frecuencia.
	Registros o certificados de servicio.	Área donde se aplicó, fecha y hora, información que permita identificar a la persona o empresa que lo realizó, número de licencia, productos utilizados y técnica de aplicación y de ser el caso croquis con la ubicación de estaciones de control y monitoreo.
Capacitación del personal	Programa.	Calendarización. Los temas a incluir serán los establecidos en el numeral 5.14.2 de la NOM-251-SSA1-2009
	Registros o constancias.	Fecha, participantes, capacitador y constancia de capacitación de los participantes.

Fuente: NOM-251-SSA1-2009

En la primera parte del trabajo se realizaron visitas de inspección en la quesería, con el fin de realizar el diagnóstico y evaluación visual de las instalaciones durante el proceso de elaboración de quesos de acuerdo a las recomendaciones sanitarias establecidas en la NOM-251-SSA1-2009.

2.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) Y Buenas Prácticas de higiene (BPH)

Las BPM y BPH son especialmente importantes cuando se considera el diseño e implementación del Sistema HACCP en una industria alimentaria. Estas deben ser monitoreadas para que su aplicación permita el alcance de los resultados esperados por el procesador, comercializador y consumidor, con base en las especificaciones plasmadas en la NOM-251-SSA1-2009 en la sección 5 *Disposiciones Generales*.

Para la evaluación de las instalaciones se hizo uso de la guía de auto verificación siguiendo las recomendaciones sanitarias establecidas en la normatividad vigente y se tomaron fotografías durante la visita de inspección *in situ*. Se confirmó que la quesería tuviera los prerrequisitos para poder implementar HACCP, así también que el personal de la empresa tenga la capacitación necesaria para operar durante el proceso de producción de quesos frescos.

La evaluación sobre la ejecución de BPM y BPH se resumió en tres aspectos principales: 1) el cumplimiento de las BPH por parte del personal, 2) condiciones sanitarias del edificios e instalaciones, 3) equipos, utensilios y proceso, todo ello en

concordancia con lo establecido en la NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

2.3 Formación de un Equipo HACCP

La empresa alimentaria deberá asegurarse de que dispone de los conocimientos y competencia técnica adecuados para sus productos específicos a fin de formular un plan de HACCP eficaz. Para lograrlo, lo ideal es crear un equipo multidisciplinario, para ello se empezó por recaudar información acerca del sistema HACCP, con base a esta información se formó el equipo HACCP integrado por personal calificado para este fin, lo cual se presenta en la tabla 7, en la que se detallan los integrantes, las áreas de las que son encargado y los conocimientos indispensables para la aplicación del sistema HACCP.

Tabla 7. Integrantes equipo HACCP

INTEGRANTES/ÁREA	CONOCIMIENTO Y RESPONSABILIDADES
Líder del equipo / Control de calidad	Conocimientos: Peligros físicos, químicos y microbiológicos, riesgos asociados y sobre las medidas que se pueden tomar para controlar los peligros.
Coordinador equipo HACCP /Subgerente del área de Producción y mantenimiento	Conocimientos: actividades a detalle de la producción diaria, necesarias para la elaboración del producto.
Supervisor de Producción	Conocimientos: actividades a detalle de la producción diaria, necesarias para la elaboración del producto.
Supervisor de Mantenimiento	Conocimientos: funcionamiento de los equipos y medidas que se pueden tomar para el control de peligros.
Supervisor de almacén	Conocimientos: condiciones de almacenamiento y manipulación de materias primas y productos.

Fuente: Adaptado de Ávila Villanueva, 2013

2.4 Descripción del Producto y Elaboración de Diagramas de Flujo

Deberá formularse una descripción completa del producto, que incluya información pertinente a la elaboración del producto. El equipo de HACCP deberá construir un diagrama de flujo. Éste ha de abarcar todas las fases de las operaciones relativas a un producto determinado. Se podrá utilizar el mismo diagrama para varios productos si su fabricación conforma fases de elaboración similares.

2.5 Confirmación *In Situ* del Diagrama de Flujo

Deberán adoptarse medidas para confirmar la correspondencia entre el diagrama de flujo y la operación de elaboración en todas sus etapas y momentos, y modificarlo si procede. La confirmación del diagrama de flujo deberá estar a cargo de una persona o personas que conozcan suficientemente las actividades de elaboración.

2.6 Análisis de Riesgo y Medidas Preventivas

De acuerdo a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos CAC/RCP 1-1969 del *Codex Alimentarius* se deberá compilar una lista de todos los peligros que pueden preverse de manera razonable en cada fase de acuerdo con el ámbito de aplicación previsto, desde la producción primaria, pasando por la elaboración, la fabricación y la distribución hasta el momento del consumo.

Se llevará a cabo un análisis de riesgo para identificar, en relación con el plan de HACCP, cuáles son los peligros que son indispensable eliminar o reducir a niveles aceptables para poder producir un alimento inocuo. Al realizar el análisis de riesgos deberán considerarse, siempre que sea posible, los siguientes factores:

- La probabilidad de que surjan peligros y la gravedad de sus efectos nocivos para la salud;
- La evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la presencia de peligros;
- La supervivencia o proliferación de los microorganismos involucrados;
- La producción o persistencia de toxinas, agentes químicos o físicos en los alimentos; y

- Las condiciones que pueden dar lugar a lo anterior. Deberá analizarse qué medidas de control, si las hubiera, se pueden aplicar en relación con cada peligro.

2.7 Determinación de Puntos Críticos de Control (PCC)

La determinación de un PCC en el sistema de HACCP se puede facilitar con la aplicación de un árbol de decisiones (figura 6) en el que se indica un enfoque de razonamiento lógico. El árbol de decisiones deberá aplicarse de manera flexible, considerando si la operación se refiere a la producción, el sacrificio, la elaboración, el almacenamiento, la distribución u otro fin, y deberá utilizarse como orientación para determinar los PCC.

Si se identifica un peligro en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad, y no existe ninguna medida de control que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, el producto o el proceso deberán modificarse en esa fase, o en cualquier fase anterior o posterior, para incluir una medida de control.

2.8 Establecimiento de Límites Críticos para cada PCC

Para cada punto crítico de control, deberán especificarse y validarse los límites críticos de cada parámetro utilizado para determinar si el PCC está bajo control. En algunos casos, para una determinada fase se fijará más de un límite crítico. Entre los criterios aplicados suelen figurar las mediciones de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH, Aw y cloro disponible, así como parámetros sensoriales como el aspecto y la textura.

Con el fin de hacer frente a las desviaciones que puedan producirse, deberán formularse medidas correctivas específicas para cada PCC del sistema de HACCP. Estas medidas deberán asegurar que el PCC vuelve a estar controlado. Las medidas adoptadas deberán incluir también un adecuado sistema de eliminación del producto afectado.

Los procedimientos relativos a las desviaciones y la eliminación de los productos deberán documentarse en los registros del sistema de HACCP.

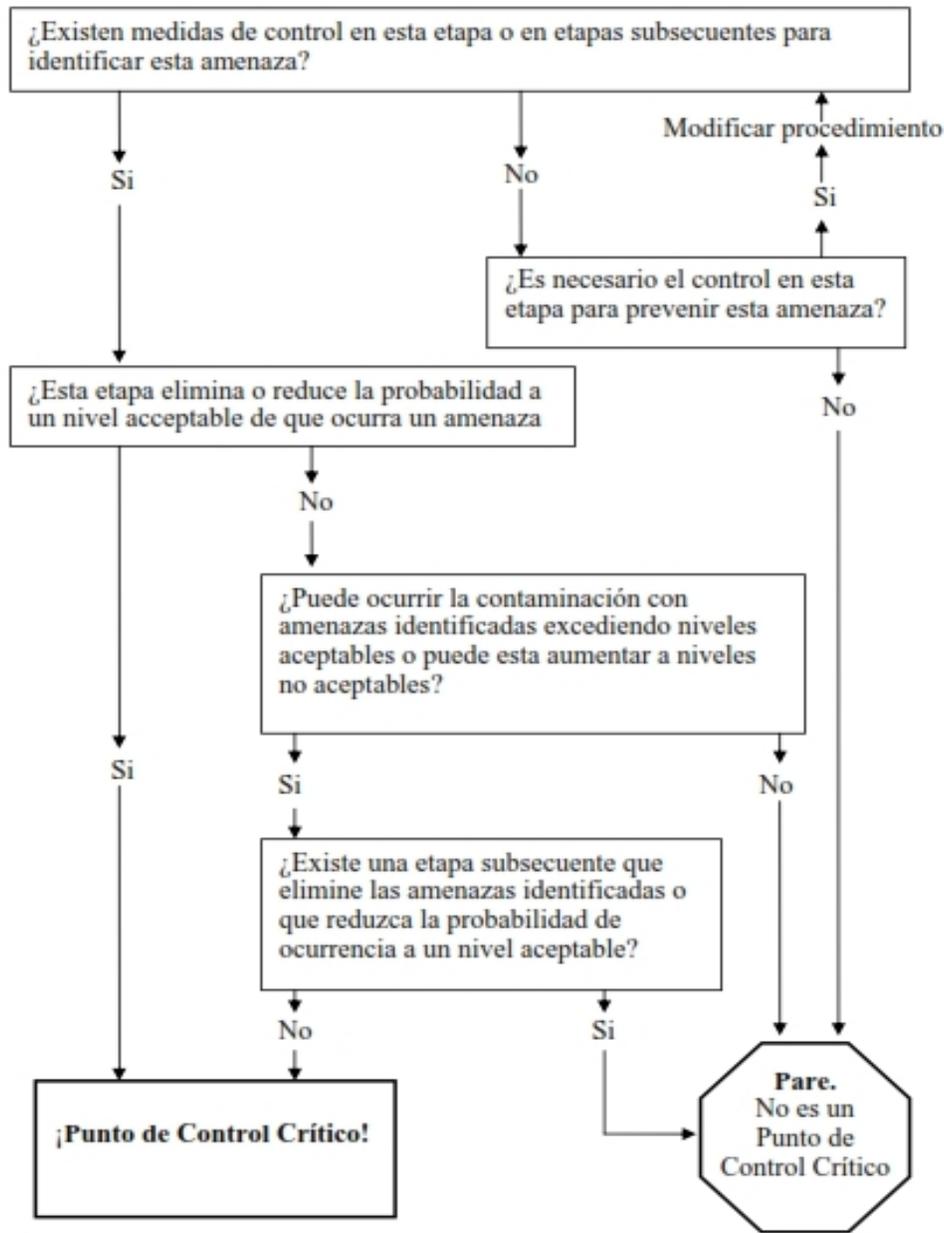


Figura 6. Árbol de decisiones

Fuente: Adaptado de NOM-251-SSA1-2009

2.9 Establecimiento de un sistema de vigilancia

La vigilancia es la medición u observación programadas de un PCC en relación con sus límites críticos. Mediante los procedimientos de vigilancia deberá poderse detectar una pérdida de control en el PCC. Además, lo ideal es que la vigilancia

proporcione esta información a tiempo como para hacer correcciones que permitan asegurar el control del proceso para impedir que se infrinjan los límites críticos. Cuando sea posible, los procesos deberán corregirse cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia a la pérdida de control en un PCC, y las correcciones deberán efectuarse antes de que ocurra una desviación.

Los datos obtenidos gracias a la vigilancia deberán ser evaluados por una persona designada que tenga los conocimientos y la competencia necesarios para aplicar medidas correctivas, cuando proceda. Si la vigilancia no es continua, su grado o frecuencia deberán ser suficientes como para garantizar que el PCC esté controlado.

La mayoría de los procedimientos de vigilancia de los PCC deberán efectuarse con rapidez porque se referirán a procesos continuos y no habrá tiempo para ensayos analíticos prolongados.

Con frecuencia se prefieren las mediciones físicas y químicas a los ensayos microbiológicos, porque pueden realizarse rápidamente y a menudo indican el control microbiológico del producto.

Todos los registros y documentos relacionados con la vigilancia de los PCC deberán estar firmados por la persona o personas que efectúan la vigilancia y por el funcionario o funcionarios de la empresa encargados de la revisión.

2.10 Documentación y Registros

Deberán documentarse los procedimientos del sistema de HACCP, y los sistemas de documentación y registro deberán ajustarse a la naturaleza y magnitud de la operación en cuestión y ser suficientes para ayudar a las empresas a comprobar que se realizan y mantienen los controles de HACCP.

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;
- Los procedimientos de comprobación aplicados;
- Las modificaciones al plan de HACCP.

Un sistema de registro sencillo puede ser eficaz y fácil de enseñar a los trabajadores.

2.11 Diseño del Sistema de Análisis de riesgo y control de puntos críticos (HACCP) en la quesería.

Después de realizar el diagnóstico de la empresa y considerando cada uno de los pasos descritos en este capítulo, se procedió a diseñar el sistema HACCP que se ofrecerá como propuesta para su implementación en la quesería con el fin de mejorar los procesos de elaboración de los diferentes quesos frescos que comercializa la empresa, mejorar las instalaciones del establecimiento y establecer criterios de aceptación y rechazo de la materia prima para cumplir con todos los requisitos establecidos por las autoridades sanitarias en la NOM-251-SSA1-2009, que aplica para este tipo de establecimientos.

III. RESULTADOS y DISCUSIÓN

3.1 Visita al establecimiento y evaluación preliminar de las BPM y BPH

La visita a la quesería permitió observar el proceso de producción de los quesos frescos que en ella se elaboran y llevar a cabo una evaluación preliminar de las BPM y BPH.

Al llegar a la quesería ubicada en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, se realizó un primer recorrido por las instalaciones y se observó que no cumplen con la totalidad de los requisitos de la norma sanitaria para este tipo de establecimientos, para ello se realizó una lista de verificación de acuerdo a las especificaciones de la NOM-251-SSA1-2009 y se procedió a registrar los hallazgos sobre la ejecución de las BPM en el edificio e instalaciones de producción para quesos frescos, tal y como se muestra en la tabla 8.

Se encontró que las áreas de procesos se encuentran debidamente distribuidas, lo que permite el paso de un área a otra sin dificultad, sin embargo las instalaciones del área de recepción de la leche se encuentra demasiado expuesta a la contaminación por polvo y fauna (figura 7).



Figura 7. Área de recepción de leche

En cuanto al edificio e instalaciones se observó que el diseño no permite su correcta limpieza y desinfección (principalmente del piso y techo), además favorece la proliferación de plagas como insectos y roedores ya que no cuenta con mosquiteros o protecciones en puertas y ventanas (figura 8), aunado a esto el área de producción se encuentra en un lugar en el que el exterior carece de mantenimiento y limpieza lo que también genera una contaminación cruzada debido al terreno polvoso en el que se encuentra el establecimiento. Los alimentos artesanales en varias ocasiones son elaborados en zonas rurales y representan el sustento económico de estos grupos (Domínguez-López y col., 2011) por lo que carecen del capital suficiente para invertir en el mejoramiento de las instalaciones, por lo que, la dificultad financiera se suma a la incapacidad para cumplir con este prerrequisito y, en consecuencia, no lograr implementar un sistema HACCP de forma exitosa.



Figura 8. Instalaciones en el interior del establecimiento

Cabe mencionar que en el área de proceso pasan tuberías y mangueras que tocan el suelo y están en contacto con los tanques o productos directamente (figura 9), aunque se le da la limpieza adecuada esto representa un riesgo durante la elaboración de los quesos.



Figura 9. Paso de mangueras y tuberías

Un punto a favor son la ventilación e iluminación del área lo cual permiten que no se encierren los vapores o humos de los procesos y así permitir la buena visión de las áreas de trabajo, tal y como se puede apreciar en la figura 10.



Figura 10. Ventilación e iluminación del área

Tabla 8. Evaluación de la ejecución de BPM en el edificio e instalaciones de producción de quesos frescos

Descripción de BPM	Cumplimiento
a) Distribución de las áreas de operaciones de modo que permita la correcta circulación o paso entre ellas	Si
b) Instalaciones que evitan la contaminación de las materias primas.	No
c) Pisos, paredes y techos de fácil limpieza dentro de las áreas de producción o elaboración	No
d) Puertas provistas de protección para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas en el área de producción	No
e) Ventanas provistas de protección para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas en el área de producción	No
f) Tuberías, conductos, rieles y cables que eviten pasar por encima de tanques y áreas de producción o elaboración, donde el producto esté expuesto.	No
g) Tuberías, conductos, rieles y cables en buenas condiciones y limpios en caso de que pasen por encima de tanques y áreas de producción o elaboración, donde el producto esté expuesto.	No
h) Instalaciones apropiadas para almacenamiento y distribución de agua potable.	Si
i) Drenaje, que esté provisto de trampas contra olores, y coladeras o canaletas con rejillas, las cuales deben mantenerse libres de basura, sin estancamientos y en buen estado.	Si
j) Ventilación para evitar el calor y condensación de vapores excesivos, así como la acumulación de humo y polvo.	Si
k) Iluminación adecuada que permita realizar las operaciones de manera higiénica.	Si
l) Baños que NO estén comunicados directamente con el área de producción o elaboración.	Si
m) Área exclusiva para el lavado de artículos empleados para la limpieza.	Si
n) Áreas de proceso sin evidencia de la presencia de plagas o fauna nociva (roedores, moscas, hormigas, mosquitos, etc.).	No
o) Patios del establecimiento libres de encharcamientos o cualquier otra condición que pueda ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas	Si
p) Un sistema o plan para el control de plagas y erradicación de fauna nociva.	No
Total %	50

En cuanto a la verificación del cumplimiento de BPM en utensilios y equipos mostrados en la tabla 9, la empresa contaba con tinas, palas, prensa y moldes de acero inoxidable, no realizaban el proceso de pasteurización pero mantenían la cadena de frío con temperatura de 4°C.

No cuenta con programas establecidos de mantenimiento preventivo, monitoreo de agua, calibración de equipos, verificación de cumplimiento de especificaciones de materia prima, primeras entradas-primeras salidas, empaque y producto terminado siendo indispensable, entre otros factores, el compromiso de los propietarios y la formación de un equipo de trabajo que en conjunto puedan esforzarse para lograr el cumplimiento de todos estos requisitos obligatorios que marca la normatividad vigente para este tipo de establecimientos.

Tabla 9. Evaluación de ejecución de utensilios y equipos en la producción de quesos frescos

Descripción de BPM	Cumplimiento
a) Cuentan con un programa de limpieza y desinfección de utensilios	No
b) Utensilios lisos, lavables y sin roturas que se emplean en las áreas donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas, y que puedan entrar en contacto con ellos.	Si
c) Utensilios empleados en la producción o elaboración, que sean inocuos y resistentes a la corrosión.	Si
d) Materiales empleados en el proceso en contacto directo con alimentos, bebidas o materias primas que permitan ser lavados adecuadamente.	Si
e) Materiales empleados en el proceso en contacto directo con alimentos, bebidas o materias primas que permitan ser desinfectados adecuadamente.	Si
f) Programa de mantenimiento preventivo de equipos	No
g) Equipos lisos, lavables y sin roturas que se emplean en las áreas donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas, y que puedan entrar en contacto con ellos.	No
h) Equipo empleado en la producción o elaboración, que sea inocuo y resistente a la corrosión	Si
i) Equipos de refrigeración y congelación que eviten la acumulación de agua.	Si
j) Equipos instalados en forma tal que el espacio entre ellos mismos, la pared, el techo y piso, permita su limpieza y desinfección.	Si

k) Termómetros o dispositivos funcionando correctamente para el registro de temperatura de los equipos de refrigeración y/o congelación, colocados en un lugar accesible para su monitoreo.	Si
l) Ambientes libres de utensilios y equipos en desuso	Si
m) Calibración de equipos	No
n) Verificación y registro de limpieza de equipos	No
Total %	54

Así mismo en la tabla 10 se muestra la evaluación de la ejecución de las BPM en áreas de almacén y envasado, en la cual se aprecia que no existe un área destinada para colocar y/o guardar los utensilios de limpieza como escobas o trapeadores, por lo general se encuentran en las áreas de elaboración de los quesos (figura 11), los recipientes se encuentran señalados e identificados con su contenido (figura 12), y el envasado se realiza de manera aceptable indicando en sus etiquetas la denominación, procedencia, fecha de caducidad y lote, sin embargo carecen de la leyenda “Consérvese en refrigeración”.



Figura 12. Material de limpieza en área de procesos



Figura 11. Identificación de químicos

Tabla 10. Evaluación de la ejecución de las BPM en las áreas de almacenamiento y envasado de quesos frescos

Descripción de BPM	Cumplimiento
a) Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de alimentos que se manejan.	Si
b) Materias primas y alimentos identificados y fechados de manera tal que se permita aplicar un sistema de Primeras Entradas y Primeras Salidas (PEPS)	No
c) Mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia y en condiciones que evite la contaminación de las materias primas y/o productos	Si
d) Una adecuada colocación de materias primas y alimentos que permitan la circulación del aire.	No
e) Una adecuada estiba de productos que impida el exudado de empaques o envolturas.	Si
f) Recipientes cerrados e identificados que contengan detergentes, agentes de limpieza, químicos y sustancias tóxicas.	Si
g) Agentes químicos y sustancias tóxicas, separados y almacenados en un área específica.	No
h) Un lugar específico para la guarda de escobas, trapeadores, recogedores, fibras y cualquier otro utensilio empleado para la limpieza del establecimiento separado del área de manipulación de alimentos.	No
i) Envases y recipientes protegidos del polvo, lluvia, fauna nociva y materia extraña.	No
j) Envases limpios y desinfectados en buen estado antes de su uso.	No
k) En la etiqueta se muestra la fecha de elaboración	Si
l) El etiquetado especifica lote y fecha de caducidad	Si
m) En la etiqueta se muestra la leyenda "Consérvese en refrigeración"	No
n) Se muestra el nombre o denominación del producto	Si
Total %	50

Como se aprecia en la tabla 11 presentadas sobre la evaluación de la ejecución de las BPH en el establecimiento, se encontró que el personal cumple con el 60% de lo establecido en la normatividad vigente, sin embargo la empresa carece de personal para el control y registro de higiene personal diaria, así como también falta de control de exámenes médicos con el fin de evitar la transmisión de enfermedades y riesgos en la salud alimentaria.

La NOM-251-SSA1-2009 señala que los manipuladores de alimento deben tener el cabello recogido y totalmente cubierto así como cubrir barba, bigotes y patillas, especificación que no se practica en el establecimiento debido a la falta de capacitación e información sobre las especificaciones reglamentarias que señala la normatividad vigente, así como la falta de capacitación para realizar las operaciones.

Los manipuladores mencionaron que la falta de conocimiento los lleva a cometer algunos errores en sus primeros días de trabajo, por su parte los productores mencionan que la falta de recursos económicos les impide condicionar el área de trabajo o impartir cursos al personal que allí labora. Al respecto, Akutsu y col. (2005), señalan que la aplicación de sistemas de gestión de la inocuidad en pequeños establecimientos es difícil debido, entre otros factores, a la falta de conocimiento y a la falta de capacitación de los recursos humanos.

Tabla 11. Evaluación de la ejecución de BPH del personal que elabora quesos frescos

Descripción de BPH	Cumplimiento
a) Presentarse aseado al área de trabajo con ropa y calzado limpios	Si
b) Iniciar jornada de trabajo con uniforme limpio	Si
c) Lavado de manos	Si
d) Tener uñas recortadas, sin esmalte y sin usar joyas	Si
e) Utilizar protección que cubra totalmente el cabello, barba, bigote y patillas	No
f) Sin evidencias de comer, masticar chicles, tomar bebidas o fumar	Si
g) Objetos personales en lugares definidos para este fin	Si

h) Capacitación en BPM	No
i) Exámenes médicos	No
j) Control y registro de la higiene del personal diario	No
Total %	60

Todo el personal que opere en las áreas de producción o sea manipulador de alimentos debe capacitarse en las BPH en el manejo de alimentos, por lo menos una vez al año, y la capacitación de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente, debe incluir:

1. Higiene personal, uso correcto de la indumentaria de trabajo y lavado correcto de manos.
2. El conocimiento de la NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
3. La naturaleza de los quesos, en particular su capacidad para el desarrollo de los microorganismos patógenos o de descomposición.
4. La forma en que se elaboran los quesos considerando la probabilidad de contaminación.
5. Las áreas y condiciones del almacenamiento de los quesos y trazabilidad del producto final.
6. Los criterios de aceptación, rechazo y conservación de la materia prima.
7. Identificación de riesgos químicos, físicos y biológicos durante el proceso de elaboración de quesos.
8. Enfermedades transmitidas por productos lácteos y repercusión de un producto contaminado en la salud del consumidor.

Con la capacitación y aplicación de las BPM y BPH se espera que se conserve la inocuidad de los productos terminados, partiendo desde la recepción de la materia prima hasta su posterior distribución. Haciendo énfasis en la importancia de la manipulación y almacenamiento del producto terminado para conservar la calidad sanitaria de éste.

3.2 Diagramas de flujo

Para la realización del manual HACCP, se procedió en primer lugar a elaborar los diagramas de flujo de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la empresa para la elaboración de los diferentes quesos frescos. Posteriormente se procedió a la verificación *in situ* de los mismos. Los diagramas de flujo se utilizaron como guía para la identificación de todos los peligros potenciales: biológicos, químicos y físicos en cada una de las etapas del proceso. Con base a estos diagramas también se analizaron los puntos de control (PC) y puntos de críticos de control (PCC), en las diferentes etapas del proceso y se determinaron las medidas preventivas a seguir para eliminar o disminuir peligros significativos que pudiera afectar la inocuidad del producto.

A continuación se presentan los Diagramas de flujo que se diseñaron con base a los datos proporcionados por el personal operativo de la empresa de los diferentes tipos de quesos frescos elaborados: queso panela, botanero, doble crema, Oaxaca y cottage.

3.2.1 Queso panela y botanero

Este producto es un queso fresco elaborado con leche natural de vaca, no acidificada y que puede ser entera o parcialmente descremada. Como todos los quesos frescos mexicanos, su composición incluye un porcentaje elevado de agua (hasta 58 %) y por ello es altamente perecedero, de ahí que tiene que conservarse bajo refrigeración desde el momento de su elaboración. En el proceso de elaboración (figura 13) se lleva a cabo una previa recepción de la leche, la cual se almacena hasta el momento de su uso; se procede a bombear la leche hasta el contenedor a través de tuberías. Una vez en el contenedor se adiciona el cuajo y se deja reposar por 50 minutos. Pasado el tiempo de reposo se realiza el corte o rallado de la cuajada el cual debe ser primero en líneas verticales y después horizontales, de esto se obtienen el suero y los granos (nombre que recibe el corte de la cuajada). Se retira el suero y la cuajada se coloca en recipientes en forma de canastos para su moldeado, una vez llenos los canastos se dejan escurrir de 15 a 20 minutos; se voltean los quesos y se dejan reposar por 3 horas, los quesos son pesados para su

posterior almacenamiento. Para el queso Botanero es el mismo procedimiento, pero en la etapa de moldeado se le adiciona una mezcla de jamón y chiles, se prensa para retirar el exceso de líquido y se deja reposar por 2 horas, posteriormente se pesan y se almacenan.

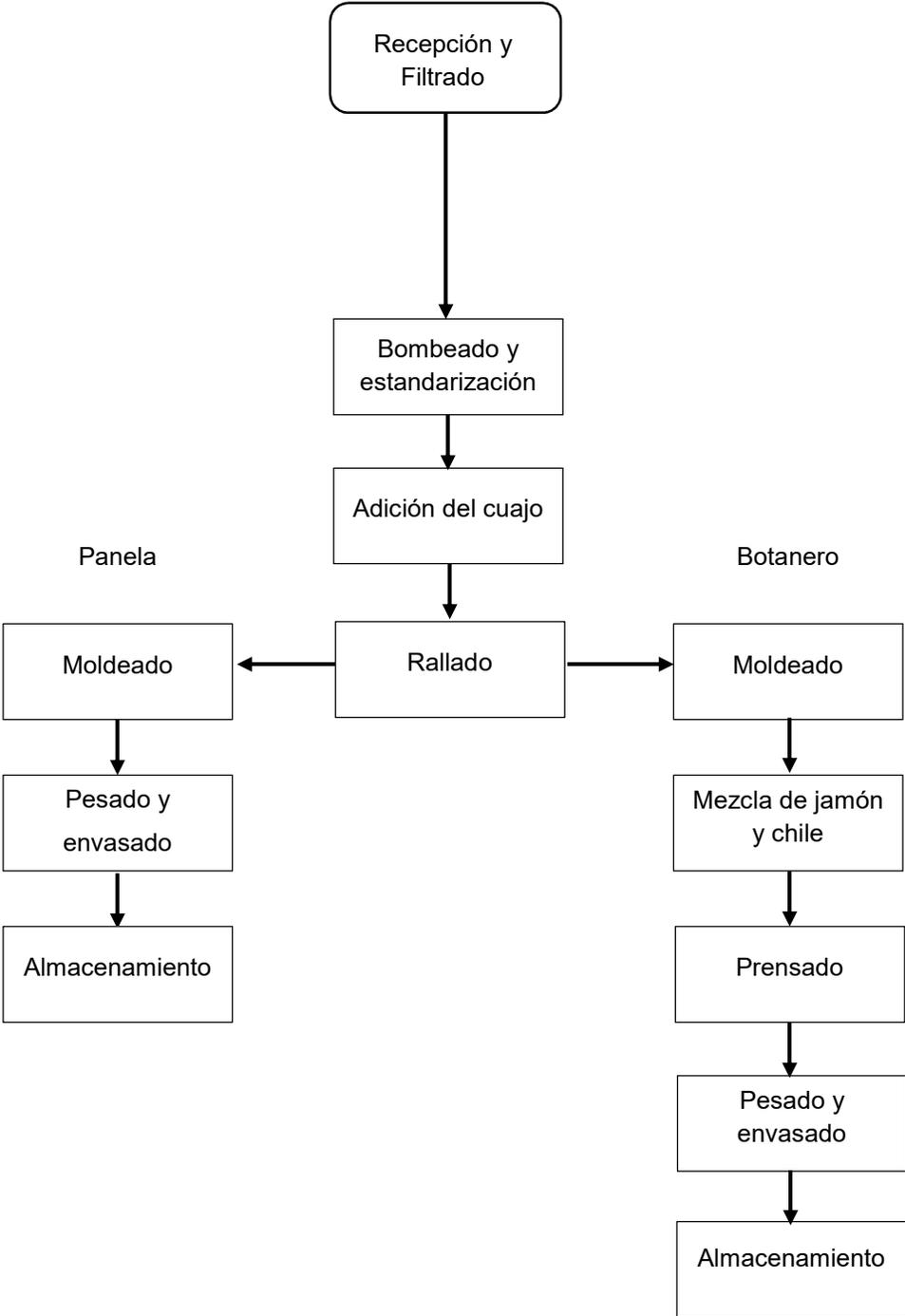


Figura 13. Diagrama de flujo de la elaboración de queso panela y queso Botanero

3.2.2 Queso doble crema

La elaboración de queso doble de crema (figura 14) es de mucho cuidado y mucha técnica debido a que se debe obtener el punto de acidez exacto, ya que es indispensable para llegar al punto de hilado del queso. Para este proceso se bombea la leche previamente almacenada hacia los contenedores y se les realiza una prueba de acidez titulable para tener el pH deseado, una vez que se tiene el pH ácido se adiciona el cuajo y se deja reposar medio día. Pasado el tiempo se agita en una mezcladora y se le adiciona sal, en seguida se coloca en moldes individuales y se llevan a una prensa por un día. Finalmente se pesan, se empacan y almacenan.

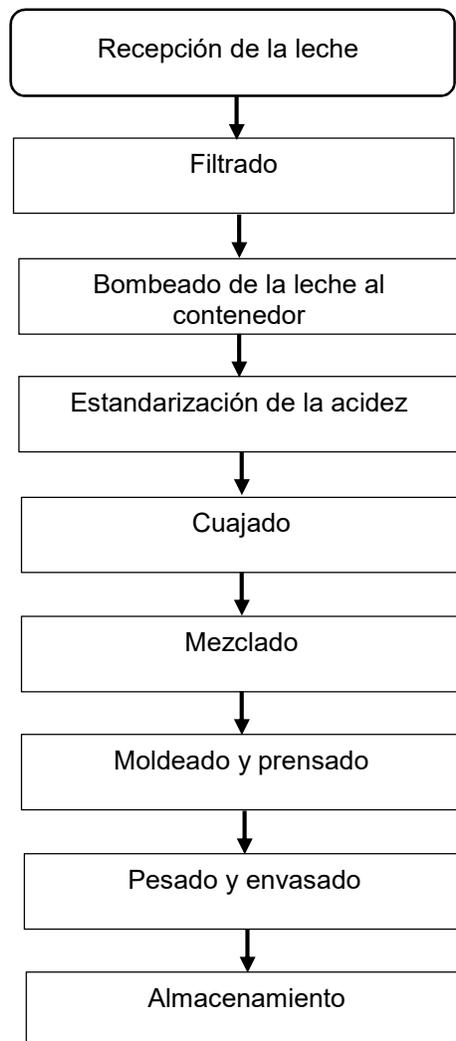


Figura 14. Diagrama de flujo de la elaboración de queso doble crema

3.2.3 Queso tipo Oaxaca

El queso Oaxaca (figura 15), al igual que los demás quesos se hace a partir de leche cruda, sólo que en este caso se emplea agua caliente para fundir el queso para poder realizar el amasado y estiramiento.

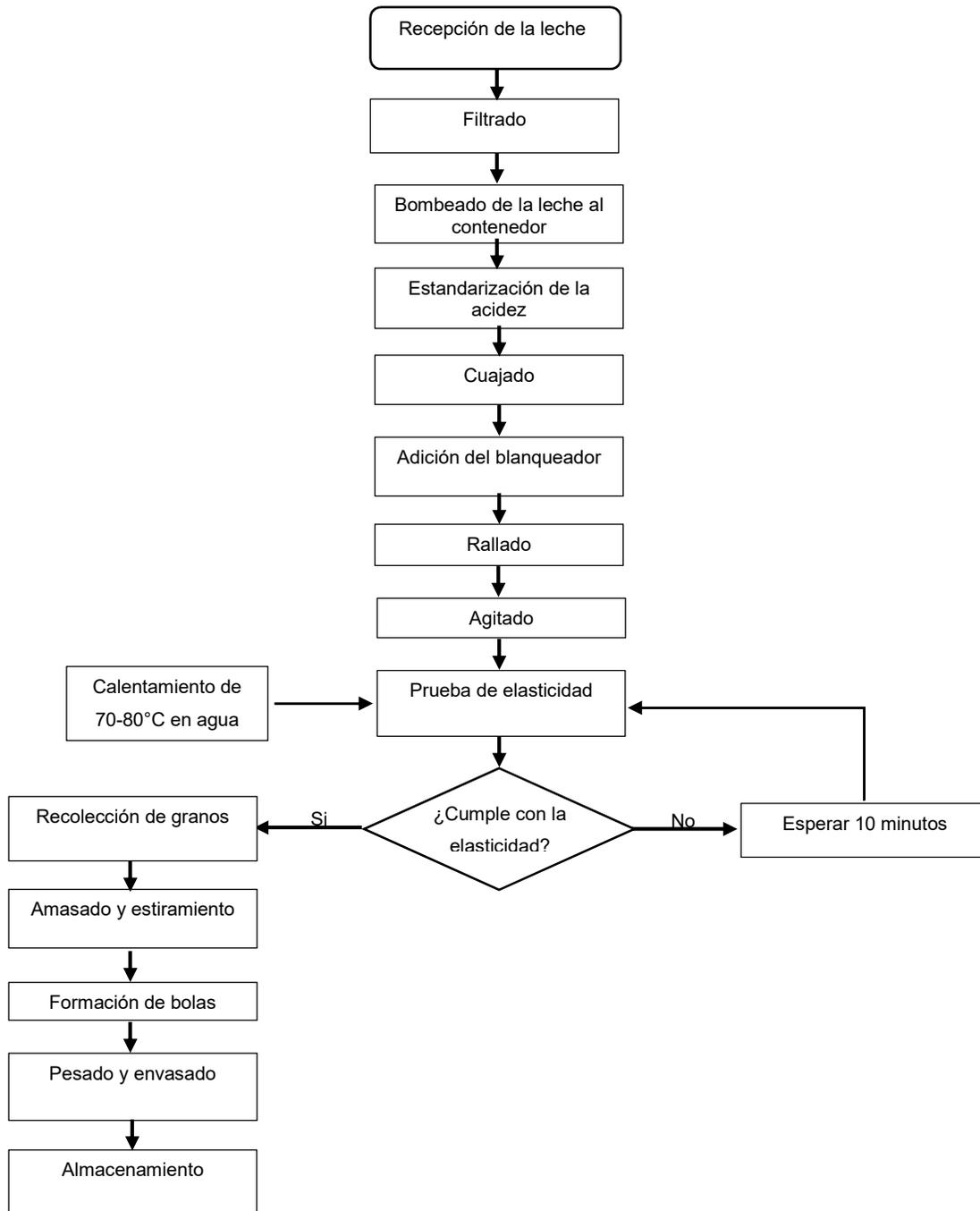


Figura 15. Diagrama de flujo de la elaboración de queso tipo Oaxaca

En el proceso de elaboración de éste tipo de queso, se bombea la leche previamente almacenada a través de tuberías hasta el contenedor en el que se regula la acidez utilizando ácido acético, después se agrega el cuajo y el blanqueador para procedes a realizar el corte de la cuajada o rallado, el siguiente paso es agitar durante 15 minutos dentro del contenedor para darle cuerpo y consistencia a los granos, se deja reposar y se realiza una prueba de estiramiento, un fragmento de la cuajada se bate con agua a 70 - 80°C, si se estira hasta llegar al "punto" para amasar toda la cuajada, de lo contrario se debe esperar 10 minutos para realizar la prueba.

Una vez confirmado el punto de amasado, se realiza el desuerado total y se procede a amasar toda la cuajada: en un recipiente se deposita la cuajada, se agrega agua caliente a 70 - 80°C y se procede a amasar juntando la cuajada ya sea con un agitador o con las manos (usando guantes). El agua se va cambiando según lo requiera. Ya que se logra juntar la masa y esté en el punto de estirla, se procede a la formación de tiras que se van depositando en otro recipiente que contiene agua fría donde reposan unos 15 minutos antes de pasar a la siguiente actividad. El salado se realiza por frotación de las tiras, finalmente se forman las bolas de queso según se desee, se pesan y se envasan para su posterior almacenamiento.

3.2.4 Queso cottage

El queso cottage es un queso suave y poco ácido, es elaborado con leche de vaca, se enmarca dentro de los quesos frescos y bajos en grasas, su contenido en materia grasa ronda el 4-8%. Este queso inglés tiene una textura granulosa y a su vez es cremoso. En su proceso de elaboración (figura 16) se bombea el suero resultante del queso doble crema y el queso tipo Oaxaca, se regula la acidez del suero y se calienta utilizando vapor a 50-60°C por un tiempo de 1 a 1:30 horas, se añade el ácido acético y se agita, se deja reposar de 5-10 minutos, pasado este tiempo se recolecta el material flotante por medio de filtración con telas, finalmente se pesan y se envasan para su posterior almacenamiento.

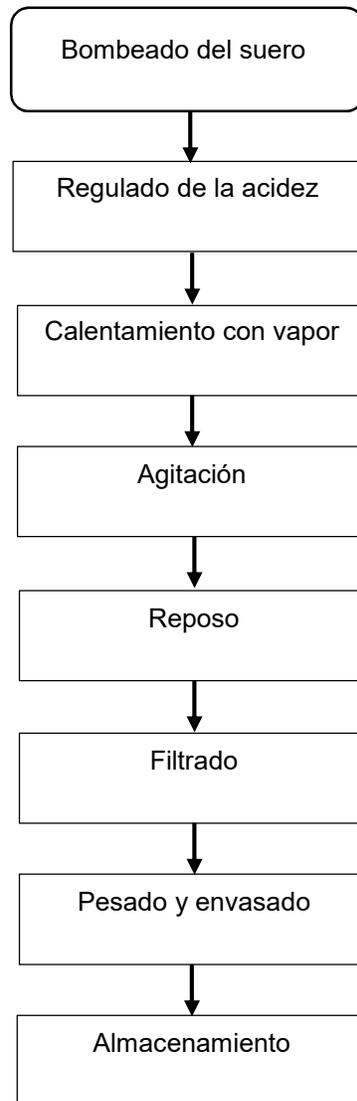


Figura 16. Diagrama de flujo de la elaboración de queso cottage

3.3 Riesgos encontrados y medidas preventivas

Una vez verificados *in situ* los Diagramas de flujo de cada uno de procesos de elaboración de estos quesos frescos, se procedió a identificar y registrar los diferentes riesgos físicos, químicos y biológicos asociados en cada una de las etapas del proceso. En la tabla 12 se presentan los riesgos físicos, químicos y biológicos identificados, así como las medidas preventivas que se proponen para cada peligro en particular.

Tabla 12. Análisis de Riesgos y medidas preventivas pen cada etapa del proceso

Etapa	Riesgos			Medidas preventivas	¿Esta etapa es un PCC o PC?
	Biológico	Químico	Físico		
Recepción y Filtrado	Presencia de bacterias patógenas (<i>Salmonella spp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i>)	Residuos de antibióticos y micotoxinas. Compuestos químicos (NaOH, H ₂ O ₂)	Pelo de animal, madera, tierra, materia fecal.	Verificación y monitoreo del filtrado de la leche Realizar análisis microbiológicos para descartar presencia de patógenos. Llevar un registro y control por parte de los proveedores.	PCC
Bombeado	Presencia de bacterias patógenas (<i>Salmonella spp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Vibrio cholerae</i>)	Trazas de desinfectantes , detergente o sosa caustica.	Materia extraña: restos de fibra, pelo, objetos pequeños.	Monitoreo y registro periódico de limpieza de ductos. Adecuada limpieza y desinfección siguiendo las BPM. Mantenimiento de equipo programado.	PC
Incorporación del cuajo	Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>E. coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>	Residuos de detergente y desinfectantes	Objetos pequeños, insectos, polvo, cabello.	Aplicar las BPH y BPM. Limpieza y desinfección de utensilios. Monitoreo y registro de limpieza de áreas y control de plagas. Monitoreo de tiempos.	PC
Corte y Rallado	Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>E. coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>	Residuos de detergente y desinfectantes	Objetos pequeños, insectos, polvo, cabello.	Aplicar las BPH y BPM. Limpieza y desinfección de utensilios. Monitoreo y registro de limpieza de áreas y control de plagas Monitoreo de tiempos.	PC

<p>Moldeado y Prensado</p>	<p>Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Salmonella spp</i>, <i>E. coli</i>, <i>Listeria monocytogenes</i></p>	<p>Residuos de productos de limpieza y desinfección.</p> <p>Transferencia de sustancias tóxicas al alimento por uso de envases no aptos en la industria alimentaria.</p>	<p>Trozos de madera, insectos, cabello, polvo, restos de fibra.</p>	<p>Aplicar las BPH: Lavado y desinfección de manos, no usar joyas, cubrir cabello completamente así como bigote y barba.</p> <p>Aplicar las BPM: Limpieza y desinfección de recipientes y utensilios de trabajo.</p> <p>Utilizar envases y recipientes de acero inoxidable</p> <p>Monitoreo y registro de limpieza y desinfección de áreas y utensilios.</p>	<p>PC</p>
<p>Envasado</p>	<p>Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Salmonella spp</i>, <i>E. coli</i>, <i>Listeria monocytogenes</i></p>	<p>Productos de limpieza y desinfección.</p>	<p>Polvo, Caída de objetos durante la manipulación.</p>	<p>Lavado y desinfección de equipo y del área de trabajo.</p> <p>Delimitar perimetralmente y señalizar la zona de envasado.</p> <p>Realizar en área cerrada para evitar corrientes de aire y entrada de polvo.</p> <p>Buenas prácticas de higiene personal: Lavado y desinfección de manos, no usar joyas, cubrir cabello completamente así como bigote y barba.</p> <p>Usar uniformes limpios.</p>	<p>PC</p>
<p>Almacenado</p>	<p>Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Salmonella spp</i>, <i>E. coli</i>, <i>Listeria monocytogenes</i></p>	<p>Productos de limpieza y desinfección</p>	<p>Presencia de insectos en el área de almacenamiento o polvo</p>	<p>Fijar condiciones de almacenamiento (Primeras entradas- Primeras salidas).</p> <p>Control del ambiente (porcentajes de humedad relativa y</p>	<p>PCC</p>

	resencia de toxinas: histamina y aminos biógenas			temperatura) del almacén. Colocar el producto en un área destinada para ello.	
Distribución	Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>E. coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>	Grasas del vehículo de transporte.	Presencia de tierra o insectos en los vehículos de distribución.	Mantener limpios los vehículos de transporte del producto. Usar vehículos cerrados para evitar el riesgo de contaminación por insectos y tierra.	PC

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los riesgos biológicos se atribuyen a la presencia de bacterias patógenas que se encuentran con mayor frecuencia en los lácteos y sus derivados, cabe mencionar es importante llevar un control de los análisis microbiológicos para descartar posibles brotes de infección gastrointestinal, en la tabla 13 se muestran los límites máximos del contenido microbiano que especifica la normatividad vigente para la regulación de lácteos y sus derivados. Una medida de control es aplicar procesos térmicos como la pasteurización para eliminar la carga microbiana, sin embargo esto no garantiza la completa inocuidad del producto final ya que en otras etapas del proceso existe el riesgo de contaminación cruzada, debida principalmente por la falta de las BPH por parte de los manipuladores.

Tabla 13. . Límites máximos de contenido microbiano para leche y derivados lácteos.

Microorganismo	Límite máximo	Productos
Organismos Coliformes totales	≤100 UFC/g o mL	Quesos de suero
	≤10 UFC/g o mL	En planta: Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados o deshidratados.
<i>Staphylococcus aureus</i>	≤10 UFC/ mL por siembra directa	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado pasteurizado.
	≤100 UFC/g o mL	Quesos madurados y quesos procesados
	1000 UFC/g	Quesos frescos y quesos de suero
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25g o mL	Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado: pasteurizados y deshidratados. Quesos frescos, madurados y procesados. Quesos desuero.
<i>Escherichia coli</i>	100 UFC/g o mL	Quesos frescos.

	≤ 3 NMP/g o mL	Leche utilizada como materia prima para la elaboración de quesos.
	≤ 10 NMP/g	Quesos madurados y procesados.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente en 25g o mL	Leche Quesos. Quesos de suero.
<i>Vibrio cholerae</i> ***	Ausente en 25g	Quesos frescos.
	Ausente en 50g	Quesos de suero.
Enterotoxina estafilococcica	Negativa	Leche que se emplee como materia prima para elaboración de quesos. Quesos frescos, madurados y procesados.
Toxina botulínica**	Negativa	Quesos frescos, madurados y procesados, envasados al alto vacío.
Mohos y levaduras	500 UFC/g o mL	Quesos frescos, madurados*** y quesos de suero.
	100 UFC/g o mL	Quesos procesados.

** Se determinará únicamente en situaciones de emergencia sanitaria, cuando la SSA de acuerdo a los resultados microbiológicos detecte su presencia, y ordenará la realización de un plan de trabajo por parte del fabricante o importador para controlar la presencia.

*** Aquellos productos que para su maduración requieren de hongos, pudieran estar fuera de este límite.

Fuente: NOM-243-SSA1-2010

En cuanto a los riesgos químicos, estos se propician al haber contacto de la materia prima y/o el producto final con agentes químicos o sustancia química como desinfectantes o productos de limpieza. Se recomienda no mantener productos químicos o de limpieza en las áreas de producción ni en el área de almacenamiento del producto final para descartar cualquier contaminación accidental que pueda afectar la inocuidad del producto.

Se propone un programa efectivo de limpieza y desinfección en el cual se consideren procedimientos, responsables y equipamiento. Los agentes de limpieza para los equipos y utensilios deben utilizarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos que garanticen su efectividad, evitando que entren en contacto directo con materias primas, producto en proceso, producto terminado sin envasar o material de empaque así como realizar un enjuague exhaustivo con agua potable en los contenedores y tuberías durante la limpieza.

Los riesgos físicos se atribuyen principalmente a la presencia de materia extraña (polvo, pelos, partes de insectos, vidrio, metal, madera) que pueden llegar al producto por una incorrecta manipulación de los operarios, equipos sin mantenimiento, o instalaciones inadecuadas, es por ello que en la quesería, bajo objeto de estudio, se recomienda mantener puertas y ventanas cerradas o protegidas con miriñaques para evitar la entrada de insectos cuyas partes pudieran

llegar al producto durante su elaboración, cubrir los focos de vidrio para evitar accidentes, contar con mesas y prensas de acero inoxidable para evitar astillas de madera. El filtrado de la leche en la etapa de recepción es indispensable para eliminar la materia extraña presente en la leche que es utilizada como materia prima para la elaboración de los quesos.

3.3.1 Recepción y Filtrado

En la figura 17 se observa la entrada principal (a) a las instalaciones de la quesería, en donde se aprecia la entrada que es de terracería por lo que es importante que el área de trabajo se encuentre aislada y con accesos totalmente cerrados para evitar la contaminación con el polvo que se dispersa en el área.



a) Exterior



b) Interior

Figura 17. Instalaciones de la empresa, a) Exterior, b) Interior

La etapa de recepción es el momento en que llega la leche a las instalaciones de la quesería, ésta se vierte en los contenedores o tinajas de acero inoxidable (figura 18) en la cual se filtra (figura 19) para retirar cualquier resto de materia extraña (pelo de animal, materia fecal, madera, piedras, entre otros) que pueda contener la leche. Si no se utiliza en el momento, ésta se mantiene en cubas de acero inoxidable (figura 20); a una temperatura de refrigeración menor o igual a 4°C. Se recomienda

que el trasvase hacia y desde las cubas se realice bajo estrictas condiciones higiénicas.



Figura 19. Tinajas de acero inoxidable



Figura 18. Filtrado de la leche



Figura 20. Cubas de acero inoxidable con sistema de refrigeración

En esta etapa es importante establecer los límites críticos de aceptación y rechazo de la materia prima para disminuir e incluso eliminar riesgos, para ello en la tabla 14 se muestra algunos criterios para aceptar o rechazar la leche que llega por lotes a la planta de producción.

Tabla 14. Criterios de aceptación o rechazo de leche cruda

CRITERIO	ACEPTACIÓN	RECHAZO
Olor	Fresco	Agrio, fuerte
Sabor	Dulce, ligeramente ácido, agradable.	Amargo, muy ácido
Color	Blanco	Amarillo, rosa, otro
Textura	Ligeramente líquida	Espesa, cremosa
Apariencia	Suave	Con grumos
Temperatura de recepción	De 2 a 6°C	De 15 a 20°C
Carga microbiana: (NOM-243-SSA1-2010).	Dentro de los límites máximos permisibles.	Sobrepasa los límites máximos permisibles.
Materia extraña	Ausente	Presencia
Acidez	0.12-0.18%	0.20%
pH	6.5 – 6.7	Menor a 6 y mayor a 7
Cantidad	Acordada en la orden de pedido con el proveedor.	No Aplica
Fecha y hora de recepción	Horario establecido con el proveedor.	Según necesidades de proceso.
Condiciones establecidas	Documentación y registros solicitados por la empresa.	No presenta las condiciones solicitadas.
Condiciones del transportador/manipulador	Debe usar vestimenta apropiada, botas y proteger su cabello.	Sin la vestimenta requerida.
Higiene del vehículo	Este debe estar adaptado para esta operación, ordenado, deber tener compartimientos, limpio, y manejar la temperatura que se desea para que la leche no se dañe.	Vehículo en mal estado, transporta otros productos diferentes a alimentos y mal manejo que puede causar una contaminación cruzada.
Integridad del recipiente de transporte	Limpio, seco, recipiente de plástico/acero inoxidable completamente cerrado.	Sucio, abierto, en un recipiente de apariencia descuidada y no apto para su transporte.

3.3.2 Bombeado de la leche

En la etapa de bombeo se transfiere la leche ya filtrada de las cubas hacia otros contenedores para su posterior tratamiento. Cabe mencionar que en esta etapa las mangueras por la cual pasa la leche se encuentran rozando el piso de las instalaciones (figura 21 y 22), como se aprecia, el piso es rústico por lo que se recomienda mantener las mangueras en una tarima sin tocar el piso para evitar la contaminación durante la elaboración de los quesos. Colocar un piso de tipo

sanitario para poder realizar la limpieza y desinfección de forma adecuada así como registrar en formatos la supervisión y el control de la limpieza de las mangueras y contenedores en esta etapa del proceso.



Figura 22. Bombeo de la leche filtrada



Figura 21. Mangueras de bombeo

La NOM-251-SSA1-2009 especifica que las tuberías que pasen sobre materia prima o contenedores de producto deben estar limpias y desinfectadas, por lo que se propone como medidas preventivas para esta etapa de control:

- El monitoreo y registro periódico de limpieza de ductos, mangueras y contenedores.
- Realizar una adecuada limpieza y desinfección siguiendo las especificaciones de las BPM.
- Dar mantenimiento de equipo programado para asegurar que durante el bombeo no hayan residuos o incrustaciones que puedan obstruir el paso del fluido.

3.3.3 Incorporación del cuajo

El cuajo se aplica una vez que la temperatura de la leche se fija en 30-32°C. Se aplican 10 ml de cuajo fuerza 1:10,000 por cada 100 litros de leche; se agita brevemente la leche para distribuirlo bien (figura 23) y se deja reposar. Para determinar el momento óptimo de cuajado se introduce un cuchillo en la cuajada; si el cuchillo sale totalmente limpio, la cuajada está lista para cortarse. Normalmente

el tiempo de cuajado varía entre 15 y 35 minutos, dependiendo, entre otros factores, del tipo de cuajo y del volumen de leche.



Figura 23. Incorporación del cuajo en la leche

Ésta etapa se considera únicamente de control y para ello se propone

- Aplicar las BPH verificando que el personal tenga las manos limpias y desinfectadas cada vez que salga y reingrese al área de producción, deberán tener el cabello totalmente cubierto así como bigotes y barba
- Realizar limpieza y desinfección de utensilios.
- Llevar un registro sobre el monitoreo de limpieza de áreas y control de plagas.
- Realizar monitoreo de tiempos de cuajado.

3.3.4 Corte/Rallado de la Cuajada

El corte mejora la consistencia de la cuajada. Se debe realizar primero en forma horizontal y luego en forma vertical (figura 24). En esta fase se obtienen dos productos: el grano y el suero. En esta etapa se recomienda que el corte de la cuajada se haga con liras de acero inoxidable horizontal y vertical (figura 25).



Figura 25. Corte de la cuajada



Figura 24. Tiras de acero inoxidable

Después de cortada, se deja reposar de 5 a 10 minutos. Se agita 5 minutos muy suavemente y se inicia el calentamiento hasta 38°C (figura 26), lentamente para darle textura. Después se deja reposar 5 minutos más. El rendimiento de queso Panela es aproximadamente de 15 kilos por cada 100 litros de leche tratada.



Figura 26. Calentamiento de la cuajada

El suero se retira casi en su totalidad. La cuajada se junta en un extremo del recipiente que la contiene (figura 27) y se muele con las manos. En seguida se agrega la sal, cuidando que quede bien distribuida (figura 28). La cantidad de sal varía según el gusto; una recomendación puede ser 10 g de sal por cada litro de leche procesada.



Figura 27. Retirada del suero



Figura 28. Salado de la cuajada

En esta etapa es importante llevar un control al momento de retirar el suero, que se utiliza para la elaboración del queso con suero de leche, por lo que es importante adoptar las siguientes medida preventivas:

- Aplicar las BPH: Lavado y desinfección de manos, no usar joyas, cubrir cabello completamente así como bigote y barba.
- Aplicar las BPM: Limpieza y desinfección de recipientes y utensilios de trabajo.
- Utilizar envases y recipientes de acero inoxidable de preferencia para evitar la transferencia de olores o sustancias desagradables al producto.
- Monitoreo y registro de limpieza y desinfección de áreas y utensilios.

3.3.5 Moldeado y Prensado

Esta etapa depende del tipo de queso que se esté elaborando, por lo general el queso panela y botanero llevan el mismo procedimiento, los moldes que utilizan son plástico con forma de canasto circulares o rectangulares. Generalmente los canastos son de 500 g y 1 kg. Si el molde es mayor de 2 Kg, se le llama panela (figura 29). Bien llenos los canastos, se dejan escurrir de 15 a 20 minutos a temperatura ambiente y se presan (figura 30). Se voltean los quesos y se dejan reposar por un periodo de 2 - 3 horas antes de envasarse en bolsa de plástico y guardar en refrigeración. Se recomienda que todos los moldes sean de plástico y /o acero inoxidable para evitar contaminación física con astillas de madera.



Figura 29. Queso panela en canastos



Figura 30. Prensado del queso botanero

En el proceso de elaboración del queso tipo Oaxaca es necesario agregar un blanqueador a la cuajada para proceder a calentarlo hasta alcanzar una temperatura de 30-32°C (figura 31), se elimina el suero y se amasa: en un recipiente se deposita la cuajada, se agrega agua caliente a 70 - 80°C y se procede a amasar juntando la cuajada ya sea con un agitador o con las manos.

El agua se va cambiando según lo requiera. Ya que se logra juntar la masa y esté en el punto de estirla, se procede a la formación de tiras (figura 32) que se van depositando en otro recipiente que contiene agua fría donde reposan unos 15 minutos. Se elimina el exceso de agua de las tiras y en seguida se forman las bolas del tamaño deseado (figura 33).



Figura 32. Blanqueamiento y amasado



Figura 31. Formación de tiras



Figura 33. Formación de bolas de queso tipo Oaxaca

En esta etapa se enfatiza que los manipuladores adopten las medidas de higiene necesarias pues es el momento en que el producto queda terminado, por ello se recomienda que:

- Se apliquen las BPH: Lavado y desinfección de manos, no usar joyas, cubrir cabello completamente así como bigote y barba.
- Aplicar las BPM: Limpieza y desinfección de recipientes y utensilios de trabajo.
- Utilizar envases y recipientes de acero inoxidable
- Monitoreo y registro de limpieza y desinfección de áreas y utensilios.
- Regular la adición de aditivos y acidificantes en algunos procesos como en la elaboración del queso tipo Oaxaca, que estos vayan de acuerdo a los límites permisibles por la normatividad vigente
- Monitoreo de temperaturas y tiempos.
- Verificar la calidad microbiológica del agua que se utiliza durante los procesos

3.3.6 Envasado y Almacenamiento

Los quesos frescos elaborados a partir de leche no pasteurizada deben ser objeto de especial atención por ser productos de alto riesgo para la salud del consumidor. La falta de tratamiento térmico de la leche se considera un punto de control crítico ya que existe la alta probabilidad de contaminación con microorganismos patógenos, como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *E. coli* O157:H7 y *Brucella spp*.

Los quesos se cubren con un film de plástico o una bolsa de plástico que sigue la finalidad de prevenir la excesiva pérdida de agua y proteger la superficie de la contaminación y la suciedad, sin embargo deben de extremar las precauciones al momento del envasado de estos productos terminados (figura 34) siguiendo las medidas preventivas que se proponen a continuación:

- Lavado y desinfección de equipo, utensilios y área de trabajo.
- Delimitar perimetralmente y señalizar la zona de envasado.
- Realizar en área cerrada para evitar contaminación cruzada por corrientes de aire y entrada de polvo.

- Aplicar las BPH: Lavado y desinfección de manos cada vez que salga y reingrese al área de envasado, no usar joyas, cubrir cabello completamente así como bigote y barba.
- Verificar que el envase se encuentre en buenas condiciones libre de polvo, insectos o cualquier materia extraña tanto en el interior como en el exterior del envase.



Figura 34. Envasado del queso tipo Oaxaca

Finalmente en el proceso de elaboración de quesos frescos se encuentra la etapa de almacenamiento, la cual debe ser de 24 a 48 horas a una temperatura de 4°C, para este establecimiento se ha considerado como un PCC, pues al no contar con registros de PE-PS (primeras entradas-primeras salidas) se pierde el control sobre el tiempo y la temperatura del almacenamiento de estos productos, un retraso en el tiempo de almacenamiento y un incremento en la temperatura puede provocar el desarrollo de microorganismos tanto patógenos como no patógenos, hongos y levaduras e incluso micotoxinas que pudieran afectar la salud de los consumidores.

En la empresa no se lleva registro del lote, a pesar de etiquetar los productos con fecha de elaboración y fecha de caducidad, tal y como se muestra en la figura 35, carecen de formatos para llevar el control de PE-PS.



Figura 35. Etiquetado con fecha de caducidad

Por lo que se recomienda ampliamente aplicar sistemas para:

- Fijar condiciones de almacenamiento (Primeras entradas-Primeras salidas).
- Control del ambiente (porcentajes de humedad relativa y temperatura) del almacén.
- Colocar el producto en un área destinada para ello evitando la contaminación por productos de limpieza y desinfección.

3.4 Determinación de PCC y PC

En esta parte del trabajo utilizando como guía los diagramas de flujo de los distintos procesos, se procedió a identificar los Puntos Críticos de Control (PCC), que son aquellas etapas del proceso cuya pérdida de control podría representar un riesgo significativo para la salud de los consumidores. Se considera que las etapas de recepción, previo al proceso de acidificación y elaboración del queso y el almacenamiento del producto terminado son PCC, ya que en estas etapas del proceso se utilizan procedimientos que eliminan totalmente o disminuyen los peligros a niveles aceptables para garantizar la inocuidad de estos quesos.

Se identificaron también los Puntos de Control (PC) que se definen como aquellas etapas del proceso en donde los peligros presentes pueden eliminarse o disminuirse utilizando buenas prácticas de higiene (BPH). En las figuras de la 36 a la 39 se

presentan los diagramas de flujo en donde se señalan los PCC y PC de cada una de las etapas de elaboración de los siguientes quesos: panela, Botanero, doble crema, tipo Oaxaca y cottage.

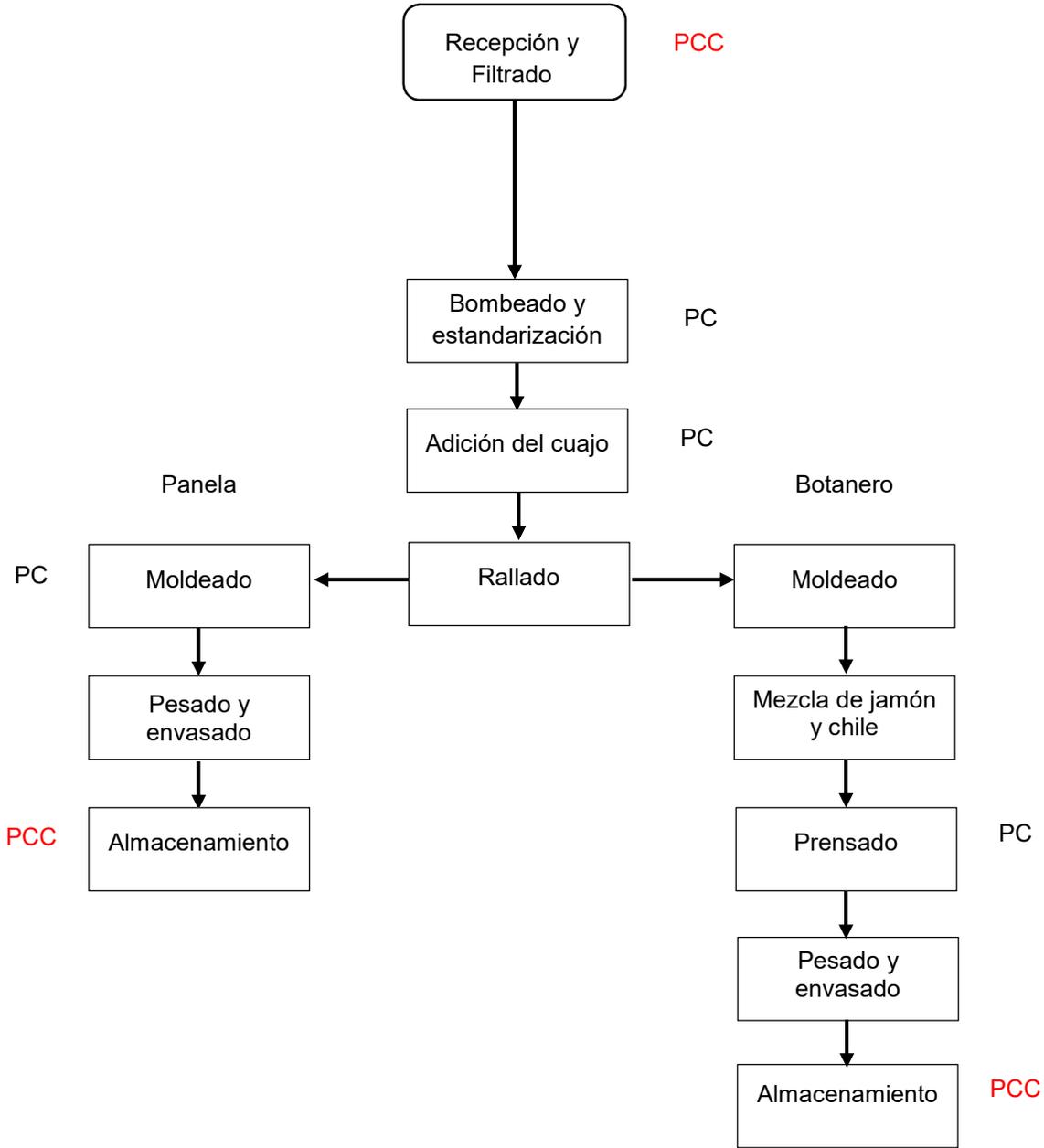


Figura 36. PC y PCC en la elaboración de queso panela y Botanero

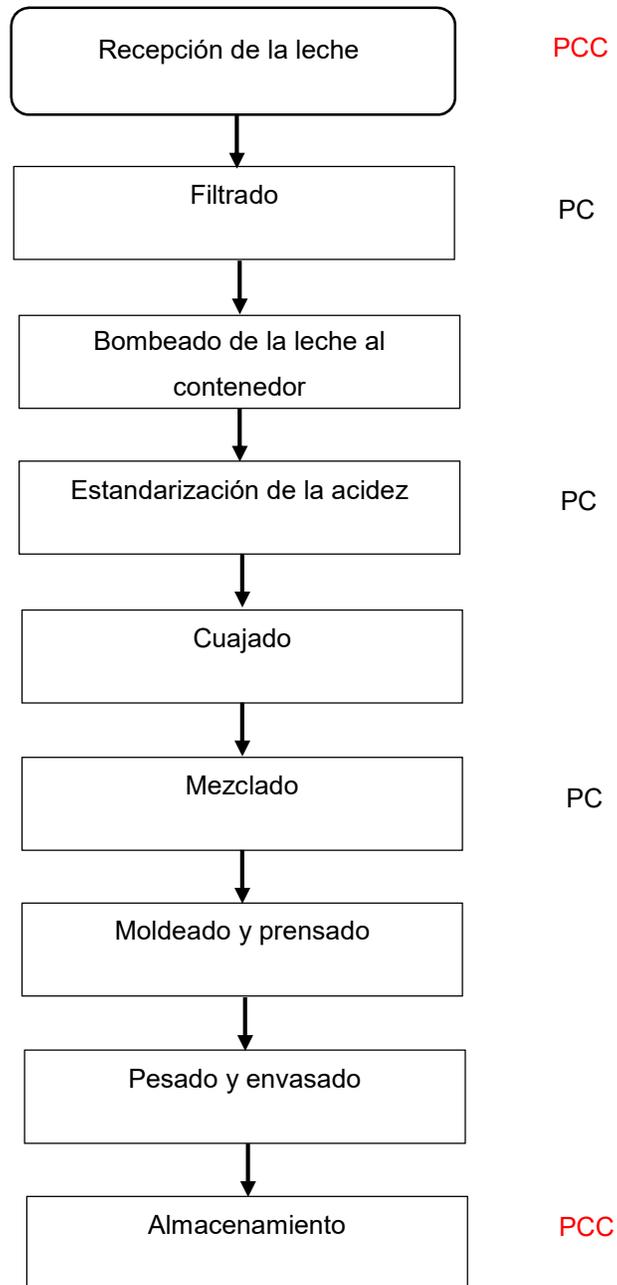


Figura 37. PC y PCC en la elaboración de queso doble crema

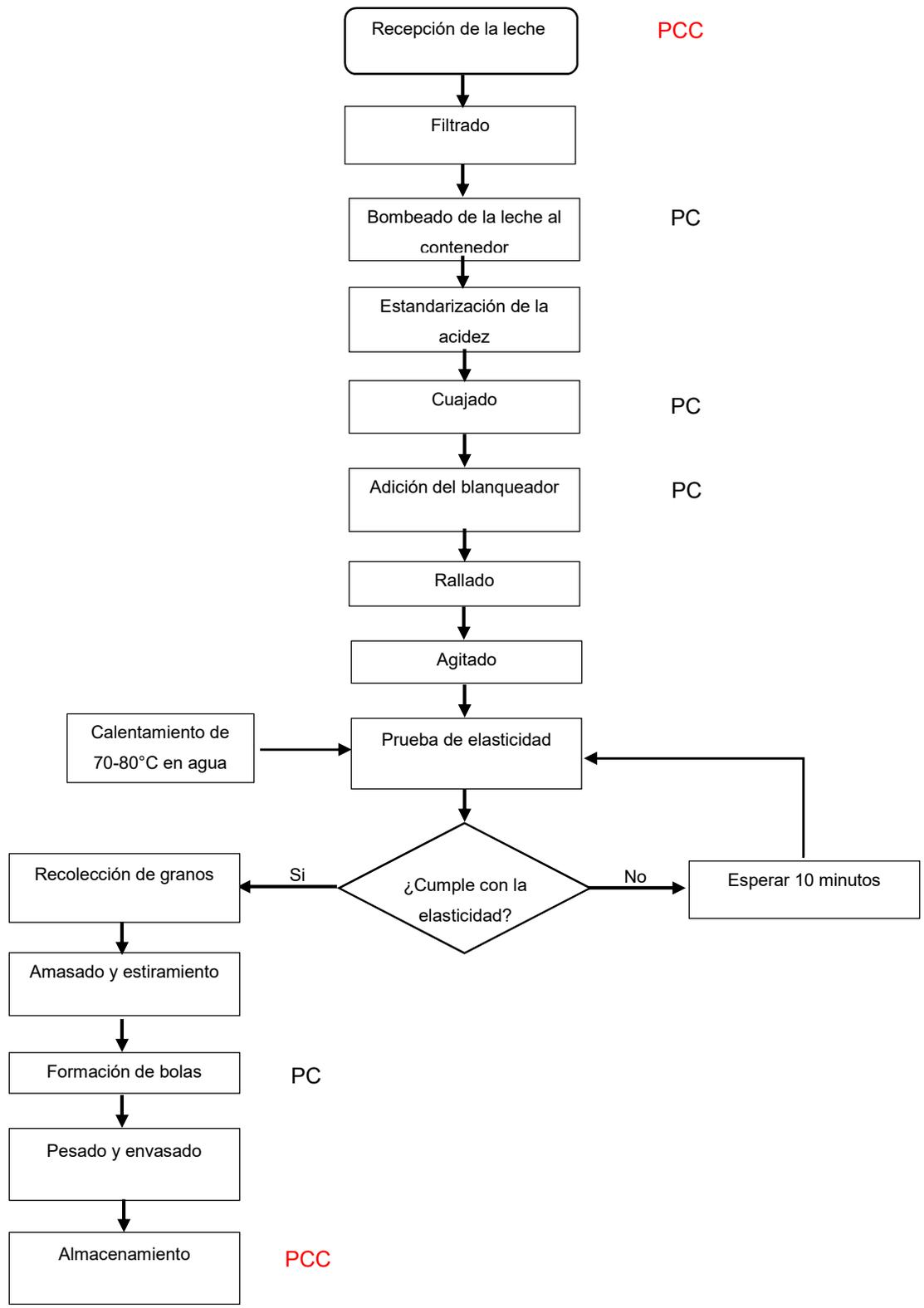


Figura 38. PC y PCC en la elaboración de queso tipo Oaxaca

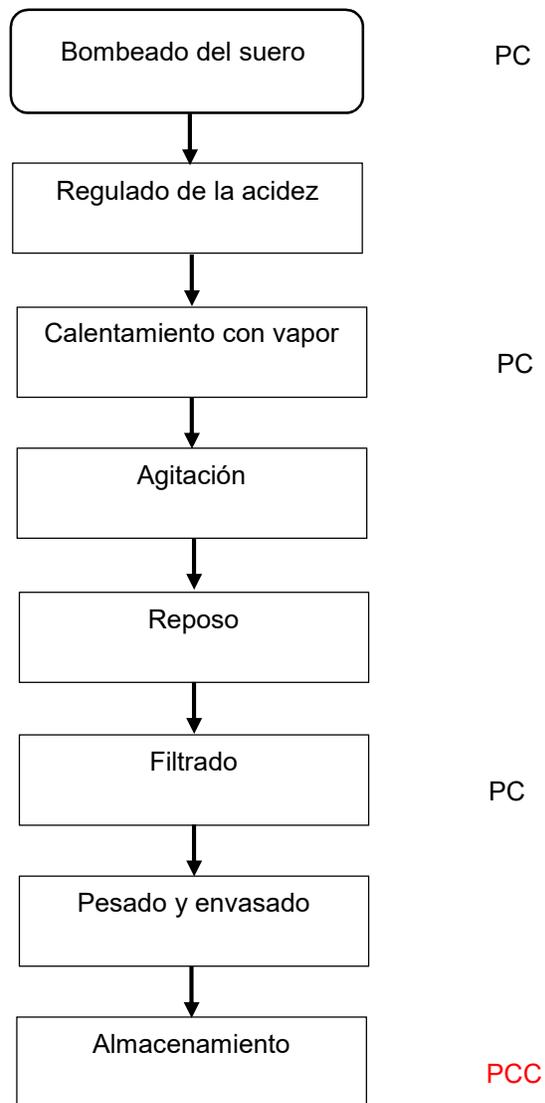


Figura 39. PC y PCC en la elaboración de queso cottage

3.5 Límites de Críticos de Control

En la tabla 15 se presentan los parámetros y los límites críticos correspondientes recomendados para el monitoreo de las etapas del proceso identificadas como Puntos Críticos de Control (PCC).

Tabla 15. Monitoreo de los PCC y límites críticos

Puntos Críticos de Control (PCC)	Límites Críticos	Monitoreo				Medidas Preventivas
		Qué	Cómo	Frecuencia	Quién	
Recepción de la leche	Carga microbiana: (NOM-243-SSA1-2010).	Límites permisibles de microorganismos presentes en la leche (tabla 13).	Solicitar a los proveedores análisis microbiológicos de la leche	Mínimo una vez al mes	Supervisor de calidad o encargado de recepción de materias primas	Llevar un registro de los proveedores y análisis realizados a la leche. Descartar la leche cruda que no cumpla con las especificaciones que marca la normatividad vigente en cuanto a carga microbiana.
	Materia extraña Ausente	Filtrado de la leche al momento de la recepción, la cual debe estar exenta de pelo, tierra, trozos de madera, vidrio, plástico, insectos o fragmentos de insectos, materia fecal, entre otros.	Utilizar mallas o tamices de diferente diámetro para el filtrado de la leche cruda al momento de su recepción en planta.	Cada vez que se recibe nuevo lote.	Supervisor de calidad o encargado de recepción de materias primas	Verificar que los filtros y mallas se encuentren en óptimas condiciones, de lo contrario reemplazar con nuevo.
	Acidez: 0.12-0.18% de ácido láctico	La acidez titulable de la leche cruda al momento de llegar a planta.	Medir acidez titulable de acuerdo al procedimiento establecido por la NOM-243-SSA1-2010	Cada vez que se reciba nuevo lote	Supervisor de calidad	Monitoreo y registro de tiempos de entrega, máximo dos horas después del ordeño. Descartar la leche que presente valores por encima de 0.20% ya que esto indica la presencia de microorganismos que incrementan la producción de ácido láctico y por ende una

						fermentación en la materia prima
	Temperatura: 4-6°C	Registro de la temperatura durante la recepción	Tomar lecturas con termómetros limpios y desinfectados al momento de la llegada de la leche a planta	Cada vez que se reciba nuevo lote	Supervisor de calidad o encargado de recepción de materias primas	Rechazar la leche que tenga temperaturas superiores a 10°C Llevar un registro sobre los proveedores y la temperatura de la leche cruda al momento de recepción en planta.
Almacenamiento	Presencia microbiana en producto terminado: NOM-243-SSA1-2010.	Límites permisibles de microorganismos presentes en los quesos (ver tabla 13).	Tomar muestras de productos terminados por lote y enviarlos a un laboratorio de alimentos certificado para realizar análisis microbiológicos	Depende de la frecuencia de elaboración de los productos.	Supervisor de calidad	Establecer sistema de documentación y registro para PE-PS Realizar monitoreo en el área de almacén para descartar productos que presenten deterioro en el empaque, perforaciones, presencia de mohos, aspecto desagradable. Control del ambiente del área de almacén a través de registros de temperatura y porcentaje de humedad relativa

Una vez que se han fijado los límites críticos es necesario establecer un sistema de vigilancia y monitoreo. Se deben establecer las acciones de control referidas a la observación, evaluación o medición de los límites críticos, funciones que se asignarán al personal capacitado y con experiencia, los que llevarán los registros respectivos de cada PCC (ver anexo 2).

- Se recomienda que el personal responsable se encuentre capacitado en los siguientes temas:
- Aplicación de las Buenas Prácticas de Higiene para manipuladores de alimento
- Buenas Prácticas de Manufactura
- Diseño e implementación de un sistema HACCP de acuerdo a lo establecido en la NOM-251-SSA1-2009
- Elaboración de documentación y registros.

Los registros obtenidos en el control, deben ser evaluados por el responsable del área, para aplicar las medidas correctoras cuando el caso lo requiera. Cuando el control no es continuo, se establecerá la frecuencia en forma clara, a fin de garantizar que el PCC esté controlado. En el plan de vigilancia se tendrá en cuenta los aspectos siguientes:

- La calibración y mantenimiento de los instrumentos y equipos de medición y registro, para garantizar la sensibilidad, precisión y velocidad de respuesta.
- Técnicas de muestreo, análisis y medición.
- Frecuencias.
- Responsables del control.
- Registros.

Los registros relacionados con la vigilancia de los PCC, estarán firmados por el encargado del control de calidad o quien haga sus veces y por la persona o personas encargadas del control del PCC respectivo. Los registros serán llenados de manera inmediata y oportuna por la persona que toma el dato o información. Cualquier signo de adulteración de los registros está sujeto a sanción del fabricante y del profesional responsable de la aplicación del Sistema HACCP.

En la tabla 16 se muestra el análisis HACCP en el proceso de elaboración de los quesos botanero, panela, doble crema, tipo Oaxaca y cottage, que de acuerdo a los diagramas presentados y verificados en planta (figura 36 a la 39), las etapas de recepción de la leche y almacenamiento se identificaron como Puntos Críticos de

Control en cada proceso, por lo que se generalizan las condiciones en las que se evalúan cada uno de los pasos antes mencionados. De esta manera y con base a lo antes mencionado, se registró el análisis HACCP siguiendo los 7 principios en los que se establece que:

De acuerdo al primer principio (P1) se identificaron las etapas, los riesgos encontrados y las medidas preventivas para cada riesgo.

Siguiendo el segundo principio (P2) se determinó si la etapa es un PCC.

En el tercer principio (P3) se establecieron los parámetros a controlar y se estipularon los límites de control.

En el cuarto principio (P4) se establecieron las condiciones del monitoreo, especificando qué es lo que se está monitoreando, cómo se realiza, la frecuencia y el responsable que realizará el monitoreo.

De acuerdo al quinto principio (P5) se establecieron las medidas de control que se tomarán en caso de haber detectado que un parámetro se sale de los límites estipulados.

Una vez controlada la situación se llevará a cabo una verificación como lo marca el sexto principio (P6) para finalmente registrar en documentos con folios asignados como lo indica el séptimo principio (P7), para ello se proponen los siguientes formatos para registro y control:

- R-MP-HACCP-01: (Registro de Materia Prima HACCP carga microbiana)
- R-MP-HACCP-02 (Registro de Materia Prima HACCP materia extraña)
- R-MP-HACCP-03 (Registro de Materia Prima HACCP temperatura)
- R-MP-HACCP-04 (Registro de Materia Prima HACCP acidez)
- R-PT-HACCP-01 (Registro de Producto Terminado HACCP presencia microbiana)
- R-PT-HACCP-02 (Registro de Producto Terminado HACCP sustancia química)
- R-PT-HACCP-03 (Registro de Producto Terminado HACCP materia extraña)

Tabla 16. Análisis HACCP en el proceso de elaboración de quesos frescos

P1		P2	P3	P4				P5	P6	P7	
Etapa	Riesgo (F, Q, B)	Medida Preventiva	PCC	Límites Críticos	Monitoreo				Medidas de Control	Verificación (Quién y cuándo)	Registros (Folio propuesto)
					Qué	Cómo	Cuándo	Quién			
Recepción de la leche	Presencia de bacterias patógenas (<i>Salmonella spp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i>)	Realizar análisis microbiológicos para descartar presencia de patógenos.	SI	Carga microbiana: (NOM-243-SSA1-2010).	Límites permisibles de microorganismos presentes en la leche (tabla 13).	Solicitar a los proveedores análisis microbiológicos de la leche	Mínimo una vez al mes	Supervisor de calidad o encargado de recepción de materias primas.	Inmediata. Preventiva. Descartar la leche cruda que no cumpla con las especificaciones que marca la normatividad vigente en cuanto a carga microbiana.	Supervisor de planta Verificación mensual	R-MP-HACCP-01
		Llevar un registro y control por parte de los proveedores.		Temperatura 4-6°C	Registro de la temperatura durante la recepción	Tomar lecturas con termómetros limpios y desinfectados al momento de la llegada de la leche a planta	Cada vez que se reciba nuevo lote	Supervisor de calidad o encargado de recepción de materias primas.	Inmediata Preventiva Rechazar la leche que tenga temperaturas superiores a 10°C	Supervisor de planta Verificación por lote	R-MP-HACCP-02
	Verificación y monitoreo del filtrado de la leche. Capacitación sobre las BPH y BPM a los supervisores y encargados	Materia extraña Ausente		Filtrado de la leche al momento de la recepción, la cual debe estar exenta de pelo, tierra, trozos de madera, vidrio, plástico, insectos o fragmentos de insectos, materia fecal, entre otros.	Utilizar mallas o tamices de diferente diámetro para el filtrado de la leche cruda al momento de su recepción en planta	Cada vez que se reciba nuevo lote.	Supervisor de calidad o encargado de recepción de materias primas.	Verificar que los filtros y mallas se encuentren en óptimas condiciones, de lo contrario reemplazar con nuevo.	Supervisor de planta Verificación por lote	R-MP-HACCP-03	
	Residuos de antibióticos y micotoxinas. Compuestos químicos (NaOH,H2O2)	Realizar análisis físico-químicos		Acidez: 0.12-0.18% de ácido láctico	La acidez titulable de la leche cruda al momento de llegar a planta.	Medir acidez titulable de acuerdo al procedimiento establecido por la NOM-243-SSA1-2010	Cada vez que se reciba nuevo lote	Supervisor de calidad	Inmediato Preventivo Monitoreo y registro de tiempos de entrega, máximo dos horas después del ordeño. Descartar la leche que presente valores por encima de 0.20% ya que esto indica la presencia de microorganismos	Supervisor de planta Verificación por lote	R-MP-HACCP-04

Almacenamiento	Presencia de bacterias <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>E. coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> presencia de toxinas: histamina y aminas biógenas		SI	Presencia microbiana en producto terminado: NOM-243-SSA1-2010.	Límites permisibles de microorganismos presentes en los quesos (ver tabla 13).	Tomar muestras de productos terminados por lote y enviarlos a un laboratorio de alimentos certificado para realizar análisis microbiológicos	Depende de la frecuencia de elaboración de los productos.	Supervisor de calidad	Preventiva Establecer sistema de documentación y registro para PE-PS	Supervisor de planta Verificación por lote	R-PT-HACCP-01
	Producto terminado en contacto con productos de limpieza y desinfección	Colocar el producto en un área destinada para ello.		Sustancia química Ausente	Presencia de olores o aspecto no característicos del producto	Realizar una inspección programada en el área de almacén	Diario	Encargado de almacén	Inmediata Preventiva Realizar monitoreo en el área de almacén para descartar productos que presenten deterioro en el empaque, perforaciones, presencia de mohos, aspecto desagradable	Supervisor de planta Verificación diaria	R-PT-HACCP-02
	Presencia de insectos o polvo en el área de almacén	Control del ambiente (plagas, porcentajes de humedad relativa y temperatura) del almacén.		Materia extraña Ausente	Presencia de polvo o insectos en el área de almacenamiento	Realizar inspección programada en el área de almacén	Diario	Encargado de almacén	Inmediata Control del ambiente del área de almacén a través de registros de plagas, temperatura y porcentaje de humedad relativa	Supervisor de planta Verificación diaria	R-PT-HACCP-03

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el desarrollo del presente trabajo, se concluye lo siguiente:

Se diseñó el Sistema de Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés) como una propuesta de mejora hacia la empresa, lo que le brindará la oportunidad de lograr la implementación del plan con el fin de garantizar la inocuidad de sus productos y cumplir con los requisitos establecidos por las autoridades sanitarias

Se realizaron y se verificaron “*in situ*” los diagramas de proceso de los quesos botanero, panela, doble crema, tipo Oaxaca y cottage, que de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010 se clasifican como quesos frescos ya que poseen un alto contenido de humedad y no presentan corteza, éstos diagramas sirvieron para la identificación de los riesgos biológicos, químicos y físicos asociados a cada una de las etapas del proceso.

Los riesgos biológicos encontrados pertenecen a los microorganismos que alteran la inocuidad del producto terminado cuyos valores se pueden encontrar fuera de los límites máximos establecidos por la normatividad vigente. La presencia de *Brucella spp.*, *Listeria monocytogenes.*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, y *Escherichia coli*, en la materia prima como en el producto terminado se considera un alto riesgo para la población consumidora, es por ello que se debe enfatizar la aplicación de pasteurización así como las Buenas Prácticas de Higiene a través de la capacitación constante hacia los manipuladores de alimentos.

Los riesgos físicos es toda materia extraña que puede estar presente durante la recepción de la materia prima, procesamiento, hasta la obtención del producto terminado, siendo lo más frecuente encontrar pelo de animal, tierra, insectos, piedras, madera, cabello, fibras, entre otros. Los riesgos químicos se atañen a la presencia de desinfectantes, detergentes, exceso de aditivos que pudieran quedar

en los utensilios y equipos de trabajo, para ello es necesario aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura

Se identificaron los Puntos Críticos de Control y establecieron los límites críticos para vigilar y evitar cualquier desviación de los PCC, así como también se desarrollaron las medidas preventivas a seguir para mantener bajo control las diferentes etapas del proceso de elaboración de quesos. Se recomienda la pasteurización de la leche para la elaboración de los productos ya que al no pasteurizar la leche el proceso por completo se considera de alto riesgo.

Se propusieron acciones de mejora para el control de los riesgos y el monitoreo de los PCC en las diferentes etapas del proceso, algunas acciones de mejora son; 1) contar con los prerrequisitos para la implantación del HACCP como documentos de registros, reportes, procedimientos y especificaciones de aceptación y rechazo de materia prima y productos terminados, registros de primeras entradas – primeras salidas (PE-PS); 2) establecer programas de capacitación para su personal y establecer vínculos con el sector académico, productores y autoridades competentes para optimizar sus procesos y mantener la calidad de sus productos; 3) generar conciencia, brindar apoyo económico y capacitar a los productores respecto a la realización de análisis microbiológicos que le permitan determinar la calidad de las materias primas, superficies de trabajo y del producto terminado, la importancia y las ventajas que implica un buen manejo y control de las condiciones sanitarias.

Es indispensable aplicar estas acciones de mejora, dado que el beneficio de una comercialización mejor remunerada va de la mano de un adecuado control de la documentación de los procesos y del aseguramiento de la inocuidad de los alimentos producidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akutsu, RC, Botelho, RA; Barbosa Camargo, E, Oliveira Sávio, KE, y Coelho Araújo, W. (2005) “*Adequacy of good manufacturing procedures in foodservice establishments*” *Revista de Nutrição*. Vol. 18, núm. 3, pp. 419-427.
- Ávila Villanueva, I A, (2013). Implementación del manual del sistema HACCP en la empresa Liconsa S.A. de C.V.
- Castro Georgana, V, Díaz Rodríguez, A M, y Torres Torres, B; (2007). Análisis de la calidad sanitaria de las queserías y los quesos en el Estado de Tabasco en el período del 2002-2005. *Salud en Tabasco*, 13() 560-567. Recuperado de <http://9081-www.redalyc.org/articulo.oa?id=48713102>
- Carro Paz, R y González Gómez, D, (2012). Normas HACCP, Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf
- Cesín Vargas A, Aliphat Fernández M, Ramírez Valverde B, Herrera Haro JG y Martínez Carrera D, (2007). Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuaca en el Estado de Tlaxcala, México. *Tec Pecu Méx* 45:61–76.
- Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos, (2009). CAC/RCP 57-2004 Recuperado de www.fao.org/input/download/standards/10087/CXP_057s.pdf
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. La seguridad alimentaria (2012). Secretaría de Salud. Primera Edición, ISBN: 978-970-721-504-7. México D.F. Recuperado de

<http://www.cofepris.gob.mx/cofepris/Documents/QueEsCOFEPRIS/prgaccion.pdf>

- Commission, JF, (2003). *Codex Alimentarius Foods Hygiene Basic Texts (3th ed.)*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization.
- Domínguez-López, A, Villanueva-Carvajal, A, Arriaga-Jordán, C M y Espinoza-Ortega, A. (2011) "Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del Centro de México" *Estudios Sociales*. Vol. 19, núm. 38, pp. 166-193.
- Esteban, EG, (2002). *Higiene en Alimentos y Bebidas*. 2da ed. México. Ed Trillas.
- FAO. Garantía de Inocuidad y calidad (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control). Recuperado de http://www.fao.org/ag/agn/food/quality_haccp_es.stm (1 de junio de 2013).
- Fernández Escartin, E, (2008). *Microbiología e Inocuidad de los Alimentos*. 2da Ed. México. Universidad de Querétaro.
- Gallardo Nieto, JL, (2005). *Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Leche de Bovino en México 2005*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación México. Recuperado de <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/PerspectivaLeche2005.pdf>
- Galván Díaz, MP, (2005). El proceso básico de la leche y el queso. *Revista Digital Universitaria*. Volumen 6 Número 9 ISSN 1067-6079. Recuperado de http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/sep_art87.pdf

- Guzmán Hernández, R; (2012) Identificación de microorganismos patógenos presentes en quesos frescos del Estado de Tabasco.

- Guzmán Hernández, RL; Hernández Vélez, RM; Morales Estrada, AI; Fernández Rendón, E; López Merino, A; y Contreras Rodríguez, A; (2016). Aislamiento e identificación de *Brucella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus* en quesos frescos no pasteurizados de una zona tropical del Golfo de México. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXVI, N° 5, 324-331, 2016. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/313821033_Aislamiento_e_identificacion_de_Brucella_spp_Listeria_monocytogenes_Salmonella_spp_y_Staphylococcus_aureus_en_quesos_frescos_no_pasteurizados_de_una_zona_tropical_del_Golfo_de_Mexico

- Feldman P. (2003) Programa Calidad de los Alimentos Argentinos - SAGPyA. Revista INTER-FORUM. Naturalmente. Recuperado de: <http://www.revistainterforum.com/espanol/archivos/archivesnatural.html>

- Guzmán-Hernández, R, Contreras-Rodríguez A, Hernández-Vélez R, Pérez-Martínez I, López-Merino A, Zaidí MB, y Estrada-García T, (2016). Los quesos frescos no pasteurizados mexicanos están contaminados con *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* que no produce O157 de toxina *Shiga* y cepas de *E. coli* potencialmente uropatógenas: Un riesgo para la salud pública. Revista Internacional de Microbiología Alimentaria, Volumen 237 , 21 de noviembre de 2016 , páginas 10-16 Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27541977>

- Ortiz PN. (2002) Diseño y evaluación de proyectos: una herramienta para el fortalecimiento institucional. ICBF-UNICEF. Recuperado de: <http://www.unicef.org/colombia/pdf/proyectos.pdf>

- Parrilla-Cerrillo MC, Vázquez-Castellanos JL, Saldate-Castañeda EO y Nava-Fernández LM, (1993). Brotes de toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano y parasitario. Salud Pública Méx 35:456-463.
- Ramírez Miranda, I, (2011). Importancia del establecimiento de programas de Buenas prácticas de manufactura (BPM) en la industria quesera. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/industrialechera/foros/importancia-establecimiento-programa-buenas-t21673/472-p0.htm>
- Rosas A, y Acosta MP, (2001). Manual de manejo higiénico de los alimentos. Secretaría de Salud. México, D.F
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) Boletín de difusión (s/f). Programa Calidad de los Alimentos Argentinos. Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria. Recuperado de: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>
- Secretaría de Economía, (2012). Dirección General de Industrias Básicas. Análisis del sector lácteo en México. Recuperado de http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf
- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994. Quesos: Frescos, Madurados y Procesados. Especificaciones Sanitarias.
- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación, 27 septiembre 2010, México.

- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- SENA Servicio Nacional de Aprendizaje 1987. Derivados Lácteos. Procesamiento de Quesos blancos. Generalidades del Queso. Centro agropecuario de la Sabana, Bogotá, D.E. Septiembre de 1987. Recuperado de http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b5_car1.pdf
- Sereno, DP, (2001). Análisis de riesgos puntos críticos de control para la elaboración de queso sardo. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Recuperado de <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n2001a02sereno.pdf>
- Torres-Vitela MR, Mendoza-Bernardo M, Castro-Rosa J, Gómez-Aldapa CA, Garay-Martínez LE, Navarro-Hidalgo V y Villarruel-López A, 2012. *Incidence of Salmonella, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcal Enterotoxin in two types of mexican fresh cheeses. J Food Prot* 75:79-84.
- Vargas TM, y Del Barrio RL. (2005) Salud Pública Veterinaria e Inocuidad de los Alimentos en América Latina y el Caribe. *I Global Feed & Food Congress*. Sao Paulo, Brasil. Recuperado de: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/animal/eeb/pdf/spv.pdf>
- Valencia Denicia, E, y Ramírez Castillo, ML, (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. Elementos 73, pp. 27-31
- Vila J, Álvarez-Martínez MJ, Buesa J, y Castillo J. "Diagnóstico microbiológico de las infecciones gastrointestinales". *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2009; 27: 406-411.

ANEXOS

A.1 Encuestas para evaluar el cumplimiento de la NOM-251-SSA1-2009

Por medio de la presente solicitamos su amable atención para contestar la siguiente encuesta cuyos datos serán utilizados en el proyecto de investigación titulado: **“Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control en el Proceso de Elaboración de Quesos”** desarrollado en el Instituto Tecnológico de Villahermosa.

Señalar con una **X** en cada una de los recuadros si cumple o no con lo especificado en las diversas listas de cotejo.

INSTALACIONES Y ÁREAS			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
1	Aviso de funcionamiento, actualizado de acuerdo con las actividades que se realizan.	SÍ	NO
2	Instalaciones que eviten la contaminación de las materias primas, alimentos y bebidas.	SÍ	NO
3	Pisos, paredes y techos de fácil limpieza dentro de las áreas de producción o elaboración	SÍ	NO
4	Pisos, paredes y techos sin grietas o roturas dentro de las áreas de producción o elaboración	SÍ	NO
5	Puertas provistas de protecciones para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas en el área de producción.	SÍ	NO
6	Ventanas provistas de protecciones para evitar la entrada de lluvia, fauna nociva o plagas, en el área de producción.	SÍ	NO
7	Tuberías, conductos, rieles y cables que eviten pasar por encima de tanques y áreas de producción o elaboración, donde el producto esté expuesto.	SÍ	NO
8	Tuberías, conductos, rieles y cables en buenas condiciones y limpios en caso de que pasen por encima de tanques y áreas de producción o elaboración, donde el producto esté expuesto.	SÍ	NO
EQUIPOS Y UTENSILIOS			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
9	Equipos lisos, lavables y sin roturas que se emplean en las áreas donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas, y que puedan entrar en contacto con ellos.	SÍ	NO

10	Utensilios lisos, lavables y sin roturas que se emplean en las áreas donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios sin envasar, y que puedan entrar en contacto con ellos.	SÍ	NO
11	Equipo empleado en la producción o elaboración, que sea inocuo y resistente a la corrosión.	SÍ	NO
12	Utensilios empleados en la producción o elaboración, que sean inocuos y resistentes a la corrosión.	SÍ	NO
13	Materiales empleados en el proceso en contacto directo con alimentos, bebidas o materias primas que permitan ser lavados adecuadamente.	SÍ	NO
14	Materiales empleados en el proceso en contacto directo con alimentos, bebidas o materias primas que permitan ser desinfectados adecuadamente.	SÍ	NO
15	Equipos de refrigeración y congelación que eviten la acumulación de agua.	SÍ	NO
16	Equipos instalados en forma tal que el espacio entre ellos mismos, la pared, el techo y piso, permita su limpieza y desinfección.	SÍ	NO
17	Termómetros o dispositivos funcionando correctamente para el registro de temperatura de los equipos de refrigeración y/o congelación, colocados en un lugar accesible para su monitoreo.	SÍ	NO
ALMACENAMIENTO			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
18	Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de materia prima que se maneja.	SÍ	NO
19	Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de alimentos que se manejan.	SÍ	NO
20	Condiciones de almacenamiento adecuadas al tipo de bebidas que se manejan.	SÍ	NO
21	Controles que prevengan la contaminación de los productos.	SÍ	NO
22	Materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios almacenados y agrupados de acuerdo con su naturaleza.	SÍ	NO
23	Materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios identificados y fechados de manera tal que se permita aplicar un sistema de Primeras Entradas y Primeras Salidas (PE-PS).	SÍ	NO
24	Mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia y en condiciones que evite la contaminación de las materias primas y/o productos.	SÍ	NO
25	Recipientes cerrados e identificados que contengan detergentes, agentes de limpieza, químicos y sustancias tóxicas.	SÍ	NO

26	Agentes químicos y sustancias tóxicas, separados y almacenados en un área específica.	SÍ	NO
27	Una buena circulación de aire entre las materias primas y los productos.	SÍ	NO
28	Una adecuada colocación de materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios que permitan la circulación del aire.	SÍ	NO
29	Una adecuada estiba de productos que impida el exudado de empaques o envolturas.	SÍ	NO
30	Un lugar específico para la guarda de escobas, trapeadores, recogedores, fibras y cualquier otro utensilio empleado para la limpieza del establecimiento separado del área de manipulación de alimentos.	SÍ	NO
ENVASADO			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
31	Envases y recipientes protegidos del polvo, lluvia, fauna nociva y materia extraña.	SÍ	NO
32	Envases limpios y desinfectados en buen estado antes de su uso.	SÍ	NO
33	Envase primario de material inocuo y que proteja al producto.	SÍ	NO
34	Materiales de empaque y envases de materias primas que NO hayan sido empleados previamente para fines diferentes a los que fueron destinados originalmente.	SÍ	NO
35	Recipientes o envases vacíos para reutilización en alimentos o bebidas que NO hayan contenido previamente medicamentos, plaguicidas, agentes de limpieza, agentes de desinfección o cualquier sustancia tóxica.	SÍ	NO
36	La disposición adecuada de recipientes o envases vacíos que contuvieron previamente medicamentos, plaguicidas, agentes de limpieza, agentes de desinfección, o cualquier sustancia tóxica de manera que no sean un riesgo de contaminación a materias primas, productos y materiales de empaque y no deben de ser reutilizados.	SÍ	NO
SERVICIOS			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
37	Abastecimiento de agua potable.	SÍ	NO
38	Instalaciones apropiadas para almacenamiento y distribución de agua potable.	SÍ	NO
39	Cisternas o tinacos utilizados para el almacenamiento de agua debidamente tapados.	SÍ	NO
40	La práctica de alguna medida y/o método que garantice la potabilidad del agua.	SÍ	NO

41	Cisternas o tinacos con paredes internas lisas.	SÍ	NO
42	Filtro, trampas o cualquier otro mecanismo que impida la contaminación del agua, en las cisternas o tinacos que tengan respiradero.	SÍ	NO
43	Drenaje, que esté provisto de trampas contra olores, y coladeras o canaletas con rejillas, las cuales deben mantenerse libres de basura, sin estancamientos y en buen estado.	SÍ	NO
44	Sistema de evacuación de efluentes o aguas residuales, libre de reflujos, fugas, residuos, desechos y fauna nociva.	SÍ	NO
45	Drenajes provistos de trampas de grasa.	SÍ	NO
46	Ventilación para evitar el calor y condensación de vapores excesivos, así como la acumulación de humo y polvo.	SÍ	NO
47	Aire acondicionado, cuyas tuberías y techos eviten goteos sobre las áreas donde las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios estén expuestos.	SÍ	NO
48	Focos y lámparas, en las áreas donde se encuentre producto sin envasar, que cuenten con protección en caso de estallamiento o que sean de material que impida su astillamiento.	SÍ	NO
49	Iluminación adecuada que permita realizar las operaciones de manera higiénica.	SÍ	NO
50	Instalaciones cuyo abastecimiento de agua potable sea suficiente para la limpieza de los alimentos, utensilios, equipos y elaboración de hielo o simplemente si está en contacto con materias primas, productos, superficies y envases.	SÍ	NO
51	Tuberías completamente separadas e identificadas si conducen agua NO potable.	SÍ	NO
52	Tarja exclusiva para el lavado de utensilios que impida el contacto directo con materias primas y productos en proceso.	SÍ	NO
53	Área exclusiva para el lavado de artículos empleados para la limpieza.	SÍ	NO
54	Estaciones de lavado o desinfección de manos para el personal, accesibles al área de producción.	SÍ	NO
55	Área de elaboración con estación de lavado y desinfección de manos abastecida de agua, jabón o detergente desinfectante, toallas desechables o dispositivo de secado por aire caliente y depósito de basura.	SÍ	NO
56	Baños que NO estén comunicados directamente con el área de producción o elaboración.	SÍ	NO
57	Baños sin ventilación hacia el área de producción o elaboración.	SÍ	NO
58	Baños con agua potable.	SÍ	NO
59	Baños con retrete.	SÍ	NO
60	Baños con lavabo.	SÍ	NO
61	Baños con jabón o detergente.	SI	NO
62	Baños con papel higiénico y toallas desechables o secador de aire de accionamiento automático.	SÍ	NO

63	Baños con bote de basura, bolsa, con tapa oscilante o accionada por pedal.	SÍ	NO
64	Baños con rótulos o ilustraciones que promuevan la higiene personal y el correcto lavado de manos.	SÍ	NO
CONTROL			
Se debe cumplir con:		¿Cumple?	
65	Los límites permisibles de cloro residual libre de organismos coliformes totales y fecales del agua potable que esté en contacto directo con alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y materias primas.	SÍ	NO
66	Equipos de refrigeración que mantengan una temperatura máxima de 7°C.	SÍ	NO
67	Evitar el contacto de alimentos procesados con los no procesados, aun cuando requieran de las mismas condiciones de temperatura o humedad para su conservación (contaminación cruzada).	SÍ	NO
68	Inspeccionar o clasificar las materias primas e insumos antes de la producción o elaboración del producto.	SÍ	NO
69	La ausencia de materias primas que puedan representar un riesgo a la salud al utilizarse en la elaboración del producto.	SÍ	NO
70	La identificación de las materias primas, excepto aquellas en las que sea evidente la misma.	SÍ	NO
71	Materias primas contenidas en envases cerrados para evitar su posible contaminación.	SÍ	NO
72	La NO utilización de materias primas que muestren fecha de caducidad vencida.	SÍ	NO
73	Evitar que el vapor que se utiliza y que está en contacto directo con las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, contenga alguna sustancia que pueda representar riesgo a la salud o contaminar al producto.	SÍ	NO
74	Impedir el contacto directo de los alimentos procesados que se encuentran en exhibidores con los no procesados aun cuando requieran las mismas condiciones de temperatura y humedad.	SÍ	NO
75	La exposición de los alimentos a temperatura ambiente el menor tiempo posible.	SÍ	NO
76	Marcar y separar los productos alimenticios rechazados y eliminarlos lo antes posible.	SÍ	NO
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
77	Equipo y utensilios limpios antes de su uso en el área de producción.	SÍ	NO

78	Equipo y utensilios desinfectados antes de su uso en el área de producción.	SÍ	NO
79	El uso de lubricantes grado alimenticio en equipos y evitar la contaminación de los productos en proceso.	SÍ	NO
80	Baños utilizados para los fines que están destinados, evitando su uso como bodega u otros.	SÍ	NO
81	Instalaciones (techo, puertas, paredes y piso) limpias.	SÍ	NO
82	Baños que limpios y desinfectados.	SÍ	NO
83	Cisternas continuamente limpias.	SÍ	NO
84	Tinacos continuamente limpios.	SÍ	NO
85	Mobiliario continuamente limpio.	SÍ	NO
86	Pisos y sus uniones con acabados que permitan la fácil limpieza en las áreas de producción o elaboración de alimentos.	SÍ	NO
87	Paredes y techos así como sus uniones con acabados que permitan la fácil limpieza en las áreas de producción o elaboración de alimentos.	SÍ	NO
88	El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con materias primas.	SÍ	NO
89	El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con producto en proceso.	SÍ	NO
90	El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo con producto terminado sin envasar.	SÍ	NO
91	El uso de agentes de limpieza para los equipos y utensilios de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de los procedimientos internos evitando que entren en contacto directo	SÍ	NO
92	Equipo y utensilios desinfectados al finalizar las actividades diarias o en los cambios de turno.	SÍ	NO
93	Equipo y utensilios lavados de acuerdo con las necesidades específicas del proceso y producto de que se trate.	SÍ	NO
94	Superficies de las mesas limpias y desinfectadas después de cada servicio y al final de la jornada, en las áreas de servicio y comedor.	SÍ	NO
95	Trapos y jergas de uso específico, lavados y desinfectados frecuentemente.	SÍ	NO
96	Medidas para la remoción periódica y almacenamiento de residuos.	SÍ	NO
97	El retiro de los residuos generados durante la producción o elaboración de las áreas de producción cada vez que sea necesario, por lo menos una vez al día.	SÍ	NO

98	Recipientes identificados y con tapa para los residuos.	SÍ	NO
CONTROL DE PLAGAS			
Se debe contar con:		¿Cumple?	
99	Áreas de producción o elaboración de los productos, libres de animales domésticos y mascotas.	SÍ	NO
100	Patios del establecimiento libres de equipo en desuso.	SÍ	NO
101	Patios del establecimiento libres de desperdicios.	SÍ	NO
102	Patios del establecimiento libres de chatarra u objetos en desuso.	SÍ	NO
103	Patios del establecimiento libres de maleza.	SÍ	NO
104	Patios del establecimiento libres de encharcamientos o cualquier otra condición que pueda ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas.	SÍ	NO
105	Drenajes con cubierta que impida la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas.	SÍ	NO
106	Dispositivos para el control de insectos o roedores (cebos, trampas, etc.) en buenas condiciones, colocados y distribuidos adecuadamente.	SÍ	NO
107	Áreas de proceso sin evidencia de la presencia de plagas o fauna nociva (roedores, moscas, hormigas, mosquitos, etc.).	SÍ	NO
108	Un área para almacenar los plaguicidas, ya sea contenedor o mueble, aislado y con acceso restringido, en recipientes claramente identificados y libres de cualquier fuga.	SÍ	NO
109	Un sistema o plan para el control de plagas y erradicación de fauna nociva.	SÍ	NO
110	Registro de los servicios de fumigación proporcionado por una empresa con licencia sanitaria.	SÍ	NO
SALUD E HIGIENE DEL PERSONAL			
El personal deberá:		¿Cumple?	
111	Excluirse de cualquier operación en la que pueda contaminar el producto si presenta: a) Tos frecuente	SÍ	NO
112	b) Secreción nasal	SÍ	NO
113	c) Diarrea	SÍ	NO
114	d) Vómito	SÍ	NO
115	e) Fiebre	SÍ	NO
116	f) Ictericia o lesiones en áreas corporales que entren en contacto directo con los alimentos y bebidas	SÍ	NO

117	Presentarse aseado al área de trabajo, con ropa y calzado limpios.	SÍ	NO
118	Iniciar la jornada de trabajo con ropa de trabajo limpia e íntegra.	SÍ	NO
119	En caso de utilizar guantes, mantenerlos limpios e íntegros, además de lavarse las manos antes de su uso.	SÍ	NO
120	Guardar ropa y objetos personales fuera de las áreas de producción o elaboración de alimentos y bebidas.	SÍ	NO
121	Tener el cabello corto o recogido, utilizar protección que cubra totalmente cabello, barba, bigote y patilla, tener las uñas recortadas, sin esmalte y no usar joyas.	SÍ	NO
122	Abstenerse de fumar, comer, beber, toser, estornudar, escupir o mascar en las áreas donde se entra en contacto directo con alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, materias primas y	SÍ	NO
123	Utilizar guantes o protección de plástico cuando manipule dinero y elabore alimentos o bebidas.	SÍ	NO
DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS			
Cuenta con:		¿Cumple?	
124	Evidencia documental del personal que opera en las áreas de producción o elaboración que demuestre que se capacita en buenas prácticas de higiene y manufactura mínimo una vez al año.	SÍ	NO
125	Evidencia documental de la realización de análisis clínicos (exudado faríngeo y coproparasitológico), por lo menos una vez al año, del personal que está en contacto con alimentos.	SÍ	NO
126	Un sistema, programa o plan, certificado o registro sobre los controles realizados para la erradicación de plagas, el cual incluye los vehículos propios de acarreo y reparto.	SÍ	NO
127	Licencia sanitaria de quien realiza el control de plagas, en caso de usar plaguicidas éstos deberá ser exclusivamente los autorizados por la autoridad competente y ser de uso urbano/doméstico.	SÍ	NO
128	Registros periódicos de análisis de organismos coliformes fecales y totales en el agua que entra en contacto directo con materias primas, productos, superficies en contacto con los mismos y envases primarios.	SÍ	NO
129	Programas y registros o bitácoras de limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos, utensilios y transportes.	SÍ	NO
130	Programas y registros o constancias de las capacitaciones recibidas del personal que labora.	SÍ	NO

A.2 Formatos para desarrollar un plan HACCP

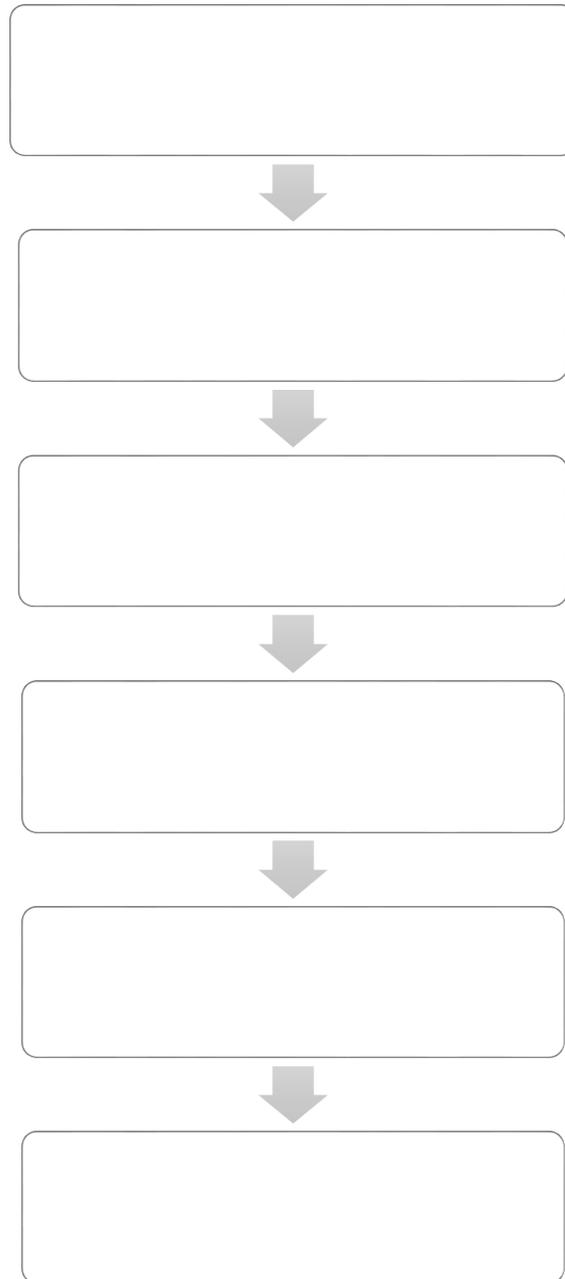
HACCP Paso 1 – Descripción del Producto

Deberá describir las características del producto llenando los campos del siguiente formulario.

Nombre del producto			
Composición e ingredientes			
Características físico-químicas y biológicas			
Tratamiento de conservación			
Envasado y etiquetado			
Control de almacenamiento			
Vida útil del producto			

HACCP Paso 2 – Elaboración de diagramas de flujo

Elaborar diagramas con la secuencia del proceso, iniciando desde la adquisición de la materia prima, adición de ingredientes, aditivos, hasta su almacenamiento. Deberá incluir la descripción de los parámetros técnicos importantes. Estos procesos deberán verificarse *in situ*.



HACCP Paso 3 – Hoja para análisis de riesgos e identificación de PCC (Principio 1 y 2)

Llenar la siguiente hoja identificando los riesgos potenciales que podrían afectar en un futuro la inocuidad del producto. Una vez que se ha identificado un peligro para la inocuidad de los alimentos, deberán estudiarse las medidas de control correspondientes. Estas medidas consisten en cualquier acción o actividad que pueda utilizarse para controlar el peligro identificado, de manera que se prevenga, se elimine o se reduzca a un nivel aceptable.

1 Etapas (Diagrama de Flujos)	2 Riesgos potenciales identificados en HACCP Paso 2	3 ¿Hay algún riesgo potencial probable? (sí/no)	4 Justifique la evaluación para la columna 3	5 ¿Qué medidas de control pueden aplicarse para	6 ¿Es este trabajo un punto de control crítico? (sí/no)
	Físicos:				
	Químicos:				
	Biológicos:				
	Físicos:				
	Químicos:				
	Biológicos:				

HACCP Paso 4 - Establecimiento de Límites Críticos y un Sistema de Vigilancia para cada PCC (Principio 3 y 4)

En la siguiente hoja deberá especificarse y validarse el Límite Crítico para cada PCC de acuerdo a la normatividad vigente (NOM-251-SSA1-2009). Deberá vigilarse el cumplimiento de cada Límite Crítico por personal responsable asignado.

Formulario del Plan HACCP								
Punto Crítico de Control (PCC)	Riesgo Significativo	Límites para cada Medida de Control	Control				Medidas Preventivas	Documentación de Apoyo (si la hay)
			Qué	Cómo	Cuándo	Quién		
Firma:						Fecha:		
Se siguió el Plan HACCP.								

HACCP Paso 5 – Adopción de medidas de Control (Principio 5)

Si en la vigilancia se encuentra que no se cumplen los límites críticos, entonces el proceso está fuera de control, por lo tanto deberán adoptarse inmediatamente medidas correctivas. En la siguiente tabla deberá registrar las medidas correctoras para asegurar que el PCC vuelva a estar bajo control.

Medida Preventiva	PCC	Limite Crítico	VIGILANCIA			Medidas de Control	
			Procedimiento	Frecuencia	Responsable	Procedimiento	Responsable