



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL



CIIDIR-IPN-MICHOACÁN.

**“CALIDAD E INOCUIDAD DE LA LECHE UTILIZADA
EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO COTIJA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION AGICOLA SUSTENTABLE**

PRESENTA

CARLOS FLORES HERRERA

DIRECTOR: DR. JOSE LUIS MONTAÑEZ SOTO

CO-DIRECTOR: M. en C. REBECA FLORES MAGALLÓN.

JIQUILPAN MICHOACÁN. SEPTIEMBRE DE 2011





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14-BIS

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Jiquilpan, Mich. siendo las 11:00 horas del día 2 del mes de Septiembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR-MICH.

“Calidad e inocuidad de la leche utilizada en la elaboración del Queso Cotija”

Presentada por el alumno:

FLORES
Apellido paterno

HERRERA
Apellido materno

CARLOS
Nombre(s)

Con registro:

B	0	8	1	0	3	1
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de: Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de Tesis

DR. JOSÉ LUIS MONTAÑEZ SOTO

M.C. REBECA FLORES MAGALLÓN

DR. JESÚS VÁZQUEZ NAVARRETE

DR. CARLOS V. MUÑOZ RUIZ

DR. JOSÉ VENEGAS GONZÁLEZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DR. GUILLERMO HERRERA ARREOLA






INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Jiquilpan Michoacán, en día 2 del mes de Septiembre del año 2011 el (la) que suscribe Carlos Flores Herrera alumno(a) del programa de Maestría en ciencias en producción Agrícola Sustentable con número de registro B081031, adscrito al CIDIR Michoacán. Manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. José Luis Montañez Soto y la M. en C. Rebeca Flores Magallón y cede los derechos del trabajo intitulado Calidad e inocuidad de la leche utilizada en la elaboración del Queso Cotija, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben de reproducir el contenido textual, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección pompo2@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


Carlos Flores Herrera



El presente trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio de Microbiología del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Michoacán. Bajo la dirección del Dr. José Luis Montañez Soto y la M. en C. Rebeca Flores Magallon

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco enormemente a Dios nuestro creador la oportunidad de vida al encontrarme con personas que han guiado mi destino hasta un puerto seguro en este mar de conocimientos ya que sin ellos seguramente sería más ignorante, Dr. Montañez y M. en C. Rebe mil gracias por ser esa faro que me ayudo a llegar a tierra firme.
- A mi madre que siempre me alentó a seguirme preparando aunque yo no viera el final del túnel esta tesis está dedicada a su memoria que dios te tenga en su reino.
- A mi esposa y mis hijas, ya que sin su apoyo los días negros me ayudaban a ver la luz, los días que tuve que sacrificarlas por el deber mil gracias las amo.
- A mi familia que de todo corazón les agradezco que me cobijen con su compañía y cariño gracias. Que Dios los bendiga a todos.



INDICE GENERAL

	PAGINA
INDICE GENERAL	I
INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
NOTACIÓN	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 El queso	2
2.1.1 El queso Cotija	3
2.1.1.1 Región de Origen	4
2.1.1.2 Proceso de elaboración	7
2.1.1.3 características de calidad	8
2.2 La leche	10
2.2.1 Secreción de la leche	10
2.2.2 El ciclo de lactación	12
2.2.3 Operación de ordeña	12
2.2.4 Composición de la leche	14
2.2.5 Fuentes de contaminación	15
2.2.6 Microorganismos presentes	17
2.2.7 Microorganismos patógenos	18
2.2.8 Microorganismos indicadores	18

2.2.9	Limites manejados en los estándares de la calidad en leches	20
2.3	Calidad e inocuidad de los alimentos	20
2.3.1	Peligros asociados al consumo de alimentos	22
2.3.2	Enfermedades transmitidas por los alimentos	23
2.3.3	Sistemas de aseguramiento de calidad e inocuidad de los alimentos	25
2.3.3.1	Buenas prácticas agrícolas	25
2.3.3.2	Buenas prácticas de higiene	26
2.3.3.3	Buenas prácticas de manufactura	27
2.3.3.4	Análisis de peligros y puntos críticos de control	27
2.4	Planteamiento del problema	28
2.5	Justificación	28
2.6	Hipótesis	29
2.7	Objetivo general	29
2.8	Objetivos específicos	29
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1	Zona de estudio	30
3.2	Diagnóstico del sistema productor	30
3.3	Selección de las explotaciones lecheras	30
3.4	Selección de los puntos de muestreo y toma de muestras	30
3.5	Análisis químico porcentual de la leche	31
3.6	Análisis microbiológico de la leche	31
3.7	Implementación de las buenas prácticas de higiene durante la ordeña	32
3.8	Análisis microbiológico de las explotaciones lecheras	33
3.8.1	Determinación del tamaño de las muestras	33

3.9 Diseño experimental	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 Diagnóstico de las condiciones generales del proceso de ordeña antes de la implementación de las BPH Zona de estudio	35
4.1.1 Instalaciones físicas	35
4.1.2 Personal	36
4.1.3 Instalaciones sanitarias	36
4.1.4 Equipamiento	36
4.1.5 Proceso de extracción	36
4.1.6 Proceso de elaboración del queso	37
4.1.7 Control de plagas	37
4.1.8 Limpieza y desinfección	37
4.1.9 Encuesta al personal de trabajo	37
4.1.10 Análisis microbiológico de la leche cruda entera	38
4.1.11 Análisis microbiológico de utensilios y superficies	42
4.1.12 Análisis microbiológico de las manos de los trabajadores	44
4.1.13 Análisis microbiológicos de la ubres de las vacas durante la ordeña	44
4.1.14 Determinación de organismos coliformes fecales en el agua	45
4.2 Implementación de buenas prácticas de higiene	45
4.2.1 Análisis microbiológicos de utensilios y superficies	46
4.2.2 Análisis microbiológicos de las manos de los trabajadores	47
4.2.3 Análisis microbiológicos de las ubres de las vacas	48
4.2.4 Recuento de coliformes totales en el agua	48
4.2.5 Determinación de microorganismos patógenos en la leche	49

5. CONCLUSIONES	50
6. RECOMENDACIONES	51
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
8. ANEXOS	58
8.1 ANEXO 1: Cuestionario sobre Buenas Prácticas de Higiene	59
8.2 ANEXO 2: Implementación de las Buenas Prácticas de Higiene durante el proceso de extracción de la leche	60
8.3 ANEXO 3: Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento	61
8.4 ANEXO 4: Lista de verificación del proceso de obtención de la leche cruda	69

INDICE DE TABLAS

Tabla N°	Titulo de figura	Página
1	Variación de la composición de la leche cruda de vaca	15
2	Variación de la composición de la leche en base a la raza de ganado vacuno	15
3	Composición de la leche con que se elabora el queso Cotija	35
4	Conocimientos sobre Buenas Prácticas de Higiene y Procedimientos Estándares de Sanitización del personal que labora en las explotaciones lecheras	38
5	Efecto de la implementación de las BPH en el contenido de BMA y CT en la leche cruda	41
6	Recuento de BMA y CT en las superficies de los utensilios empleados en la ordeña antes de implementar las BPH	43
7	Recuento de BMA y CT en las manos de los ordeñadores antes de implementar las BPH.	44
8	Recuento de BMA y CT en las ubres de las vacas durante la ordeña, antes de implementar las BPH	45
9	Recuento de BMA y CT en las superficies de los utensilios empleados en la ordeña después de implementar las BPH	46
10	Recuento de BMA y CT en las manos de los ordeñadores después de implementar las BPH	47
11	Recuento de BMA y CT en las ubres de las vacas durante la ordeña después de implementar las BPH	48
12	Evaluación de la presencia de <i>Salmonella spp</i> , <i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i> en muestras de leche obtenida antes y después de la implementación de BPH.	49

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título de Figura	Página
1	Región de origen del queso Cotija	4
2	Proceso de elaboración del queso Cotija	7
3	Vista de una ubre seccionada. 1. Cisterna de la ubre 2. Cisterna del pezón 3. Canal del pezón y 4. Alveolos	11
4	A: Ordeña manual y B: Recolección de la leche en cántaras de 10-40 L.	14
5	Atributos de calidad de los alimentos y su importancia para el consumidor	21
6	Dispersión del contenido de BMA en la leche bronca obtenida en las diferentes explotaciones lecheras, antes de la implementación de las BPH	39
7	Dispersión del contenido de Coliformes Totales en la leche bronca obtenida en las diferentes explotaciones lecheras, antes de la implementación de las BPH	40

NOTACIÓN

AG: Ácidos grasos

APPCC: Análisis de Peligros y Puntos críticos de Control

a_w : Actividad de agua

BMA: Bacterias Mésófilas Aerobias

BPA: Buenas Prácticas Agrícolas

BPH: Buenas Prácticas de Higiene

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

cm: Centímetros

CT: Coliformes Totales

EST: Extracto seco total

ETA: Enfermedades Transmitidas por los Alimentos

FAO: Organización para la Agricultura y la Alimentación

FDA: Food and Drug Administration

g: gramos

g/L: gramos por litro

kg: Kilogramos

Km: Kilómetros

L: Litros

mL: Mililitros

mm: Milímetros

msnm: Metros sobre el nivel del mar

NOM: Norma Oficial Mexicana

OCF: Organismos Coliformes Fecales

OCT: Organismos Coliformes Totales

pH: Potencial de Hidrógeno

POE'S: Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento

QCRO: Queso Cotija Región de Origen

SNG: Sólidos no grasos

UFC/mL unidades formadoras de colonias por mililitro

USDA: United States Department of Agriculture

RESUMEN

El queso *Cotija* es un producto lácteo madurado, salado, de pasta dura, no cocida y de textura desmoronable, características distintivas que lo hacen único en el mundo. El queso Cotija se elabora desde hace más de cuatro siglos por familias que viven en la región serrana entre los estados de Jalisco y Michoacán, en donde el queso es un icono fundamental de la identidad cultural y territorial de los habitantes. Es elaborado a partir de leche bronca de ganado cebú o criollo que se alimenta bajo un sistema de libre pastoreo. Las condiciones de altura, clima y suelo, así como la humedad relativa y la temperatura de la zona, originan una vegetación típica del lugar que aunada al tipo de ganado, se refleja en la calidad de la leche obtenida y en las características únicas del queso que con ella se elabora. Su producción se restringe a los meses de lluvia debido a que la vegetación con la que se alimenta el ganado es más abundante en esa época, y su maduración se lleva a cabo durante el resto del año. Con el propósito de mejorar la calidad sanitaria de la leche con que se elabora el queso Cotija, se implementó un programa de capacitación en Buenas Prácticas de Higiene (BPH) al personal que labora en 20 explotaciones lecheras del municipio de Cotija, Michoacán. Posteriormente en cada una de las explotaciones lecheras se realizaron dos muestreos, uno antes y otro después de la aplicación de las BPH. Los puntos de muestreo fueron: leche cruda, manos del ordeñador, ubres de las vacas y utensilios empleados en el proceso de ordeña; en todos ellos se determinó el contenido de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y de Organismos Coliformes Totales (OCT). La aplicación de las BPH en el proceso de ordeña logró reducir de 2 a 4 \log_{10} UFC/mL ó UFC/cm², según aplique, el contenido de BMA y de OCT en cada uno de los puntos de muestreo del proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija. Desafortunadamente, la implementación de las BPH al proceso de ordeña no fue suficiente para garantizar que la leche de todas las explotaciones lecheras cumpla con lo establecido por la normativa vigente. No obstante, es indispensable y urgente la caracterización integral del producto, lo cual permitirá establecer las bases que conlleven a implementar mecanismos de protección como la Denominación de Origen, más eficaces que la Marca Colectiva.

ABSTRACT

The Cotija cheese is a dairy product matured, salty, hard cheese, uncooked and crumbly texture, distinctive features that make it unique in the world. Cotija cheese has been done for more than four centuries by families living in the mountainous region between Jalisco and Michoacán states, where cheese is a fundamental icon of cultural identity and territorial of the residents. Cotija cheese is made from raw milk of Zebu or Creole livestock, which is fed under a system of free grazing. The conditions of altitude, climate and soil, as well as the relative humidity and temperature of the area, result in a typical vegetation of the place coupled with the type of livestock, determine the quality of milk produced and the unique characteristics of the cheese that with it is prepared. Its production is restricted to the rainy season because of the vegetation that feeds the cattle are most abundant at this time, and maturation takes place during the rest of the year. In order to improve the sanitary quality of the milk with is makes it the cheese Cotija, was implemented a training program on Good Hygienic Practices (GHP) to staff working in 20 dairy farms of the town of Cotija, Michoacán. Then in each of the dairy farms were made two samplings, one before and one after application of GHP. Sampling points were: raw milk, milkers' hands, udders of cows and utensils used in the milking process; in all of they were determined the content of Aerobic Mesophilic Bacteria (AMB) and Total Coliform Organisms (TCO). The application of GHP in the milking process reduced from 2 to 4 \log_{10} CFU/mL or CFU/cm², as applicable, the content of AMB and TCO in each of the sampling points of the process of obtaining milk with the Cotija cheese is made. Unfortunately, implementation of GMP in the milking process was not enough to ensure that the milk of all dairy farms comply with the provisions of the applicable national regulations. However, the integral characterization of the product it is essential and urgent, which will lay the groundwork that would lead to measures of protection, as the Origin Denomination of the Product, which is more effective that the collective mark.

1. INTRODUCCIÓN

El queso Cotija es originario de la región ubicada en el estado de Michoacán, de la cual toma su nombre. Su producción tradicional se concentra en las rancherías de la “*Sierra Jalmich*” en el Occidente de México, donde se produce desde hace más de 400 años y se elabora a partir de la leche cruda de vaca. Las condiciones de clima, altura y suelo originan una vegetación típica del lugar, que sumada al tipo de ganado utilizado, se refleja en la composición y las características de la leche producida. Por otra parte, la humedad relativa de la zona, vinculada a la temperatura, las lluvias y la altura, se relaciona con las características del queso elaborado y añejado en la zona. Aunado a ello, el proceso de producción y de maduración, confieren a ese queso una calidad única que lo distingue de otros tipos de quesos, así como de las numerosas imitaciones.

El Queso Cotija está clasificado como un queso de textura friable, de sabor fuerte agridulce, con alto contenido de sal, este es uno de los pocos quesos maduros que se consumen en nuestro país; es un queso madurado, de forma cilíndrica de talla grande cuyo peso aproximado es de 20 kg. El Queso Cotija posee una gran aceptación en el mercado nacional y su consumo va en aumento, incluso en el extranjero, donde ha llegado a recibir reconocimientos por su textura, sabor y olor característico. Obtuvo la Marca Colectiva “Queso Cotija Región de Origen” en el 2005 y ganó el premio de “Mejor queso extranjero” en el Campeonato mundial de quesos de calidad celebrado en Cremona, Italia, en el 2006.

Debido al conflicto de interés creado por la existencia de un queso “tipo” Cotija muy difundido en todo México, no se ha logrado conseguir la Denominación de Origen, lo cual resultaría más adecuado para este tipo de producto. Pero proteger un nombre no es suficiente para garantizar su aceptación y permanencia en el mercado. Eso debe ir de la mano con la implementación de innovaciones tecnológicas que garanticen la calidad e inocuidad del producto, sin perder la tipicidad y originalidad del mismo. En este sentido, la caracterización integral del producto establecerá las bases que permitan implementar mecanismos de protección, como la Denominación de Origen, más eficaces que la Marca Colectiva.

2. ANTECEDENTES

2.1 El Queso

El queso es un alimento que se obtiene a partir de la coagulación de las proteínas de la leche, principalmente caseína seguido de un cortado, desuerado, salado y moldeado; dicho proceso permite conservar las características nutrimentales de la leche por un periodo más o menos prolongado, debido a la disminución de una gran cantidad de agua (Amiot, 1991; Beresford *et al.*, 2004). Desde el punto de vista nutricional, el queso es considerado como un alimento nutritivo ya que contiene todos los aminoácidos esenciales para el ser humano: isoleucina, leucina, lisina, treonina, triptofano, fenilalanina, valina (Schlimme, 2002). Es una fuente importante de vitaminas (excepto la vitamina C, ya que se destruye en el proceso de fabricación) y minerales (calcio, hierro, fósforo, etc.) que sirven para el mantenimiento de la salud (Gompertz, 2004); además de ser una buena fuente de ácidos grasos esenciales. Su aporte energético también es importante, y varía con base en la concentración de la grasa presente en la leche empleada para su elaboración. Generalmente, en la leche de vaca el 2% del total de ácidos grasos corresponde a ácidos grasos poli insaturados, y el 70% a ácidos grasos saturados (Scott, 1991). Adicionalmente, es considerado como un alimento adecuado para las personas intolerantes a la lactosa, ya que dicho azúcar se pierde casi en su totalidad durante el proceso de elaboración y maduración de los quesos (Gompertz, 2004).

El queso es un alimento muy apreciado por el hombre debido a sus cualidades nutritivas y sensoriales; ha sido elaborado desde hace varios siglos a partir de leche de vaca, oveja, cabra y otros rumiantes. El origen del queso no es muy preciso, pero existe una leyenda que relata la historia de un pastor nómada quien a falta de recipientes utilizó el estómago de un cabrito para transportar leche. Como resultado del calor durante el camino y de la concomitante actividad enzimática presente en el estómago, la leche se tornó sólida formando un producto agradable al paladar. Posteriormente, en vista de las ventajas obtenidas por el aumento de vida útil de este nuevo producto, se condimentó, adaptó por diferentes culturas y difundió hasta llegar a ser uno de los productos lácteos predilectos en el mundo (Amiot, 1991).

Como consecuencia de las diferentes condiciones tecnológicas, que con el tiempo fueron introduciendo países o regiones de todos los continentes, en el proceso de elaboración de queso, actualmente se producen entre 400 y 1000 diferentes tipos de quesos en todo el mundo. Entre las principales condiciones tecnológicas se incluyen: fuente y composición de la leche, condiciones de coagulación, agente coagulante, el corte, tipo de cultivos microbianos, el tratamiento que reciba la cuajada, las condiciones de maduración y la eventual adición de diversos ingredientes (Fernández, 2000).

La elaboración de quesos en México se inició con la llegada de los españoles en el siglo XVI quienes trajeron consigo diversos animales como vacas y cabras, a partir de las cuales obtenían leche para la elaboración de una amplia variedad de quesos los que aportan a nuestros sentidos una inmensa y grata diversidad (Cervantes et al., 2008). Actualmente, en nuestro país se siguen produciendo diversos tipos de quesos artesanales, los cuales son altamente apreciados por la población local, debido a sus fuertes raíces históricas y a las características distintivas que presentan (Villegas de Gante, 2000). Algunos de los quesos tradicionales más populares en México son: el queso Oaxaca, el queso Chihuahua y el queso Cotija entre otros, este último es conocido como el queso “Parmesano mexicano”. Según Villegas de Gante (2000), el queso Cotija poco añejado, es semejante al queso Feta griego.

2.1.1 El Queso Cotija

El queso Cotija nació como consecuencia del asentamiento de los españoles en el valle de Cotija y sus alrededores quienes, en búsqueda de oro y espacios libres para sus animales, transformaron a esta región en una zona ganadera. Según los productores de la región, el origen del nombre “Cotija” surge de la costumbre de comercializar el queso elaborado en la región de *Jalmich*, en la ciudad de Cotija, Michoacán donde anteriormente existía una estación de tren. En la actualidad, el queso que se elabora en dicha región es conocido con el nombre de Queso Cotija Región de Origen^{MC} (QCRO). Es importante resaltar que la zona de producción de la materia prima, la leche, y la zona de elaboración del queso Cotija es la misma. De hecho, el queso se caracteriza por ser producido por los mismos ganaderos de la zona, únicamente a partir de su propia producción de leche (Hernández et al., 2009).

El Queso Cotija Región de Origen^{MC} Es elaborado a partir de leche entera bronca (no pasteurizada) de ganado cebú o criollo que se alimenta bajo un sistema de libre pastoreo dentro del área delimitada, en donde el queso es un icono fundamental de la identidad cultural y territorial de los habitantes. Su periodo de elaboración se restringe a los meses de lluvia debido a que la vegetación con la que se alimenta el ganado es más abundante durante esta época, aumentando la producción de leche (Álvarez *et al.*, 2005). Su proceso de maduración se lleva a cabo durante el resto del año, con lo que se logra la obtención de un producto con características únicas.

2.1.1.1 Región de Origen

La región donde se produce el queso Cotija presenta forma de herradura orientada hacia el norte y abarca una superficie de aproximadamente 2,400 km², los cuales se encuentran comprendidos de los 19°15' a los 19°40' de latitud norte y de los 102°30' a los 103°05 de longitud oeste (Figura 1) (Álvarez *et al.*, 2005).



Figura 1: Región de origen del queso Cotija
Comprende una zona continua, ubicada en la “Sierra Jal-Mich”, entre los estados de Jalisco y Michoacán, e incluye principalmente los municipios de Santa María del Oro en Jalisco, y la parte sur de los municipios de Cotija y de Tocumbo, correspondientes al estado de Michoacán. También comprende parte de los municipios de Jilotlan de los

Dolores, Tamazula, Valle de Juárez y Quitupan, los cuales se encuentran ubicados en el estado de Jalisco y, así como parte de los municipios de los Reyes, Periban y Tancitaro y Buena Vista Tomatlan; todos ellos del estado de Michoacán. Los municipios que realmente se involucraron y que cuentan con productores que participan en el proceso de calificación del queso Cotija son: Santa María del Oro, Jilotlan de los Dolores y Quitupan por el estado de Jalisco y, Cotija, Tocumbo y Buena Vista Tomatlán por el estado de Michoacán.

La zona de producción reconocida por las reglas de uso de la marca colectiva, se delimitó según factores geográficos físicos, agronómicos y humanos incluyendo la topografía y el clima, traducidos en parámetros de temperatura y precipitación pluvial anual. La región es una ladera templada, de transición climática, muy plegada y con escalonamiento altitudinal, que va desde los pies de monte que se elevan desde el valle de Tierra Caliente y que llega un poco antes de las cumbres frías del eje neovolcánico. La altitud está comprendida entre los 700-1700 msnm aproximadamente. Las precipitaciones medias anuales están comprendidas entre 900 mm al sur y 1200 mm en los otros puntos cardinales. La región se caracteriza por una cubierta vegetal tipo selva baja caducifolia con vegetación secundaria irregular. Queda excluida la zona de bosque mixto (encino-pino), ubicada en las partes más altas de la región. Predomina el suelo areno-arcilloso y pedregoso, cambisol en la parte alta de la ladera, donde limita con luvisol de la tierra fría, al norte; regosol y ranquer en la parte más baja, donde limita con vertisol de la Tierra Caliente al sur (Pomeón, 2008).

Es en este medio específico donde se pastorea el ganado vacuno productor de la leche con el cual se elabora el Queso Cotija. Las características de clima, altura y suelo originan una vegetación típica del lugar, que aunado a la producción de maíz de temporal, el cual se cultiva en los accidentados terrenos de la región, se refleja en la composición y las características de la leche producida. Por otra parte, la humedad relativa de la zona, vinculada a la temperatura, las lluvias y la altura, se relaciona con las características del queso elaborado y añejado en la zona.

La delimitación de la zona implica una fuerte especificidad del medio natural y humano que confiere sus características al queso Cotija. La producción de queso se realiza en

toda la región pero particularmente en las zonas serranas aisladas, en donde es una necesidad procesar la leche para elaborar queso maduro y así posponer su venta. La zona comprende unos 12,000 habitantes distribuidos en 400 localidades, con aproximadamente 5 viviendas y 30 habitantes por localidad. La distancia entre las localidades es alrededor de 5 Km y hasta de 50 Km de distancia de los centros urbanos más cercanos, que son los sitios en donde se comercializa el queso.

Es importante destacar que la elaboración del queso Cotija se vincula con un grupo social que posee su propia historia y cultura, y que son conocidos como los rancheros de la *Sierra Jal-Mich*. Esa sociedad ranchera se caracteriza por un poblamiento escaso y disperso en ranchos aislados dedicados a la explotación ganadera con producción estacional de queso, durante los meses de lluvia (generalmente de julio a octubre). Los ranchos de ordeña se ubican en la parte alta de las zonas destinadas a ser ocupada por el ganado durante la temporada de lluvia. Corresponden al lugar donde se efectúa la ordeña y regularmente se elabora el queso Cotija. Por lo general la familias se asientan a esa área durante la estación de lluvia, aunque algunos se trasladan de su casa habitual a la zona cada día para efectuar la ordeña y elaborar el queso (Barragán y Chávez, 1998).

El queso tomó rápidamente un papel central en la economía local. Su comercialización se extiende hacia el centro y sur del país a través de los arrieros de Cotija, quienes fueron los primeros en difundir la denominación “Queso de Cotija. No existe otra actividad económica fuerte en la zona: hay pocas empresas y no hay turismo. La población de la *Sierra Jalmich*, aislada, tiene básicamente dos medios de subsistencia: la crianza de ganado vacuno o la emigración hacia los grandes centros urbanos del país y sobre todo hacia los Estados Unidos de Norte América.

2.1.1.2 Proceso de Elaboración

El proceso de elaboración del QCRO es totalmente artesanal, inicia con la ordeña de las vacas para la obtención de la leche, la cual es filtrada y reposada en tinajas (Figura 2). Posteriormente a la leche, sin ningún tratamiento térmico, se le agrega un agente coagulante (cuajo o enzimas coagulantes) para la precipitación y concentración

selectiva de las proteínas. La cuajada así obtenida es cortada y desuerada para eliminar una gran proporción de agua, con lo que también se elimina la mayor cantidad de la lactosa presente en la leche; así se contribuye a generar las características de textura y composición del producto final. A continuación, el quesero termina de romper esta estructura de manera manual e incorpora la cantidad de sal necesaria amasando hasta su homogenización. La cuajada salada se deposita sobre dos mantas de henequén contenidas dentro de un molde que define la forma y el tamaño del queso. La pieza resultante es prensada empleando piedras de diferentes tamaños. Al finalizar esta etapa el queso se desmolda, se faja, se voltea continuamente para orearlo y obtener un producto homogéneo. Al terminar el oreado, el queso se descincha y se deja madurar durante un mínimo de 3 meses para garantizar su calidad sensorial y microbiológica antes de enviar el producto final al mercado (Bravo, 2008).



Figura 2: Proceso de elaboración del queso Cotija

Durante los primeros tres meses de vida, las piezas de queso permanecen en los ranchos de la región, bajo el cuidado y atención de los productores, lo que le da al queso su corteza rugosa y gruesa, de color que varía del amarillo paja al ocre; textura firme, su sabor pronunciado y aroma refinado. Al tacto la pasta es dura y homogénea; al

corte presenta una estructura que puede ir de compacta a granulosa; a la nariz es ácido, al paladar es dulce, picante y friable (Chombo, 2003).

En la etapa de maduración el queso sufre una gran cantidad de cambios físicos, químicos y bioquímicos debido a todos los factores intrínsecos (microorganismos presentes, contenido de humedad, grasa, proteína y acidez, entre otros), y extrínsecos (temperatura y humedad de almacenamiento), que intervienen durante su añejamiento y que son necesarios para obtener la calidad final del producto.

El Queso Cotija Región de Origen debe tener un mínimo de tres meses de vida dentro del área geográfica que protege la marca, considerando el inicio de su vida a partir del retiro de la prensa. El resultado final es un queso, de 40 cm de diámetro y 20 cm de altura, peso promedio de 20 kg en promedio (derivados de los 200 L de leche con que se elabora cada pieza. Después estará listo para su consumo y así no requiere refrigeración para su conservación (Álvarez et al., 2005).

2.1.1.3 Características de Calidad

El queso Cotija oreado (3-6 meses de maduración) presenta una actividad de agua (a_w) entre 0.87 y 0.90; pH entre 4.8 y 5.2, y su acidez fluctúa entre 0.20 y 0.32%, expresada como ácido láctico. Su contenido de humedad oscila entre 32 y 40%, mientras que su contenido de grasa y proteína se encuentran en un intervalo que va de 37.3 a 46.2% y 39.1 a 47.5% respectivamente, ambas en base seca. Además, contiene de 0.12 a 0.24% de carbohidratos, de 8.7 a 11.2%, de cenizas y un contenido de cloruros entre 4 y 7.4%, también en base seca. Estas variaciones podrían deberse a factores tales como la composición de la materia prima, así como a las diferencias en el proceso de elaboración del producto debido a que éste, no se encuentra totalmente estandarizado (García, 2006). No obstante, los resultados obtenidos muestran que el queso Cotija es único respecto a otros quesos reportados en la literatura (Hernández, 2007).

Los estudios sobre aspectos microbiológicos del queso Cotija no reportan la presencia de hongos como parte de su biota constitutiva. (García, 2006; Hernández, 2007; Bravo, 2008). De acuerdo a lo reportado por Bravo (2008), la población de coliformes

disminuye conforme transcurre la maduración hasta en un 95% de la población inicial, durante el periodo correspondiente a lo establecido por los productores como el mínimo necesario para ser comercializado. A la fecha no se han reportado microorganismos patógenos tales como: *Listeria monocytogenes* y *Brucella abortus*, lo cual es importante en relación a la inocuidad alimentaria del producto.

Además de los estudios mencionados, se han realizado investigaciones para la identificación de bacterias lipolíticas (García, 2006), bacterias proteolíticas (Hernández, 2007) y bacterias lácticas (Bravo, 2008). Todos los trabajos enfatizan la relación de la flora microbiana encontrada, con las características sensoriales del Queso Cotija Región de Origen. Utrera (2007) relacionó las características sensoriales, texturales y de color del Cotija, generando así, 25 descriptores para dicho queso: 7 de apariencia, 2 de color, 3 de textura táctil, 7 de textura en boca y 6 de sabor. Estos resultados ayudarán a definir adecuadamente a este queso.

Así mismo se ha sugerido la presencia compuestos funcionales en el Queso Cotija; estos se definen como aquellos que contribuyen a la salud del consumidor. Dentro de estos estudios se encuentran los relacionados a la actividad antioxidante de diversos compuestos provenientes de la alimentación del ganado, lo que podría representar una particularidad de este queso, la cual podrían derivarse de las condiciones de elaboración involucradas. Entre dichos compuestos se encuentran algunos péptidos de bajo peso molecular, que se han informado como bioactivos y que se generan durante el proceso de maduración (Hernández, 2007).

2.2 La leche

La leche es la secreción nutritiva de color blanco mate y ligeramente viscosa, producida por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Su función es nutrir a los hijos hasta que puedan digerir otros alimentos. Las sustancias contenidas en la leche le proveen de energía y materiales de construcción para el crecimiento, también proporciona anticuerpos que le protegen contra infecciones del lactante (Alfa Laval, 1990). Otra definición dice que la leche es la secreción de las glándulas mamarias, sin calostro y sin substracción alguna de sus componentes, es una emulsión de glóbulos

grasos y una suspensión de micelas de caseína (compuesta de Calcio, Caseína y Fósforo), toda ésta suspendida en una fase acuosa la cual contiene lactosa, proteínas del suero, algunas sales y minerales (Evers y col, 2000; NOM-155-SCFI-2003).

2.2.1 Secreción de la leche

Antes de que una vaca pueda producir leche debe tener un ternero. Las novillas llegan a su madurez sexual a la edad de 7-8 meses, pero lo adecuado es fertilizarlas entre los 15 y 18 meses. El periodo de gestación es de 265-300 días, por lo que la novilla puede tener su primer ternero a la edad de 2.5 años. La leche es segregada en la ubre de la vaca, órgano semiesférico dividido por un pliegue en mitades izquierda y derecha. Cada mitad está dividida en cuartos por un pliegue transversal poco profundo y cada cuarto tiene un pezón con su propia glándula mamaria (Figura 3) (Alfa Laval, 1995).

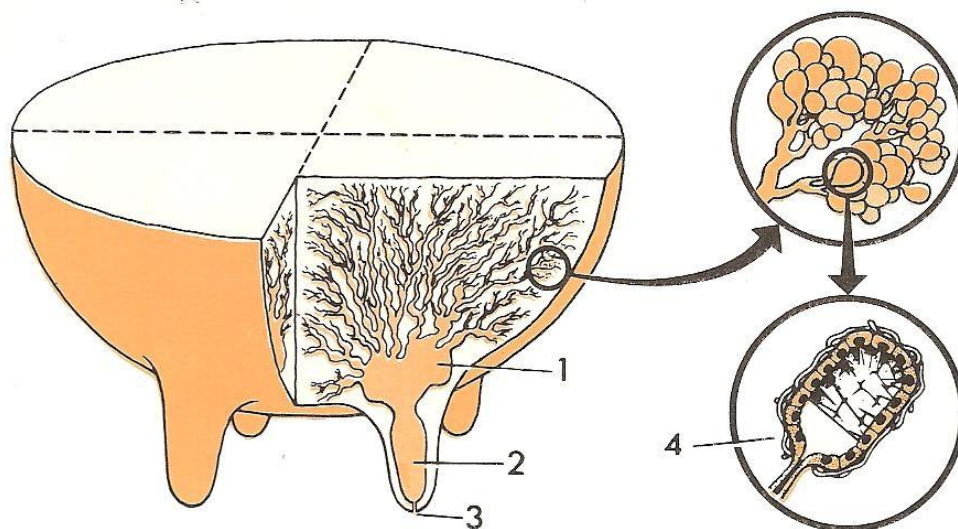


Figura 3: Vista de una ubre seccionada. 1. Cisterna de la ubre 2. Cisterna del pezón
3. Canal del pezón y 4. Alveolos

La ubre está compuesta de tejido glandular que contiene células productoras de leche y esta encajada en un tejido muscular que da cohesión al cuerpo de la ubre y lo protege contra golpes y choques. El tejido glandular contiene un gran número de diminutas vejigas llamadas alveolos. Las células que realmente producen leche están situadas en las paredes internas de los alveolos, los cuales se encuentran en grupos de 8 a 120. Los capilares que salen de los alveolos convergen en conductos de leche más grandes

que fluyen hacia una cavidad encima del pezón. Esta cavidad es conocida como cisterna de la ubre, la cual puede contener hasta 400 mL de leche y baja, alcanzando el interior del pezón, conocido como cisterna, el cual tiene en su extremo un canal de 1 a 1.5 cm de largo. Entre una ordeña y otra el canal está cerrado por un minúsculo esfínter que evita el goteo y la introducción de bacterias a la ubre (Alfa Laval, 1995).

Toda la ubre esta irrigada por vasos sanguíneos y linfáticos, los cuales aportan sangre rica en nutrientes desde el corazón a la ubre, donde es distribuida por capilares que rodean a los alveolos. De este modo las células productoras de leche son alimentadas con los nutrientes necesarios para la producción y secreción de la leche. La sangre agotada es llevada a las venas y retornada al corazón. Cuando los alveolos segregan leche, su presión interna aumenta y si la vaca no es ordeñada la producción de leche se detiene cuando la presión alcanza un cierto límite. Un incremento en la presión fuerza una pequeña cantidad de leche a entrar en los conductos más amplios y a bajar hacia la cisterna. Sin embargo, la mayor parte de la leche en la ubre está contenida en los alveolos y en los finos capilares que les rodean. Estos capilares son tan finos que la leche no puede fluir libremente a través de ellos. Se necesita ejercer una presión para conseguir que la leche salga de los alveolos y pase por los capilares hasta llegar a los conductos más amplios. Células semejantes a músculos situadas alrededor de cada alveolo realizan este trabajo durante el ordeño (Alfa Laval, 1995).

2.2.2 El ciclo de lactación La secreción de la leche en la ubre de la vaca comienza un poco antes del parto, de modo que el ternero pueda empezar a alimentarse casi inmediatamente después de su nacimiento. Durante los tres o siete días que preceden al parto, la mama segrega un líquido viscoso, amarillento y amargo que es el calostro, cuyos caracteres esenciales son: pobre contenido de lactosa (25 a 30 g/L), abundante contenido en materias nitrogenadas constituidas sobre todo por albúmina (70 a 130 g/L), que coagula por calentamiento, muy rico en sales (9 a 10 g/L), riqueza normal en grasa, aunque contiene mayor cantidad de ácidos grasos (AG) y elevada acidez (Veisseyre, 1998). Posteriormente la vaca continúa produciendo leche durante aproximadamente 300 días, periodo que es conocido como lactación, periodo durante el cual, la producción de leche va disminuyendo gradualmente. De uno a dos meses

después del parto, la vaca puede ser fertilizada nuevamente y con el nacimiento de un ternero comienza el nuevo ciclo de lactación. Una vaca es normalmente productiva durante aproximadamente 5 años y la producción de leche es ligeramente inferior durante el primer periodo de lactación (Alfa Laval, 1995).

2.2.3 Operación de ordeña

La hormona oxitocina debe ser liberada en la corriente sanguínea de la vaca para que se inicie el vaciado de la ubre, esta hormona es segregada y almacenada en la hipófisis. Cuando la vaca es preparada para la ordeña, la excitación nerviosa, producida a nivel de la mama por el masaje y la manipulación de los pezones llega a la hipófisis, que segrega entonces a la oxitocina, provocando la contracción de los alvéolos, dando la salida de la leche. Originalmente el estímulo de la vaca se producía por los esfuerzos del ternero para succionar la leche y la oxitocina es liberada cuando la vaca siente que el ternero esta succionando. Actualmente las vacas lecheras no alimentan a sus terneros, pero están condicionadas a reaccionar a otros estímulos tales como sonidos, olores y sensaciones asociadas con la ordeña (Ruegg, 2001).

La oxitocina comienza a tener efecto un minuto después de iniciada la preparación, haciendo que las células musculares compriman a los alveolos, lo cual genera una presión en la ubre, la cual puede sentirse en las manos y que se conoce como el reflejo de evacuación. La presión fuerza a la leche a descender a la cisterna del pezón, desde donde es succionada por la pezonera de una ordeñadora o presionada por los dedos del ordeñador durante la ordeña manual.

El efecto del reflejo de evacuación disminuye con el tiempo porque la oxitocina se diluye y descompone en la corriente sanguínea, desapareciendo después de 5-8 minutos, tiempo en que debe completarse la ordeña, pues si la operación se prolonga con objeto de agotar a la vaca, se somete a la ubre a un esfuerzo adicional innecesario, lo que irrita al animal y puede dificultar su ordeña. Cuando la ordeña no se puede efectuar mientras dura el reflejo de evacuación, resulta más conveniente no ordeñar al animal. Después de 20-30 minutos la vaca segrega una nueva carga de oxitocina y la vaca podrá entonces prepararse para ser ordeñada en la forma habitual (Veisseyre, 1998).

La ordeña de las vacas se realiza manualmente en muchas granjas de todo el mundo, del mismo modo en que se hacía hace miles de años; sin embargo, la ordeña manual es cada vez menos frecuente (Figura 4). Durante la ordeña manual las vacas normalmente son ordeñadas por la misma persona todos los días, y son rápidamente estimuladas para permitir la evacuación sólo con oír los sonidos familiares de la preparación del ordeño. El ordeño comienza cuando la vaca responde con el reflejo de evacuación y la primera leche de los pezones es rechazada debido a que contiene un gran número de bacterias.

Mediante un chequeo visual y cuidadoso de esta primera leche es posible apreciar cualquier cambio que pueda indicar que la vaca está enferma. Al mismo tiempo son ordeñados dos cuartos opuestos diagonalmente, uno con cada mano, de forma que las dos tetas son ordeñadas alternativamente. Cuando los dos cuartos han sido vaciados de esta forma, se procede a ordeñar los otros dos cuartos hasta que la ubre entera es vaciada. La leche es recogida en cubos que se vierten en cántaras de 10, 20 y 40 litros, pasando antes a través de una tela de filtración para la eliminación de impurezas (Alfa Laval, 1995).



A



B

Figura 4. A: Ordeña manual y B: Recolección de la leche en cántaras de 10-40 L.

2.2.4 Composición de la leche.

Los principales constituyentes de la leche son: agua, grasa, proteínas, lactosa y sales minerales. También contiene trazas de otras sustancias como pigmentos, enzimas, vitaminas y fosfolípidos y sales. Las cantidades de los diversos componentes y las características físico-químicas que presenta la leche, pueden variar considerablemente en vacas de diferentes razas, e incluso en vacas de la misma raza, puesto que se ven influenciadas por factores tales el curso del período de lactación, la alimentación y la edad del animal, así como el estado de salud y el curso de su tratamiento, la temperatura ambiente y hábitos de ordeña. Es por ello que sólo se pueden especificar intervalos de valores límite para esas variaciones (Tabla 1) (Alfa Laval, 1995).

Tabla 1: Variación en la composición de la leche cruda de vaca

Constituyente	Intervalo de variación (%)	Valor medio (%)
Agua	85.5 – 89.5	87.5
Sólidos totales	10.5 – 14.5	13.0
Grasa	2.5 – 6.0	3.9
Proteínas	2.9 – 5.0	3.4
Lactosa	3.6 – 5.5	4.8
Minerales	0.6 – 0.9	0.8

Al residuo que queda cuando el agua y los gases son eliminados, se le conoce con el nombre de extracto seco total (EST) o sólidos totales de la leche. Además de los sólidos totales o extracto seco total, el término sólidos no grasos (SNG) o extracto seco magro (ESM), es ampliamente utilizado cuando se habla de la composición de la leche. Los sólidos no grasos es el contenido total de sólidos con excepción de la grasa. El contenido medio de SNG de acuerdo a la tabla 1 es $13 - 3.9 = 9.1\%$ (Alais, 2001).

En la Tabla 2 se puede apreciar la variación en la composición promedio que presenta la leche en las principales razas de ganado vacuno. Con excepción de la lactosa, cada uno de estos componentes varía también en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas, de acuerdo con el animal que la produce (Potter, 1978). Por obvias razones, la industria lechera tiene una preferencia mayor por aquellas razas que, aparte de su adaptabilidad a las condiciones climatológicas, ofrece altos contenidos de grasa y mayores volúmenes en su producción diaria.

Tabla 2: Variación de la composición de la leche en base a la raza de ganado

Raza	Agua	Proteínas	Grasa	Lactosa	Cenizas
Ayshire	87.11	3.28	4.03	4.91	0.67
P. Suiza	86.79	3.51	3.95	5.01	0.74
Guernesey	85.76	3.66	4.91	4.95	0.72
Holstein	87.93	3.08	3.53	4.78	0.68
Gersey	84.96	3.88	5.43	4.99	0.74

2.2.5 Fuentes de contaminación

La leche recién ordeñada de una vaca sana abandona la ubre a una temperatura de 37°C y está prácticamente libre de bacterias, pero debe protegerse de la contaminación tan pronto como se obtiene. Los microorganismos capaces de deteriorar la leche están en todas partes; en las ubres, en las manos del ordeñador, en las partículas presentes en el aire, en gotas de agua, en la paja, en los pelos de las vacas, en el suelo y en los utensilios y equipo de ordeña. Es por ello que, con objeto de producir leche de alta calidad bacteriológica, se debe prestar cuidadosa atención a la higiene; sin embargo, a pesar de todas las precauciones, es imposible la completa exclusión de las bacterias, dado que la leche es un verdadero caldo de cultivo para las mismas, debido a que contiene todos los nutrientes que ellas necesitan. Entre las principales fuentes de contaminación de la leche se encuentran las siguientes:

Animal: teóricamente la leche al salir del pezón debería ser estéril, sin embargo, contiene de 100 a 10,000 bacterias/mL, una baja carga microbiana que puede no llegar a multiplicarse si la leche es manipulada adecuadamente. Dado que los microorganismos pueden entrar por vía mamaria ascendente a través del esfínter del pezón, cualquier lesión que afecte la integridad del mismo, facilitara un aumento en la contaminación. Así mismo, la leche puede contaminarse al salir, por medio del pelo de las vacas. La ubre que entre en contacto con el suelo, heno, y cualquier superficie donde las vacas se arrojen, de allí que los pezones sean considerados como una fuente importante de esporas bacterianas. En animales enfermos, (vacas con mastitis) aumenta el número de microorganismos en leche (Valbuena et al., 2005).

Agua: podría ser una fuente importante de microorganismos psicrófilos como las *Pseudomonas* y de bacterias coliformes (Iramin et al., 2005).

Aire: el aire representa uno de los medios más hostiles para la supervivencia de los microorganismos debido a la constante exposición al oxígeno, cambios de temperatura y humedad relativa, radiación solar, etc. Es por ello que solo aquellos microorganismos resistentes podrán ser capaces de permanecer en el aire y llegar a contaminar los alimentos. Los microorganismos Gram negativos mueren rápidamente mientras que los Gram positivos y aquellos esporulados pueden persistir por largo tiempo. En el aire se pueden encontrar *Micrococcus*, *Streptomyces* y esporas de mohos como *Penicillium* y *Aspergillus* (Valbuena et al., 2005).

Suelo: el suelo es la principal fuente de microorganismos termodúricos y termófilos. La leche nunca entra en contacto con el suelo pero sí los animales, utensilios y el personal, de manera que es a través de ellos que los microorganismos telúricos (*Clostridium* spp) pueden alcanzar a contaminar la leche (Ajete, 2005).

El ordeñador: el ordeñador juega un papel importante en la contaminación de la leche, sobre todo cuando la ordeña es manual. En nuestro medio es frecuente observar como el personal encargado de la ordeña no se lava las manos y peor aún se las humedece en la misma leche para lograr lubricación que facilite el ordeño e incluso, las humedece con su propia saliva. Por esta razón, se ha señalado al ordeñador como responsable de la contaminación de la leche con microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Leptospiras*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus*. Las heridas infectadas en manos y brazos pueden ser fuentes de algunos de estos microorganismos (Echeverría, 2002).

Estiércol: el estiércol representa la principal fuente de contaminación de la leche con microorganismos coliformes, estos pueden ingresar a la leche arrastrados por el aire, a través del animal o del ordeñador, así como también por medio de los utensilios mal higienizados (Armenteros, 2005)

Utensilios y Transporte: el contacto de la leche con el material de ordeña y su permanencia en los tanques de almacenamiento y transporte, puede multiplicar por un factor de 2 a 50 la biota microbiana inicial. De allí que la higiene adecuada de estos, por

medio de agentes desinfectantes, afecta significativamente la calidad sanitaria de la leche. La flora microbiana proveniente de esta fuente puede ser diversa, pero la más frecuente es flora termorresistente, razón más que suficiente para exigir al máximo la higiene de estos utensilios y medios de transporte de la leche (Fernández, 2000).

2.2.6 Microorganismos presentes en la leche

Los diferentes microorganismos alcanzan la leche por dos vías principales: la vía mamaria y el medio externo. Por vía mamaria: los microorganismos que pueden ingresar a la ubre, igualmente pueden llegar a contaminar la leche antes o después de la ordeña. Estos microorganismos pueden alcanzar la leche por vía mamaria ascendente o descendente. Por vía ascendente lo hacen bacterias que se adhieren a la piel de la ubre y posterior a la ordeña entran a través del esfínter del pezón como por ejemplo: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y Coliformes. La vía descendente o hematógena la utilizan los microorganismos que pueden causar enfermedad sistémica o tienen la propiedad de movilizarse por la sangre y a través de los capilares mamaros llegar a infectar la ubre, entre estos microorganismos destacan: *Salmonella sp.*, *B. abortus*, y *M. tuberculosis* (Ponce et al., 2004). Por el medio externo: en este caso la contaminación puede ocurrir cuando la leche ha salido de la glándula mamaria. Los tanques de almacenamientos, utensilios, transportes e incluso el personal que manipula la leche, son fuentes de contaminación de microorganismos que utilizan esta vía, la cual generalmente es la principal responsable de la pérdida de la calidad del producto (Fernández, 2000).

2.2.7 Microorganismos patógenos

Los microorganismos patógenos pueden proceder de la leche de vacas infectadas o de la contaminación externa de la ubre. La tuberculosis bovina y la brucelosis son las enfermedades más importantes transmitidas por la leche (Salter y Santrano, 2000). La ubre es una fuente importante de microorganismos patógenos como la *Salmonella* y *Campylobacter jejuni*, los cuales provocan las enfermedades llamadas salmonelosis y enteritis campylobacter respectivamente. La infección bacteriana de la ubre (mastitis) puede ser también una fuente potencial de bacterias patógenas (*S. aureus*, *S.*

agalactiae, *E. coli*). Todos estos patógenos son destruidos durante la pasteurización (Ranken, 1993).

2.2.8 Microorganismos indicadores

En general los microorganismos indicadores reflejan el manejo sanitario del alimento, y se asocian con un antecedente que compromete su calidad. De manera general en los alimentos existe una gran diversidad de microorganismos, excepto en productos que han recibido tratamientos térmicos severos (Fernández, 2000). Los microorganismos indicadores son usados para una variedad de propósitos en alimentos, incluyendo la evaluación de la calidad e inocuidad de productos crudos o procesados, así mismo, valoran y verifican la efectividad de controles microbiológicos a partir de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), y la evaluación de efectividad de las medidas de control (OCT, 2003).

Entre los principales microorganismos indicadores se encuentran los organismos coliformes (OC), principalmente los géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella* (Fernández, 2000). Por otro lado *Escherichia coli* no puede señalarse como microorganismo indicador de contaminación fecal directa debido a su capacidad para multiplicarse en muchos alimentos (Synge, 1999). En verduras por ejemplo, su presencia es sugestiva de contaminación fecal reciente, considerando que en ausencia de material fecal no suele existir en estos productos y que muy probablemente, si acaso se multiplica en ellos, tiende a morir. Esta bacteria comúnmente se encuentra en residuos de suciedad sobre equipo mal saneado, sin embargo, en alimentos destinados a poblaciones hipersensibles no debe tolerarse la presencia de *E. coli* con positividad de porciones de 0.1 g o menos (Fernández, 2000).

Varios autores consideran la presencia de *E. coli* como el indicador más confiable de contaminación fecal en alimentos, especialmente en aquellos que han recibido algún tratamiento antimicrobiano severo (Fernández, 2000; Nataro y Koper, 1998; Synge, 1999). Entre las técnicas que se mencionan para la determinación de microorganismos indicadores se tienen: las pruebas bacteriológicas comúnmente usadas son Bacterias

Mesofilas Aerobias (BMA), las cuales nos proporcionan una estimación de la cuenta total de bacterias aerobias en la muestra (Murphy y Boor, 2000).

Por ello, tan pronto como las bacterias se encuentran en la leche, empiezan a multiplicarse y a menos que ésta sea inmediatamente enfriada a 4°C o menos, será rápidamente alterada por los microorganismos que se desarrollan y multiplican a mayor velocidad, a medida que la temperatura se encuentra cercana a los 37°C. A una temperatura de 4°C o menos, el nivel de actividad de los microorganismos es muy bajo, pero las bacterias empiezan a multiplicarse nuevamente si se permite que la temperatura suba durante el almacenamiento de la leche, de ahí la importancia de mantener la leche bajo refrigeración adecuada hasta su procesamiento.

2.2.9 Límites manejados en los estándares de calidad en leches

La Administración Federal de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de América (FDA) indica en la leche pasteurizada de clase A, debe estar libre de residuos de fármacos y otros contaminantes, además de que su carga de BMA no debe exceder de 5 log UFC/ml y de 750,000 células somáticas/mL (Luna, 1993). Para la leche cruda aplican otros estándares de calidad, pero también debe estar libre de residuo de fármacos y otros contaminantes (Murphy y Boor, 2000). El grado A es una norma ampliamente adoptada para indicar que las BMA de la leche cruda es $\leq 5 \log_{10}$ BMA/mL y puede ser obligatoria para la leche cruda que va a ser sometida a tratamiento térmico y posteriormente consumida en forma líquida. Robinson (1997) menciona que se requiere de una norma más severa para el consumo de leche cruda.

En nuestro país, la Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario, dependiente de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, señala las especificaciones para leche cruda, productos lácteos para pasteurización grado A y leche ultra pasteurizada. Menciona que la leche después de la ordeña debe ser enfriada a una temperatura 7°C o menos. Su contenido de BMA no debe de exceder de 5 log UFC/mL antes de mezclarse, y una vez mezclada su contenido de BMA no debe exceder de 5.5 log₁₀ UFC/mL. Además, su contenido de células somáticas no debe ser mayor de 750, 000 células/mL (Luna, 1993).

2.3 Calidad e Inocuidad de los Alimentos

El acceso a alimentos suficientes y de buena calidad ha sido la principal preocupación del hombre desde sus orígenes y se mantiene como uno de los principales problemas actuales de muchos países. La calidad de los alimentos es un concepto muy subjetivo que entraña muchos aspectos y por lo mismo, resulta muy difícil de definir. Puede considerarse como una característica compleja integrada por un conjunto de atributos que determina su valor y aceptabilidad por el consumidor. Entre los principales atributos de calidad de los alimentos se incluyen: su valor nutricional, sus propiedades organolépticas (aspecto, el color, la textura y el gusto), sus propiedades funcionales y su inocuidad; de todas ellas, la inocuidad constituye el atributo de calidad que mayor importancia relativa tiene para el consumidor actual, y juega un papel determinante en el proceso de selección de los alimentos para consumo humano y constituye un requisito indispensable para la comercialización exitosa de dichos productos, tanto en los mercados nacionales como en los internacionales (Figura 5) (FAO, 1999).

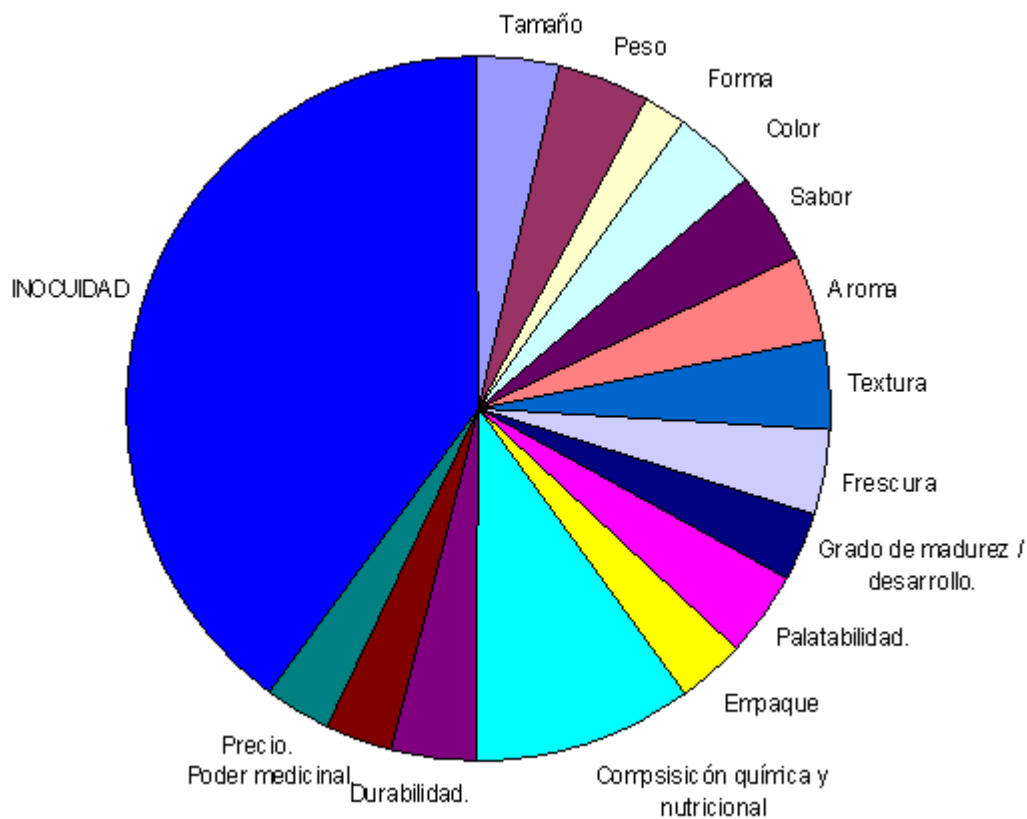


Figura 5: Atributos de calidad de los alimentos y su importancia para el consumidor

La inocuidad de los alimentos entraña la ausencia de cualquier tipo de peligro, ya sea físico, químico, biológico ó microbiológico, que pueda causar daño a la salud del consumidor. La inocuidad de los alimentos es sumamente importante ya que impacta tanto la economía como la salud pública. Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen el mayor peligro actual para la salud a nivel internacional, dado que los productos alimenticios representan la fuente principal de riesgo respecto de los agentes químicos y biológicos, y afectan a todos los habitantes de los distintos países del mundo. La Organización Mundial de la Salud (FAO, 1999) menciona que cada año en el mundo fallecen tres millones de personas por el consumo de alimentos contaminados. Tan solo en los Estados Unidos, se estima que anualmente se presentan 76 millones de casos de enfermedades transmitidas por alimentos de los cuales, 325,000 requieren de hospitalización y 9,000 de ellos mueren, lo cual genera un costo económico que oscila entre los 9,400 y los 15,600 millones de dólares anuales (Mead et al., 1999).

El Códex Alimentarius (FAO, 2002), define a los alimentos inocuos como aquellos alimentos que son aptos para el consumo humano, sanos, nutritivos, agradables, y que no causen daño a la salud del consumidor, cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que estén destinados. Otra definición práctica de alimento es la emitida por (Fernández, 2000) y que nos dice que un alimento de buena calidad debe ser: (a) nutritivo (su aporte de nutrientes varía según el producto), (b) idóneo (su naturaleza y composición deben corresponder a aquellas que le son propias), (c) fresco (carente de deterioro), (d) sensorialmente aceptable e (d) inocuo (que no cause daño).

2.3.1 Peligros asociados al consumo de alimentos

Con excepción de aquellos alimentos que poseen componentes que pueden causar una reacción alérgica en personas sensibles, los alimentos por si solos no causan daño a los consumidores; el daño a la salud es causado por agentes exógenos que pueden estar presentes en dicho producto. Dichos agentes constituyen un peligro para la salud del consumidor y pueden ser de origen físico, químico, biológico o microbiológico. Por su parte, un riesgo representa la posibilidad o la probabilidad de que ocurra o se presente un peligro en un alimento (FAO, 2002).

Dentro de los peligros físicos nocivos a la salud y asociados al consumo de alimentos se tienen: trozos de hueso, madera, plásticos, metales, vidrio, cabellos, tornillos, agujas, botones, objetos duros o punzocortantes, artículos de bisutería, etc. En los peligros químicos se incluyen los residuos de agroquímicos y pesticidas, sustancias limpiadoras y desinfectantes mal usadas, aditivos auxiliares mal usados, contaminantes de aguas y drogas veterinarias entre otros. Dentro de los peligros biológicos en los alimentos se tiene la presencia de insectos, roedores, aves; incluso también podría ser la presencia de granos y vegetales ajenos al propio alimento. Finalmente dentro de los peligros microbiológicos se encuentran los virus, bacterias, levaduras, hongos y parásitos, así como toxinas producidas por los mismos y que se encuentran presentes en el alimento a la hora de ser ingerido.

Los principales peligros para la salud humana que pudieran estar presentes en los alimentos son:

- Microorganismos patógenos, tales como bacterias, virus y parásitos, los cuales pueden provocar infecciones o intoxicaciones (*Salmonella typhi*, *Hepatitis A*, *Staphylococcus* sp., *Shigella* spp., *Escherichia coli*, *Cryptosporidium*, *Campylobacter jejuni* y *Clostridium perfringens*).
- Residuos de plaguicidas, aditivos, hormonas, antibióticos, etc.
- Contaminantes ambientales (metales pesados: As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) y cianuros.
- Contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas).
- Agentes no convencionales, como el “prión”
- Zoonosis (tuberculosis, brucelosis, leptospirosis)
- Alimentos producidos o sometidos a procesos que implican algún riesgo.

De todos estos agentes de riesgo, la opinión generalizada entre los especialistas coincide en que son los peligros de origen microbiológico los que mayor riesgo representan a la salud del consumidor, debido a que éstos son los causantes de las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA), cuando se consumen alimentos que contienen dichos microorganismos (Fernández, 2000).

2.3.2 Enfermedades Transmitidas por los Alimentos

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) son aquellas enfermedades que se originan por la ingestión de alimentos infectados con agentes contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor. Son llamadas así porque el alimento actúa como vehículo de transmisión de organismos dañinos y sustancias tóxicas. Los síntomas de las ETA varían de acuerdo a la cantidad de alimento contaminado consumido y al tipo de contaminación. Los síntomas más comunes son vómito y diarrea, también pueden presentarse dolores abdominales, dolor de cabeza, fiebre, síntomas neurológicos, visión doble, ojos hinchados, dificultades renales, etc.

En personas sanas, la mayoría de las ETA son enfermedades pasajeras que duran un par de días y sin complicación. Pero algunas ETA más graves pueden llegar a ser muy severas, dejar secuelas o incluso hasta provocar la muerte a personas de alto riesgo (niños, ancianos, mujeres embarazadas y las personas enfermas). Según la oficina que supervisa el empleo de alimentos y drogas en los Estados Unidos de América (Food and Drug Administration) del 2% al 3% de las ETA pueden llevar a una enfermedad de largo plazo. De acuerdo al mecanismo asociado a la forma de contraer la enfermedad, las enfermedades transmitidas por alimentos pueden clasificarse en:

Infecciones: Son enfermedades producidas por microorganismos que se encuentran en el alimento al momento de ser ingerido. Dichos microorganismos posteriormente se multiplican en el huésped y dan lugar a la enfermedad (salmonelosis, hepatitis viral tipo A y toxoplasmosis, etc.). Los microorganismos asociados a estas enfermedades son: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli enterohemorrágica*.

Intoxicaciones: Son enfermedades causadas por el consumo de alimentos que contienen sustancias tóxicas producidas por los microorganismos presentes en el mismo. Dichas toxinas ya se encuentran en el alimento al momento de ser ingerido, no poseen olor o sabor y son capaces de causar enfermedades después que el microorganismo ha sido eliminado. Algunas toxinas pueden estar presentes de manera natural en el alimento, como en el caso de ciertos hongos y animales como el pez

globo. Como ejemplos de intoxicaciones están: botulismo, intoxicación estafilocócica, etc. Entre los microorganismos asociados a estas enfermedades se encuentran: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Clostridium botulinum*

Toxiinfecciones: Son enfermedades causadas por el consumo de alimentos que contienen microorganismos capaces de producir o liberar toxinas una vez que son ingeridos. Ejemplo: *Vibrio cholerae*.

2.3.3 Sistemas de Aseguramiento de la Calidad e Inocuidad de la los Alimentos

En la mayoría de los alimentos procesados, la misma operación unitaria aplicada en su procesamiento sirve también como medida de control, especialmente contra bacterias patógenas, que son los peligros que con mayor frecuencia se encuentran causando brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Sin embargo, en los alimentos crudos no se aplica ningún tratamiento térmico o procedimiento que resulte en la prevención, reducción o eliminación de algún peligro. En estos casos se recurre a la aplicación de ciertos procedimientos para prevenir la contaminación, como la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA), si se trata de productos del campo, o buenas prácticas de higiene (BPH), si se trata de productos de origen animal, o también las buenas prácticas de manufactura (BPM), cuando se trata de alimentos procesados (León, 2007).

Aunque la aplicación de las buenas prácticas agrícolas, de higiene o de manufactura resultan en la prevención de contaminantes que afectan la inocuidad de los alimentos, la tecnología actual no garantiza la ausencia de peligros tales como las bacterias patógenas. Tanto las BPA, las BPH y las BPM constituyen la base para la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad, como el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) o programas de certificación. Es por ello que, cuando se ha identificado un peligro que necesita ser controlado y se tiene una medida de control para dicho peligro, es posible la aplicación del sistema APPCC. El sistema APPCC es un sistema preventivo de producción de alimentos inocuos que se aplica mediante la elaboración de un plan, conocido como plan APPCC (León, 2007).

2.3.3.1 Buenas prácticas agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son todas aquellas acciones involucradas en la producción, almacenamiento, procesamiento y transporte de productos alimenticios de origen agrícola y pecuario, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la salud e higiene del personal que labora en la explotación y la protección del medio ambiente, a través de métodos ecológicamente más seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles. Las BPA son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas y administrativas, aplicables a cada uno de los eslabones de la cadena agroalimentaria, con el objetivo de ofrecer al mercado productos inocuos y de buena calidad, producidos con un mínimo impacto ambiental y en condiciones justas para los trabajadores. Su objetivo, al igual que el del resto de las políticas agrarias, es la producción de alimentos inocuos y la transición hacia una agricultura sostenible. (León, 2007).

Los principales temas de interés en las BPA abarcan desde la elección del terreno de cultivo, el uso anterior del terreno, usos de los terrenos adyacentes, instalaciones básicas de la unidad de producción, calidad del agua y prácticas de riego, manejo de la fertilidad del suelo, control de animales salvajes y de animales domésticos, control de plagas (insectos, roedores, aves), control de enfermedades, manejo de agroquímicos, higiene, salud y condiciones sanitarias de los trabajadores, prácticas de manejo de cultivos, prácticas de cosecha, enfriado, transporte del campo al empaque, prácticas post-cosecha y de manufactura (BPM); se incluye también la producción en invernadero (León, 2007).

2.3.3.2 Buenas prácticas de higiene

Las Buenas Prácticas de Higiene (BPH) constituyen una serie de lineamientos para ser aplicados en los establecimientos dedicados a la obtención, elaboración, fabricación, mezclado, acondicionamiento, envasado, conservación, almacenamiento, distribución, manipulación, transporte y expendio de alimentos y bebidas, así como de sus materias primas y aditivos, a fin de reducir los riesgos para la salud de la población consumidora. La aplicación de las BPH en el procesamiento de alimentos, bebidas, aditivos y

materias primas, tiene como objeto la reducción significativa del riesgo de intoxicaciones a la población consumidora, lo mismo que las pérdidas del producto, al protegerlo contra contaminaciones, contribuyendo a formarle una imagen de calidad y, adicionalmente, a evitar al empresario sanciones legales por parte de la autoridad sanitaria. Las BPH están, dirigidas a asegurar la producción sostenida e inocuidad alimentaria del producto, minimizando el impacto al medio ambiente, logrando con ello la sustentabilidad de la actividad (USDA, 2005).

La imperante necesidad de contar con sistemas cada vez más efectivos que reduzcan los problemas de inocuidad alimentaria y determinar la observancia obligatoria de prácticas correctas de sanidad y de fabricación, como medio para prevenir las ETA's, se manifestó a través de la elaboración consensuada de las normas oficiales mexicanas sobre buenas prácticas sanitarias y sistemas de calidad en inocuidad de alimentos (Luna et al., 1999):

NOM-093-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Buenas Prácticas de Higiene y Sanidad en la Preparación de Alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.

NOM-120-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad en el Proceso de Alimentos, Bebidas no Alcohólicas y Alcohólicas.

2.3.3.3 Buenas prácticas de manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son regulaciones de carácter obligatorio que están orientadas a reducir la incidencia de peligros físicos, químicos o microbiológicos que puedan causarle daño al consumidor. Su objetivo es eliminar, prevenir o reducir a niveles aceptables los peligros para la inocuidad y salubridad que ocurren durante la recepción, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de los alimentos elaborados para el consumo humano.

2.3.3.4 Análisis de peligros y puntos críticos de control

El Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (APPCC) es un sistema que identifica, evalúa y controla la posibilidad de presencia de peligros para la salud del consumidor en los alimentos producidos, elaborados o suministrados y, caracteriza los puntos y controles considerados críticos para la seguridad de los alimentos

Según León (2007) los Siete Principios del sistema APPCC son:

1. Efectuar un análisis de peligros e identificar las respectivas medidas preventivas
2. Identificar los Puntos Críticos de Control (PCC)
3. Establecer límites críticos para las medidas preventivas asociadas con cada PCC.
4. Controlar (monitorear) cada PCC
5. Establecer acciones correctivas para el caso de desviación de los límites críticos
6. Establecer procedimientos de verificación
7. Establecer un sistema para registro de todos los controles.

Las ventajas del sistema APPCC son:

- Alto nivel de calidad sanitaria de los alimentos
- Consolida imagen y credibilidad de la empresa frente a los consumidores y aumenta la competitividad tanto en el mercado interno como en el externo
- Reducción de costos y disminución sustancial de la destrucción o reproceso de los productos, aumentando la productividad.
- Facilita la comunicación de la empresa con la autoridad sanitaria.

2.4 Planteamiento del problema

El queso Cotija es un producto lácteo tradicional, cuyas técnicas y procesos de elaboración, han sido resguardados por las familias que le elaboran en la *Sierra de Jalmich*, por aproximadamente 400 años. Actualmente, dicho producto continua dando sustento a cerca de 200 familias.No obstante, es indispensable y urgente la caracterización integral del producto, haciendo énfasis en la calidad e inocuidad del mismo. Lo anterior servirá para establecer las bases que permitan implementar mecanismos de protección tales como la Denominación de Origen, más eficaces que la actual Marca Colectiva.****

2.5 Justificación

Los microorganismos presentes en la leche bronca con que se elabora el queso Cotija, más los que se van adicionando durante el proceso de elaboración, son los responsables de las características organolépticas que se desarrollan en el producto durante su etapa de maduración. Sin embargo se corre el riesgo de que antes de iniciar

el proceso, estén presentes microorganismos patógenos en la leche. Por lo anterior, se hace necesario determinar la calidad sanitaria de la leche con que se elabora este queso.

2.6 Hipótesis

La leche bronca con que se elabora el queso Cotija cumple con los estándares nacionales de calidad e inocuidad.

2.7 Objetivo General

Determinar la calidad e inocuidad de la leche con que se elabora el queso Cotija.

2.8 Objetivos Particulares

1. Realizar un diagnóstico actual de las explotaciones lecheras ubicadas en la región de origen del queso Cotija “*Sierra Jal-Mich*”.
2. Cuantificar Bacterias Mesófilas Aerobias y Coliformes Totales en la leche bronca con que se elabora el queso Cotija
3. Determinar la presencia de microorganismo patógenos tales como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphilococcus aureus* en la leche bronca con que se elabora el queso Cotija.
4. Implementación de las Buenas Prácticas de Higiene y Buenas Prácticas de Manufactura en el proceso de ordeña.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio: Este proyecto se realizó en el municipio de Cotija, Michoacán, el cual se encuentra comprendido dentro de la región de origen del queso Cotija. Se trabajó con 42 explotaciones lecheras, todos ellos miembros de la Asociación de Productores de Queso Cotija, región Jalisco-Michoacán.

3.2 Diagnóstico del sistema productor: Las características del sistema productor fueron obtenidas a través de visitas mensuales, las que se realizaron con cada uno de los productores de la zona de estudio. En dichas visitas se aplicó un cuestionario al personal encargado de la extracción de la leche, en el cual se preguntó sobre el conocimiento de los Sistemas de Sanidad conocidos como Buenas Prácticas de Higiene y Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento (POE'S) (Anexo 1). También se preguntó sobre los principales problemas que presenta su hato lechero, así como la problemática en la distribución y aceptación del producto.

3.3 Selección de las explotaciones lecheras.

Durante las reuniones realizadas con los productores de leche se llevó a cabo el proceso de selección de productores participantes, de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión y exclusión. Dentro de los criterios de inclusión se tomó en cuenta: que los productores estén dispuestos a adoptar el programa de Buenas Prácticas de Higiene durante el proceso de extracción de la leche y, que las características de las unidades de producción de dichos productores sean similares en cuanto a número de vacas, instalaciones, equipo de ordeño, utensilios. Como criterio de exclusión se consideró a aquellos productores que no tuvieron la disponibilidad para aplicar las Buenas Prácticas de Higiene en el proceso de extracción de la leche.

3.4 Selección de los puntos de muestreo y toma de muestras

Después de realizar el diagnóstico en cada una de las explotaciones, se establecieron los puntos de muestreo de acuerdo al flujo del proceso de obtención de la leche.

Para evaluar la calidad microbiológica del proceso de ordeña, inicialmente se tomaron muestras mediante hisopos estériles, de todos aquellos actores que intervienen en dicho proceso como son: cántaras, cubetas, tambos de recolección, ordeñadoras, manos de los trabajadores y ubres. En la toma de estas muestras se utilizó la técnica de flotación con un hisopo de algodón humedecido en caldo peptona al 0.1%, haciéndolo pasar sobre el área delimitada por una plantilla de 25 cm² (APHA, 1999). Se muestrearon un total de 100 cm² por cada muestra recolectada.

También se tomaron muestras del agua que utiliza en el lavado de los equipos y utensilios y por supuesto, finalmente se tomaron muestras de leche. Tanto las muestras de agua como las de leche fueron recolectaron en frascos de vidrio estériles de 100 mL de capacidad. Una vez obtenidas, las muestras fueron almacenadas en una hielera a 5°C y transportadas al laboratorio del CIIDIR y mantenidas bajo las mismas condiciones, hasta su posterior procesamiento.

Cabe mencionar que, a fin de verificar las mejoras que pueden lograrse en el proceso de ordeña mediante la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene, se tomaron dos muestras de los puntos mencionados anteriormente, la primera de ellas previa a la implementación de las BPH y la segunda de ellas después de la implementación de dichas BPH.

3.5 Análisis químico porcentual de la leche

El contenido de humedad, cenizas, extracto etereo y carbohidratos totales en las diferentes muestras de leche se determinó de acuerdo a la metodología propuesta en la AOAC, 2001.

3.6 Análisis microbiológico de la leche

La determinación de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y microorganismos Coliformes Totales (CT) tanto en la leche cruda entera, así como en los equipos, superficies y utensilios, se basó en la metodología propuesta por la NOM-092–SSA1-1994 para BMA y la NOM-113-SSA1-1994 para CT. Por otro lado, en el agua fueron determinados los Organismos Coliformes Totales y *Escherichia coli*, de acuerdo a la técnica del úmero

más probable que marca la NOM-112-SSA1-1994. La presencia de agentes patógenos en leche se determinó de acuerdo a la metodología propuesta en la NOM-114-SSA1-1994 para *Salmonella sp*; para *Staphylococcus aureus* la NOM-114-SSA1-1994, y la detección y cuantificación de *Escherichia coli* se determinó por el método de MUG+Fluorescencia.

3.7 Implementación de Buenas Prácticas de Higiene durante la ordeña.

Para la implementación de las BPH se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- A. Proyecto y construcción de las instalaciones: Vías de acceso, patios, edificios, pisos, pasillos, paredes, techos, puertas, ventanas, rampas y escaleras, para la construcción del edificio, también se consideró los pisos, paredes, techos, ventanas, rampas y escaleras y el material con el que fueron construidos, las estructuras y materiales, se observó que el equipo que se use este de tal manera que permita un mantenimiento y limpieza adecuado.
- B. Control de las operaciones: Para esta actividad se realizaron los muestreos, educación al trabajador e inspección de la leche.
- C. Instalaciones, mantenimiento y saneamiento: En este apartado se hicieron anotaciones sobre los servicios de mantenimiento a cada una de las explotaciones lecheras, cada cuando se realiza limpieza del área de ordeño y si en los talleres se cuenta con programas de mantenimiento, la disposición del contenido de los recipientes para desechos, instalaciones sanitarias, así como los procedimientos de limpieza y desinfección.
- D. Higiene personal: Uno de los conceptos más importantes en el manejo de la leche indudablemente es la higiene del personal que permite asegura la calidad sanitaria, por lo que se realizaron platicas constantes al trabajador, sobre Buenas Prácticas de Higiene durante el proceso de obtención de la leche y en la elaboración del queso, así como la importancia de la higiene en su persona.
- E. Transporte: Se observó que la leche fuera transportada con higiene, ya que esta es colocada en tambos de plásticos, cantaros que no están refrigeradas, por lo que se propondrá que el transporte se realice de acuerdo a las disposiciones de la NOM-120-SSA1-1994, referente a las buenas prácticas de higiene para el procesamiento de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas).

- F. Capacitación: Se capacitó a trabajadores y productores de leche (Anexo II) en relación a las Buenas Prácticas de Higiene, entre otras, así mismo se realizaron evaluaciones para verificar que el personal este aplicando los conocimientos que adquiriera en los cursos de capacitación.
- G. Elaboración de POE'S: Se elaboraron los Procedimientos Estándares de Sanitización (POE'S) correspondientes a cada actividad a realizar en el proceso de obtención de la leche (Anexo III).
- H. Planificación y control de la asistencia técnica integral: En esta actividad se planeo con cada uno de los productores la estrategia a seguir y el establecimiento de controles que permitiera mejorar el producto, así como brindar una asesoría integral en el proceso de extracción de la leche.
- I. Diagnóstico del manejo técnico de las explotaciones lecheras: Se aplico un formato de auditoría (Anexo IV) para realizar el diagnostico de cada explotación en estudio. Se hicieron observaciones a las instalaciones y se propusieron cambios y opciones al productor para mejorar el flujo de las operaciones.
- J. Capacitación en metodología de seguimiento y evaluación: Mensualmente se hicieron observaciones para corroborar los avances de cada uno de los productores.
- K. Talleres, cursos de capacitación y seminarios: Mensualmente se realizaron actividades con los productores referentes a Buenas Prácticas de Higiene, Infecciones ocasionadas por bacterias, Calidad de leche, entre otras.

3.8 Análisis microbiológico de las explotaciones lecheras

A fin de establecer un comparativo y determinar el aporte de la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en la calidad sanitaria de la leche que se obtiene para la elaboración del queso Cotija, antes y después de la implementación de las BPH se realizaron los análisis microbiológicos señalados anteriormente en cada una de las explotaciones lecheras participantes.

3.8.1 Determinación del tamaño de las muestras

Para determinar el tamaño de muestra de la población a estudiar se empleó la siguiente fórmula (Calero, 1998):

Donde:

$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$ muestra

N = 60 (total de explotaciones lecheras)

$z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (nivel de confianza 95%)

p = proporción esperada (5%=0.05)

q = 1-p (1-0.05 = 0.95)

d = es la precisión o el error (8%)

3.9 Diseño Experimental

Para las variables BMA y OCT se utilizara un diseño experimental de muestras apareadas donde las observaciones de los dos tratamientos (antes y después de la aplicación de las Buenas Prácticas de Higiene) en leche se comparó aplicando la prueba de *t student* a un nivel de significancia del 0.05 (Wayne, 1990). En los análisis estadísticos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics plus, versión 5. En el análisis estadístico de las variables frecuencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y *Staphylococcus aureus* se utilizaron estadísticas descriptivas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La leche está considerada como el mejor alimento natural debido a su contenido de agua, carbohidratos, grasas, proteínas y minerales. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de la composición de la leche con que se elabora el queso Cotija. La alta dispersión en los resultados obtenidos obedece al hecho de que las diferentes muestras de leche analizadas fueron recolectadas en diferente temporada del año, factor que influye en la alimentación del ganado y por ende, en la composición de la leche (Alais, 2001).

Tabla 3: Composición de la leche con que se elabora el queso Cotija

Constituyente	Contenido	
	(%) Base húmeda	(%) Base húmeda
Agua	86.5 ± 0.95	-----
Sólidos totales	13.5 ± 0.35	100.00
Grasa	4.31 ± 0.20	31.93 ± 1.48
Proteínas	3.67 ± 0.18	27.19 ± 1.33
Carbohidratos totales	4.75 ± 0.15	35.19 ± 1.11
Minerales	0.77 ± 0.10	5.70 ± 0.74
Sólidos no grasos	9.19 ± 0.15	68.07 ± 1.48

4.1 Diagnóstico de las condiciones generales del proceso de ordeña antes de la implementación de las BPH

Es importante que los trabajadores o los responsables de las unidades de producción conozcan los requisitos necesarios e indispensables para que los procesos productivos se realicen de manera higiénica y segura, eliminando prácticas discrecionales e identificando bajo una metodología sencilla y precisa los puntos de operación que no cumplen con lo estipulado en dichos lineamientos.

4.1.1 Instalaciones físicas: El 60% de las explotaciones se encuentran con deficiencias en lo que respecta a instalaciones, diseño y construcción, ya que la mayoría cuenta con tejabanos. El 30% de las explotaciones realizan el proceso de extracción de la leche a la intemperie y sólo el 10% restante cuenta con instalaciones más tecnificadas, es decir, cuenta con áreas pavimentadas, puertas, separaciones bien definidas entre áreas de alimentación y de ordeña, así como un área exclusiva para el almacenamiento de la pastura para los animales. Por otra parte, las puertas, ventanas, paredes y techos de las unidades de producción que cuentan con este tipo de instalaciones se encuentran sumamente deteriorados, debido a la falta de un mantenimiento adecuado.

4.1.2 Personal

Los trabajadores de ordeño laboran sin utilizar un uniforme de trabajo sanitario, ausencia de overol, casco y cofia, incumpliendo de esta forma con lo estipulado en norma NOM-SSA-120-1994. Así mismo, es frecuente observar que durante la jornada de trabajo los trabajadores comen y fuman, no se lavan ni se desinfectan las manos antes de iniciar su trabajo, no se practica un análisis clínico al personal. No existe un control de las personas que se presentan enfermas a trabajar, no existen letreros que adviertan la prohibición de entrada y tránsito de visitantes; además, no se cuenta con programas de capacitación que orienten al personal sobre las BPH.

4.1.3 Instalaciones sanitarias

Ninguno de los productores cuenta con instalaciones sanitarias, lo que se deduce que se practica la defecación al aire libre, lo cual aumenta el riesgo de contaminación del producto final, la leche.

4.1.4 Equipamiento

El equipo utilizado tanto en el proceso de extracción de la leche como en los talleres queseros (cubetas, tambos, cántaras) generalmente se impregna de excremento, estiércol o tierra y no son lavados con la frecuencia requerida y además, el agua empleada en esta operación no cumple con el requerimiento de la norma, es decir; no es potable.

4.1.5 Proceso de extracción: En el proceso de extracción, la mayoría de los ordeñadores no desinfectan o limpian las ubres de las vacas antes del proceso de ordeña, tampoco pre sellan ni sellan las tetas de las vacas. Además, el agua que se utiliza en la limpieza de las ubres generalmente esta sucia y contaminada.

4.1.6 Proceso de elaboración del queso

Una vez obtenida la leche, esta es utilizada en el proceso de elaboración de queso Cotija, el cual una vez moldeado y prensado, es almacenado en los tapancos de las casas habitación donde da inicio el proceso de maduración. Cada tercer día durante el periodo que tarda el proceso de maduración, los quesos son limpiados con una jerga o franela con objeto de eliminarles los exudados de grasa. Dado que los tapancos son rústicos y no herméticos entra mucho polvo a estos recintos, ocasionando de esta forma la contaminación de los quesos.

4.1.7 Control de plagas

Dado que el proceso de ordeña generalmente se realiza al aire libre, durante el proceso de extracción de la leche y en los talleres de producción de queso es común la presencia de abundantes moscas las cuales son los principales vectores de enfermedades transmitidas por los alimentos, y además, no se utiliza ningún producto para el control de esta plaga.

4.1.8 Limpieza y desinfección

No se realiza la limpieza y desinfección de los utensilios empleados en el proceso de obtención de la leche ni en el proceso de elaboración del queso Cotija y además, no se cuenta con los Procedimientos Estándares de Sanitización (POE'S), necesarios para llevar a cabo dicha actividad.

4.1.9 Encuestas al personal de trabajo

En las visitas realizadas a las explotaciones lecheras, a los propietarios y trabajadores de cada explotación se les aplicó un cuestionario sobre el conocimiento de las BPH (Anexo VI). Se encontró que tanto propietarios como trabajadores desconocen los

conceptos de BPH y los Procedimientos Estándar Operativos (POE´S) (Tabla 4). La omisión de estas medidas sanitarias acentúa el potencial de riesgo del consumidor.

Desde un punto de vista prácticos, podemos decir que el 100% del personal que labora en las explotaciones lecheras y en los talleres de producción del queso Cotija, desconocen totalmente el significado y la utilidad de las Buenas Prácticas de Higiene, así como de los Procedimientos Estándares de Sanitización que, de acuerdo a la normativa en cuestión, deben ser aplicadas en el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija.

Tabla 4: Conocimientos sobre Buenas Prácticas de Higiene y Procedimientos Estándares de Sanitización del personal que labora en las explotaciones lecheras

Encuestados	Conocen las BPH		Conocen los POE`S		Total
	Si	No	Si	No	
Propietarios	2 (10%)	18 (90%)	0 (0%)	20 (100%)	20
Trabajadores	2 (3.4%)	56 (96.6%)	0 (0%)	58 (100%)	58

Los resultados del diagnóstico de las condiciones generales que imperan tanto en las áreas donde se obtención la leche, como en los talleres donde se elabora el queso Cotija, muestran que no se cubren los requisitos mínimos que exige la norma, por lo que es de esperarse que la calidad sanitaria de la leche y del queso que con ella se elabora, no cumpla con los estándares de calidad que impone la normativa al respecto y con ello, se ponga en riesgo la salud de los consumidores de dicho producto.

41.10 Análisis microbiológico de leche cruda entera

En la figura 6 se presentan los resultados obtenidos del número de Bacterias Mesófilas Aerobias encontradas en las diferentes muestras (135) de leche analizadas. El contenido promedio de BMA en las muestras analizadas fue de $5.520 \pm 0.945 \log_{10}$ UFC/mL. El 77% de las muestras estuvieron por debajo del límite establecido por la norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004, la cual establece un máximo de 10^6 UFC/ml. Por ende, el 23% restante de las muestras superó el límite impuesto por dicha norma.

Otras organizaciones internacionales establecen como límite máximo aceptable un contenido de 10^5 UFC/mL de Bacterias Mesófilas Aerobias en la leche bronca, el cual es diez veces menor al impuesto en la norma mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004, la cual establece un contenido máximo de bacterias Mesófilas Aerobias en la leche bronca de 10^6 UFC/ml; sin embargo, estas mismas organizaciones mencionan que no es posible aplicar estos mismos controles en aquellas explotaciones lecheras que por razones financieras, cuentan con poca infraestructura o carecen de ella, además de que no cuentan con los recursos humanos y el personal especializado y capacitado para realizar el proceso (Murphy y Boor 2000).

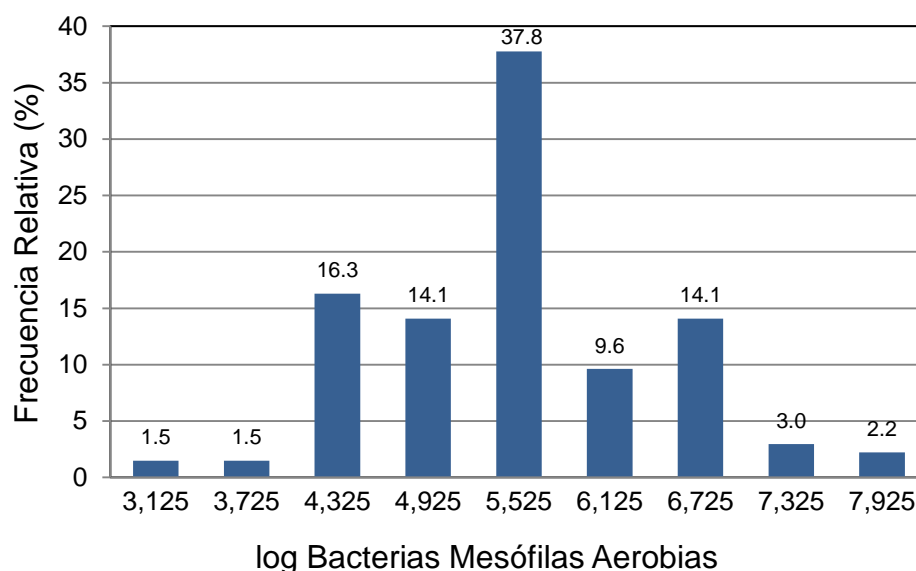


Figura 6: Dispersión del contenido de BMA en la leche bronca obtenida en las diferentes explotaciones lecheras, antes de la implementación de las BPH

Por otra parte, el contenido promedio de Coliformes Totales en las muestras de leche analizadas fue de 5.017 ± 1.097 unidades logarítmicas. El 80.00% de las muestras registraron valores del contenido de CT comprendidos en el intervalo de 4.015 – 6.425 \log_{10} UFC/mL. En el 6.67% de las muestras el contenido de CT fue aun mayor, mientras que en el 13.33% de las muestras restantes mostró un menor contenido de Coliformes Totales (Figura 7). Es importante señalar que en nuestro país no existe un valor de referencia en el que se pueda establecer un límite para este grupo indicador.

Existe un reglamento de control sanitario que incluye algunas especificaciones para la leche cruda como la manera en que debe ser transportada, la venta prohibida en vía pública, las características de los envases de leche, características de la leche destinada para consumo humano directo y para aquella que se emplea como materia prima para la elaboración y obtención de productos (SSA, 1999).

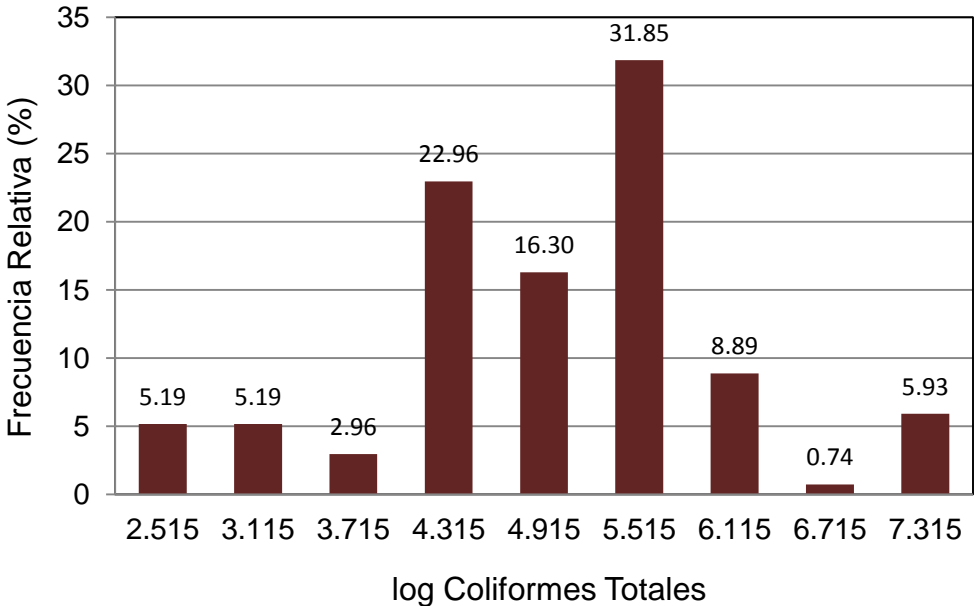


Figura 7: Dispersión del contenido de Coliformes Totales en la leche bronca obtenida en las diferentes explotaciones lecheras, antes de la implementación de las BPH

Cuando la leche cruda ya se encuentra almacenada en tanques, resulta de gran importancia el recuento de BMA, ya que frecuentemente constituyen un factor que influye en el precio de la leche. Algunas veces los compradores establecen mejor precio e incentivos para aquella leche que presenta una baja cuanta de Bacterias Mesófilas Aeróbicas (Hayes y col, 2001).

Los resultados de los análisis microbiológicos obtenidos antes de la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en las explotaciones lecheras evaluadas, evidencian una absoluta carencia de instalaciones adecuadas, así como un total desconocimiento de los instrumentos básicos necesarios para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos elaborados.

Para la segunda etapa de muestreo, el cual se llevo a cabo después de haber realizado un programa de mejoras higiénicas y operativas en el proceso de obtención de la leche, el contenido promedio de BMA en las muestras analizadas fue de $3.855 \pm 0.917 \log_{10}$ UFC/mL, dicho contenido de BMA en el 100% de las muestras analizadas, fue menor al impuesto en la norma mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004, la cual establece un contenido máximo de Bacterias Mesófilas Aerobias en la leche bronca de 10^6 UFC/ml. Por su parte, el contenido promedio de Coliformes Totales en las muestras analizadas después de la implementación del programa de BPH en el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija fue de $4.028 \pm 0.967 \log_{10}$ UFC/mL.

La Subsecretaria de Regulación y Fomento Sanitario maneja como límite máximo de Bacterias Mesófilas Aerobias para leche cruda grado A, de $5 \log_{10}$ UFC/mL. Es importante destacarse que el 90% de las muestras de leche analizadas después de la implementación de las BPH, tuvo un contenido de BMA menor o igual a este límite.

Comparando los resultados obtenidos entre los contenidos de BMA y CT en las muestras de leche analizadas antes y después de la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en el proceso de obtención de la leche y elaboración del queso Cotija, se puede observar que la diferencia es altamente significativa ($p < 0.05$), ya que el contenido de BMA se redujo en un $97.84 \pm 0.14 \%$, mientras que la reducción en el contenido de CT fue del $89.74 \pm 3.13\%$ (Tabla 5). Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Tabla 5: Efecto de la implementación de las BPH en el contenido de BMA y CT en la leche cruda

Etapa	BMA (\log_{10} UFC/mL)	CT (\log_{10} UFC/mL)
Antes de implementar BPH	5.520 ± 0.945^a	5.017 ± 1.097^a
Después de implementar BPH	3.855 ± 0.917^b	4.028 ± 0.967^b
Reducción de UFC/mL (%)	97.84 ± 0.14	89.74 ± 3.13

Valores promedio obtenidos \pm la desviación estándar en 135 muestras.

En los Estados Unidos de América el límite máximo aceptable en el contenido de Bacterias Mesófilas Aerobias en la leche cruda es de $4 \log_{10}$ UFC/mL, a diferencia del límite regulatorio establecido por la industria lechera que es de $\leq 5 \log_{10}$ UFC/mL (Hayes y col, 2001). En el 50% de las muestras de leche analizadas después de la implementación de las BPH se tuvo un conteo de BMA $\leq 4 \log_{10}$ UFC/mL.

Los resultados obtenidos están acordes a los reportados por otros autores (Flores, 2001; Lasta y col, 1992; Díaz, 2006), quienes coinciden en el hecho de que la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en las explotaciones lecheras reduce la carga bacteriana de la leche obtenida. Flores (2001) menciona que la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en el proceso de obtención de la leche bronca, ayudó a disminuir notablemente la carga de BMA en la leche, pasando de 3.0×10^5 UFC/mL de BMA antes de la implementación de las BPH, a un contenido disminuido en dos órdenes de magnitud después de la implementación de las BPH.

Las actividades implementadas en esta investigación consistieron en el despunte de cada una de las vacas, presellado y sellado de pezones, limpieza de la ubre, diagnóstico de mastitis, elaboración de Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento (POE'S) referente a la desinfección de equipo, superficies en contacto con la leche y utensilios. Este programa también se ha implementado en la producción de leche de ganado caprino, donde del 80-100% de la producción de leche al inicio de la investigación estaba fuera de los límites permitidos y se redujo de 38-82% al implementar dicho programa (Díaz, 2006).

Por otro lado, el recuento de BMA es una determinación importante para evaluar la calidad microbiológica de los alimentos en general, lo que permite análisis comparativos. Los recuentos elevados de BMA en productos crudos no necesariamente indican un riesgo a la salud del consumidor, sin embargo cuando falta información sobre las condiciones de higienización y control relativos a la producción, un recuento de las Bacterias Mesófilas Aerobias puede constituir una referencia valiosa sobre la calidad microbiológica del alimento (Dracley y col, 2000; Howhual y Vindal, 2001).

4.1.11 Análisis microbiológicos de utensilios y superficies

Al determinar la carga bacteriana presente en utensilios y superficies (cubetas, tambos y cántaras), se puede observar (Tabla 6) que el recuento tanto de Bacterias Mesófilas Aerobias como el de Coliformes Totales en todos los puntos de muestreo oscilaron entre 10^5 a 10^8 UFC/cm². Esta alta carga bacteriana en las superficies de los diferentes utensilios que son empleados en el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija es un indicativo real de la falta de higiene durante el proceso. Ambos recuentos tanto de BMA como de CT superan los límites máximos permitidos por la norma, los cuales son de 4×10^2 UFC/cm² y 2×10^2 UFC/cm² respectivamente.

Tabla 6: Recuento de BMA y CT en las superficies de los utensilios empleados en la ordeña, antes de implementar las BPH

Puntos de muestreo	BMA (UFC/cm ²)		CT (UFC/cm ²)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Cubetas	3.73×10^7	3.96×10^8	5.20×10^6	5.40×10^8
Tambos	5.60×10^5	6.20×10^7	3.40×10^6	5.80×10^8
Cántaras	8.10×10^6	8.20×10^7	2.90×10^5	2.20×10^7
Maquinas ordeñadoras	3.60×10^5	2.96×10^8	6.95×10^4	3.80×10^8

En un estudio realizado por Gran et al., (2001) en utensilios empleados para el proceso de elaboración de quesos, se encontró que solo el 17% de estos se ubicaron dentro del grado A con respecto a BMA y un 9% en grado B, mientras que para CT un 78% presentó grado A y solo 13% grado B. Estos resultados demuestran que la mayor parte de los utensilios empleados en el proceso de elaboración de quesos contenían altas cuentas bacterianas. Por su parte, Murphy y Boor (2000) refieren que las principales fuentes de contaminación de la leche con que se elaboran los quesos son: animales infectados o sucios, equipo sucio, agua contaminada y ambiente contaminado.

Gran et al., (2001) realizaron un análisis del contenido de BMA en los utensilios que son empleados durante el proceso de ordeña en las pequeñas granjas bovinas lecheras

ubicadas en Zimbabue, África. De 86 muestras analizadas, 65 de ellas registraron una carga microbiana de BMA \geq a $15 \log_{10}$ UFC/cm². También encontraron que la cuenta de BMA en 118 muestras de la leche enviadas a la industria fue superior a $6 \log_{10}$ UFC/mL. De acuerdo a este estudio el alto contenido de BMA en la leche que llega a la industria se debe a la falta de higiene en los utensilios empleados en el proceso de ordeña, y en el incremento en el número de microorganismos durante el trayecto de la granja a la industria debido a la falta de enfriamiento de la leche inmediatamente después de la ordeña y durante el trayecto a la industria.

4.1.12 Análisis microbiológicos de las manos de los trabajadores

El contenido de BMA y CT en las manos de los ordeñadores en el 100% de las muestras analizadas durante las diferentes etapas del proceso de ordeña (Tabla 7) se encuentran muy por arriba de lo estipulado por la norma NOM-093-SSA1-1994, la cual establece un contenido máximo $< 3 \times 10^3$ UFC/cm² para ambos microorganismos.

Tabla 7: Recuento de BMA y CT en las manos de los trabajadores durante la ordeña, antes de implementar las BPH

Proceso de ordeña	BMA (UFC/cm ²)		CT (UFC/cm ²)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Inicio	3.90×10^4	2.90×10^6	1.88×10^4	3.66×10^6
Medio	2.88×10^4	1.20×10^7	3.90×10^4	4.66×10^5
Final	3.33×10^5	3.44×10^8	5.67×10^4	2.77×10^6

Las elevadas cuentas bacterianas registradas en las manos de los ordeñadores durante el proceso de ordeña son el reflejo de que los trabajadores no se lavan las manos antes de iniciar esta operación, ni cuando tocan superficies o materiales insalubres, lo cual sugiere la necesidad de capacitar a los trabajadores sobre las Buenas Prácticas de Higiene aplicadas al proceso de ordeña.

4.1.13 Análisis microbiológicos de las ubres de las vacas durante la ordeña

Los altos contenidos de BMA y CT en las ubres de las vacas durante el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija (Tabla 8), son indicativos de que tanto las ubres como los pezones no son lavados previamente a la operación de ordeña de las vacas.

Tabla 8: Recuento de BMA y CT en las ubres de las vacas durante la ordeña, antes de implementar las BPH

Proceso de ordeña	BMA (UFC/cm ²)		CT (UFC/cm ²)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Inicio	3.90 x 10 ²	8.89 x 10 ⁴	1.80 x 10 ²	3.66 x 10 ⁴
Medio	2.60 x 10 ³	3.77 x 10 ⁵	4.66 x 10 ²	3.90 x 10 ⁴
Final	5.56 x 10 ³	6.88 x 10 ⁵	5.67 x 10 ³	2.77 x 10 ⁵

4.1.14 Determinación de Organismos Coliformes Fecales en el agua

El agua que es utilizada durante el proceso de ordeña tuvo un recuento de Organismos Coliformes Fecales (OCF) de 1,500 a 2,100 UFC/mL. La norma Oficial Mexicana establece que el agua utilizada en el proceso de ordeña debe ser agua potable y estar libre de OCF. Estos resultados son indicativos de que el agua que se utiliza durante el proceso de ordeña para el lavado de los equipos y utensilios, es un agua no apta para esta actividad, debido a que no es potable. Es importante destacar que debido a la falta de agua potable en la región de origen, es muy común que los ganaderos de la región recurran al uso del agua estancada para el lavado de manos, utensilios y equipos de ordeña, así como también para el lavado de las ubres y los pezones de las vacas, previo a la obtención de la leche con que es elaborado el queso Cotija.

4.2 Implementación de Buenas Prácticas de Higiene

Después de los cursos de capacitación en BPH, se obtuvo un incremento en las explotaciones lecheras que cuentan ahora con separaciones definidas y áreas de alimentación y ordeña mejoradas, al igual que un mayor y mejor almacenamiento de la pastura para los animales. También se repararon los techos, puertas y ventanas de

varios establecimientos. Se realizaron pláticas con los trabajadores con objeto de capacitarlos en la manera de cómo mejorar el proceso de extracción de la leche y el proceso de elaboración y maduración del queso. Se implementó el uso de botas de hule y ropa limpia, así como de cofia y cubre bocas durante el proceso de obtención de la leche. Así mismo, se les hizo hincapié en la importancia de contar con áreas específicas para comer, así como de instalaciones sanitarias adecuadas. En algunas explotaciones ya se cuenta con letreros que evitan la entrada al área de ordeña de personas ajenas al proceso.

Con la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene, ahora el equipo utilizado en el proceso de extracción de la leche, tales como cubetas, cántaras, tambos y pezoneras de las máquinas ordeñadoras, es lavado diariamente con agua limpia y jabón, y en su mayoría son desinfectados, principalmente con una solución de sales cuaternarias de amonio. También diariamente se realiza la limpieza de las instalaciones y áreas de ordeño, es decir, se retira el estiércol de los animales.

Una vez aplicadas las BPH en el proceso de extracción de la leche, éste se realiza con mejores condiciones higiénicas tanto en las explotaciones donde las manos del trabajador son higienizadas, como en aquellas donde utilizan las máquinas ordeñadoras. El personal se lava las manos antes de la ordeña, lavan las ubres de las vacas, realizan el presellado y sellado de pezones.

4.2.1 Análisis microbiológico de utensilios y superficies

En la tabla 9 se muestran los resultados obtenidos del recuento de microorganismos en los utensilios y superficies empleados en el proceso de ordeña, después de la implementación de los programas de limpieza y desinfección.

Tabla 9: Recuento de BMA y CT en las superficies de los utensilios empleados en la ordeña después de implementar las BPH

Puntos de muestreo	BMA (UFC/cm ²)		CT (UFC/cm ²)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Cubetas	2.90 x 10 ⁴	1.40 x 10 ⁵	2.80 x 10 ⁴	3.55 x 10 ⁶

Tambos	1.80×10^4	2.87×10^5	5.66×10^4	1.88×10^5
Cántaras	3.33×10^3	3.34×10^4	9.98×10^3	3.77×10^5
Máquinas ordeñadoras	4.50×10^3	6.54×10^4	3.75×10^3	4.60×10^5

Comparando estos resultados con los que se presentan en la tabla 6, podemos apreciar el efecto que tuvo la aplicación de las BPH en el proceso de ordeña, sobre el recuento microbiológico encontrado en los utensilios empleados en el proceso de ordeña. En general, los recuentos tanto de Bacterias Mesófilas Aerobias como de Coliformes Totales en los diferentes equipos y utensilios empleados en el proceso de ordeña disminuyeron de 2-4 unidades de logaritmo, lo que indica que con un poco de limpieza en los equipos de ordeña, se puede lograr disminuir la carga bacteriana en los mismos, lo que conllevaría a una mejor calidad sanitaria de la leche obtenida.

Aun así, los recuentos microbiológicos tanto de BMA como de CT en de todas los utensilios analizados después de la aplicación de las Buenas Prácticas de Higiene y sanitización en el proceso de ordeña, estuvieron muy por arriba de lo que indica la norma NOM-093-SSA1-1994, la cual establece un contenido máximo de 4×10^2 UFC/cm² para BMA y de 2×10^2 UFC/cm² para organismos coliformes totales.

4.2.2 Análisis microbiológicos de las manos de los trabajadores

El recuento tanto de Bacterias Mesófilas Aerobias como de Coliformes Totales en las manos de los trabajadores durante el proceso de obtención de la leche, después de la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene (Tabla 10), se redujo de 3 a 4 unidades de logaritmo (comparar con tabla 7).

Tabla 10: Recuento de BMA y CT en las manos de los ordeñadores después de implementar las BPH

Proceso de ordeña	BMA (UFC/cm ²)		CT (UFC/cm ²)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Inicio	1.88×10^2	3.44×10^3		1.88×10^2
Medio	2.55×10^2	5.67×10^3		3.77×10^2

Final	2.60×10^3	6.55×10^4	5.67×10^2	6.40×10^3
-------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

En esta ocasión, el recuento de BMA en una gran proporción de los muestreos estuvo dentro del límite permitido por la NOM-093-SSA1-1994, la cual establece un contenido máximo para ambos microorganismos de 3×10^3 UFC/cm². En el caso de CT los valores en general estuvieron por debajo de lo establecido por dicha norma. Estos resultados son alentadores, pues son indicativos de que se logró una buena concientización de los trabajadores en lo referente a la aplicación de las BPH durante el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija.

4.2.3 Análisis microbiológicos de las ubres de las vacas

El recuento de BMA y CT presentes en las ubres de las vacas después de la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en el proceso de ordeña (Tabla 11), indican una notable disminución en ambos indicadores microbiológicos, ambos indicadores disminuyeron en 2 logaritmos con respecto a los resultados obtenidos antes de la implementación de las BPH en el proceso de ordeña (Tabla 8). Los resultados obtenidos son el reflejo de la constante capacitación de los trabajadores para realizar la limpieza y lavado de ubres, así como el presellado y sellado de pezones.

Tabla 11: Recuento de BMA y CT en las ubres de las vacas durante la ordeña después de implementar las BPH

Proceso de ordeña	BMA (UFC/cm ²)		CT (UFC/cm ²)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Inicio	8.9×10^1	8.70×10^2	3.5×10^1	1.88×10^2
Medio	1.90×10^2	2.77×10^3	5.7×10^1	6.77×10^2
Final	6.88×10^2	3.90×10^3	1.77×10^2	5.60×10^3

4.2.4 Recuento de coliformes totales en el agua:

El análisis microbiológico del agua que se utiliza en el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija, después de la capacitación de los trabajadores en

los sistemas de BPH y sanitización, arrojó un recuento de Coliformes Totales ubicado entre 3 - 100 UFC/mL, dicho resultado es indicativo de que el agua que ahora se utiliza en el lavado de equipos y utensilios durante el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija, así como en el lavado de las manos de los trabajadores; es un agua cuya no afectará al producto final, puesto que se trata de una agua que reúne los requisitos que establece la norma en este tipo de procesos.

4.2.5 Determinación de microorganismos patógenos en la leche

Desde el punto de vista de la inocuidad de los alimentos, tanto la leche como el agua están consideradas entre los principales alimentos responsables de la transmisión de enfermedades, que en términos generales son conocidas como Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA). Estas enfermedades siguen aumentando, pese a los esfuerzos que realizan los organismos que se preocupan de la salud de la población y la protección de los consumidores a nivel nacional e internacional (Caballero, 2001).

Son muchos los microorganismos (bacterias, virus, parásitos) que pueden causar una ETA. Entre los principales microorganismos causantes de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos se encuentra: *Salmonella spp*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. En la tabla 12 se muestran los resultados obtenidos al determinar la presencia de microorganismos patógenos tales como *Salmonella sp*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en 240 muestras de leche procedentes de las diferentes explotaciones lecheras, antes y después de la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene y sanitización en el proceso de obtención de la leche. Podemos observar que hasta ahora, la aplicación de las Buenas Prácticas de Higiene no logró eliminar al 100% la presencia de los microorganismos patógenos seleccionados. Se sabe que la presencia de *Salmonella spp*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en la leche se debe principalmente a la falta de higiene en el proceso de extracción de la leche (Fernández, 2000).

Tabla 12: Evaluación de la presencia de *Salmonella spp*, *E. coli* y *S. aureus* en muestras de leche obtenida antes y después de la implementación de BPH.

Microorganismo	Antes de implementar BPH		Después de implementar BPH	
	Muestras	%	Muestras	%

<i>Salmonella spp</i>	219	91.25	21	8.75
<i>Escherichia coli</i>	230	95.83	10	4.17
<i>Staphylococcus aureus</i>	230	95.83	10	4.17

La presencia de microorganismos patógenos en la leche con que se elabora el queso Cotija representa un alto riesgo para la salud de los consumidores, máxime que en su proceso de elaboración la leche no es sometida a ningún tipo de tratamiento ya sea térmico o químico como el uso de conservadores, a través de los cuales se minimice o destruyan los microorganismos patógenos presentes. Chombo (2003) señala que el proceso de añejamiento del queso Cotija es suficiente para la completa eliminación de la microflora nociva que puede estar presente en la leche con que se elabora dicho producto.

En términos generales se puede decir que como consecuencia de una infraestructura inadecuada, carencia de energía eléctrica y carencia de agua potable, así como la falta de capacitación de los trabajadores en los sistemas de reducción de riesgos sanitarios, como lo son las Buenas Prácticas de Higiene, la leche que se obtiene en las diferentes explotaciones lecheras de la Sierra Jal-Mich, y con la cual se elabora el tradicional queso Cotija, no reúne los requisitos de calidad e inocuidad establecidos por la Norma Oficial Mexicana que tiene su aplicación para tal efecto.

La calidad de un alimento procesado como el queso Cotija es directamente dependiente tanto de la calidad de la materia prima que se utiliza en su elaboración, que en este caso es la leche; así como de las condiciones higiénicas bajo las cuales se lleva a cabo el proceso de elaboración y maduración.

5. CONCLUSIONES

- Las explotaciones lecheras de la sierra Jal-Mich no cuentan con los requisitos mínimos necesarios en cuanto a instalaciones, servicios y capacitación del

personal que establece la normativa nacional, que les permita obtener la leche con la calidad e inocuidad requerida en dicha norma.

- La capacitación del personal e implementación de las Buenas Prácticas de Higiene en el proceso de obtención de la leche con que se elabora el queso Cotija, contribuye a la obtención de leche con una mejor calidad sanitaria, pero ha sido insuficiente para cumplir con la normativa y garantizar su inocuidad.
- Mientras no se disponga de agua potable para la higiene del personal, así como para el lavado de las ubres, equipos y utensilios empleados en el proceso de obtención de la leche será muy difícil obtener una leche que cumpla con la normativa de calidad e inocuidad, al igual que el producto que con ella se elabora, el queso Cotija.
- Dado que la leche no sufre ningún tratamiento térmico que garantice la eliminación de microorganismos patógenos durante el proceso de elaboración del queso Cotija, la presencia de *Salmonella spp*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en la leche, representan un alto riesgo para la salud de los consumidores, tanto de la leche bronca como del queso Cotija que con ella se elabora.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con el proceso de capacitación en Buenas Prácticas de Higiene a los trabajadores de las explotaciones lecheras de la sierra Jal-Mich.
- Implementar la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura de los queseros de la Sierra Jal-Mich.
- Organizar a los productores de Queso Cotija de la Sierra Jal-Mich, a fin de lograr la homogenización en sus procesos de producción y lograr así la obtención de un Queso Cotija con características fisicoquímicas, organolépticas y de inocuidad estandarizadas.
- Conseguir el apoyo del gobierno Federal y Estatal, a fin de mejorar las condiciones de infraestructura, dotar de agua potable y electricidad, a todas las familias asentadas en la Sierra Jal-Mich y de esta forma, minimizar los factores que impactan en la calidad de la leche con que se elabora el tradicional queso Cotija.

- Hacer investigación donde se evalué el impacto de la pasteurización de la leche en las propiedades organolépticas y todas las demás características de calidad e inocuidad del queso Cotija que con ella se elabora.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ajete M. (2005). Evaluación de la calidad de la leche en una Entidad pecuaria (Tesis de Diploma). Ciego de Avila: Centro Universitario Ciego de Ávila
2. Alais C. (2001). Ciencia de la leche. Editorial CECOSA. México. pp 95 – 109.
3. Alfa Laval (1990). Manual de Industrias Lácteas. AMV Ediciones. Editorial Iragra, S.A., 2ª Edición. Madrid, España.
4. Álvarez B.R., Barragán L.E. y Chombo M.P. (2005). “Reglas de uso. Marca Colectiva Queso Cotija Región de Origen”. El Colegio de Michoacán, México.
5. Amiot J. (1991). Ciencia y tecnología de la leche. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 1-69, 97, 249-266.
6. AOAC. (2001). Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. of AOAC. Washington, USA. Vol. 84 (1) 181 – 182.
7. APHA. 1999. American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Carl Vanderzant and Don F. Splittstoesser (eds), Washington D.C. pp 51-835.
8. Armenteros M. (2005). ¿Por qué existe todavía la mastitis? ACPA. pp 48 – 50.
9. Barragán L.E. y Chávez T.M. (1998). El queso Cotija se nos va de las manos en: OIKIÓN, Verónica (Coord) Manufacturas de Michoacán. México, El Colegio de Michoacán/Gobierno del Estado. pp 67.
10. Beresford T. and Williams A. (2004). The microbiology of chesse ripening. In: Chesse chemistry physics and microbiology (3ed). Fox P., F., McSweeney P., L., Cogan T., M., Gueene T., P., (Ed). Amsterdam. Elsevier. Vol. 1. pp 287 – 317.
11. Bravo A. (2008). Estudio de las poblaciones microbianas de interés biotecnológico aisladas del queso Cotija. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM, México.

12. Calero, V.A. 1998. Estadística. Tomo I. Ministerio de Educación Superior (Cuba). IPN (México). 248 pp.
13. Caballero T.A. (2001). El reto de cumplir las Buenas Prácticas de Manufactura. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos de Cuba. La Habana, Cuba.
14. Cervantes E.F., Villegas de Gante A. Cesin V.A., Espinosa O.A. (2008). Los quesos mexicanos genuinos, Patrimonio cultural que debe rescatarse. México. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAM, Universidad Autónoma del Estado de México y Mundipresa. México.
15. Chombo M.P. (2003). Queso Cotija. El queso que busca la certificación de su origen”. Curso-taller sobre los Sistemas Agroindustriales Localizados. pp 13.
16. De Bayser M.L., Dufour B., Mark M., Lafarge V. (2001). Implications of milk and milk products in food borne diseases in france and different industrialized countries. International Journal Food Microbiology. 67:1 – 7.
17. Díaz M.I. (2006). Memorias. Congreso internacional: inocuidad de los alimentos. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
18. Dracley J. K., Beaulieu and Elliot J.P. (2000). Responses of milk fat composition to dietary fat or nonstructural carbohydrates in 52ygiene52 and jersey cows. International Veterinary Dairy Science. 84: 1231 – 1237
19. Echeverría J. (2002). La Calidad Higiénica y Sanitaria de la Leche. Congreso de la Sociedad Española de Medicina Interna Veterinaria.: Universidad de León. León, España. pp. 41-52.
20. Evers J.M., Wightman L.M., Crawford R.A., Contarini G., Coors D.C., Farrington J., and Nicolas M. (2000). Properties of Milk. New Zealand Dairy Research Insittute. Palmerston North, New Zealand.
21. FAO. (1999). Importancia de la calidad e inocuidad de los alimentos para los países en desarrollo. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial/FAO. Roma, Italia. 31 de mayo – 3 de junio de 1999.
22. FAO. (2002). Foro Mundial de Autoridades de Reglamentación sobre Inocuidad de los Alimentos, programado por la FAO y la OMS. Budapest del 18 al 21 de febrero de 2002.
23. Fernández E.E. (2000). Microbiología e Inocuidad de Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro. México.

24. Flores L.J.L. (1999). Incidencia Epidemiológica de las enfermedades transmitidas por alimentos. Memorias: Sobre Inocuidad Alimentaria. SAGARBANCOMEXT.
25. Flores L.J.L., Martínez F.J.C. y Casillas G.F.J. (1999). Manual de Buenas Prácticas de Higiene. 2ª Edición, 2ª Reimpresión. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Calidad Sanitaria de Bienes y Servicios. México, D.F.
26. Flores M.R. (2001). Diagnóstico de mastitis y evaluación de la calidad de la leche en explotaciones bovinas del noroeste de Michoacán. CIIDIR-IPN Unidad Michoacán. Jiquilpan, Mich.
27. García V. (2006). Aislamiento de microorganismos con mayor actividad lipolítica del queso Cotija. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM. México. "http://132.248.9.9:8080/tesdig/Procesados_2007/0613554/Index.html" \t "_blank"..
28. Gompertz G. (2004). Elaboración y comercialización de queso de leche de oveja en el secano mediterráneo de la VI región de Chile. *Estudio y evaluación de alternativas*. Tesis de Maestría en Ciencias Animales. Pontificia Universidad Católica de Chile, pp 1-154.
29. Gran H.M., Mutukumira A., and Narvhus J.A. (2001). Smallholder Dairy Processing in Zimbabwe: hygienic practices during milking and the microbiological quality of the milk at the farm and on delivery. *International Journal Food Control*. 13: 41 – 47.
30. Hayes M.C.D., Rayas S.C., Murphy N.R., Carey J.M., Boor K.J. (2001). Identification and characterization of Elevated Microbial Counts in bulk tank Milk. *International Journal Dairy Science*. 84:292 – 298.
31. Hernández B.V. (2007). Queso Cotija: Estudio del análisis fisicoquímico, proximal y actividad antioxidante. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.
32. Hernández B.V., Quirasco B.M., y Quintero Z.B. (2009). Un acercamiento al queso Cotija Región de Origen: Arte y tradición de México. *Culinaria. Revista Virtual Gastronómica*. UAEM. N° 5, pp 5-19.
33. Howhual S., and Vindal V.K. (2001). Simple test for rapid assessment to Quality of raw milk. *International Veterinary Food Protection*. 64:1996 – 2000.
34. Iramain M., Pol M., Korel S., Herrero M.A., Fortunato M.S., Bearz C., Chávez J., Maldonado M.V. (2005). *Pseudomona aeruginosa* en agua y leche cruda. *Inf. Preliminar*.

35. Lasta J.A., Rodríguez M., Zanelliand C.A., Margaria A. (1992). Bacterial count from bovine carcasses as an indicador of 54ygiene at slaughtering places: A proposal for sampling. International Journal of Food Protection. Vol. 55(4)271 – 278.
36. León, F.M.A. (2007). Prerrequisitos de HACCP. Formación de Auditores HACCP. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. Curso-Taller. México; D.F.
37. Luna O.M.A. (1993). FDA. Subsecretaria de Regulación y Fomento Sanitario. Dirección General de Control Saniatrio de Bienes y Servicios. Reglamentos para leche pasteurizada.
38. Mead, P.S., Slutsker L., Dietz V., McCaig L.F., Bresee J.S., Shapiro C., Griffin P.M., and Tauxe R.V. (1999). Food-Related Illness and Death in the United States. Emerging Infectious Diseases 5(5): 607-25.
39. Murphy S.C., Boor K.J. (2000). Trouble-Shooting Source and causes of high bacteria counts in raw. Dairy Food and Envionmental Sanitation. 20: 606 – 611.
40. Nataro P.B. Koper (1998). Diarrhegenic Escherichia coli. Clinical Microbiology Reviews. 142- 201.
41. NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema Producto Leche. Alimento Lacteo. Leche cruda de vaca. Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba.
42. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en placa.
43. NOM-093-SSA1-1994. Bienes y servicios. Buenas Practicas de Higiene y Sanidad en la preparacion de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.
44. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de Organismos Coliformes. Técnica del Número Más Probable.
45. NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes en placa.
46. NOM-114-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos.
47. NOM-120-SSA1-1994. Practicas de higiene y sanidad para el procesamiento de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.

48. NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
49. NOM-155-SCFI-2003. Especificaciones para la leche cruda. Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
50. OCT: Oficina de Ciencia y Tecnología (2003). Producción higiénica de la leche cruda. Derechos reservados. Organización de los Estados Unidos Mexicanos.
51. Poméon, T., Boucher, F. y Cervantes, F. (2008). Denominación de Origen Denominación Genérica: el caso del queso Cotija en México. IV Congreso Internacional de la RED SIAL. Mar del Plata, Argentina, 27-31 de Octubre del 2008.
52. Ponce M., Ortiz R., Ríos H., Valdez R., Hernández R. (2004). Elaboración de piensos locales por métodos participativos. Memorias XII Congreso del INCA. San José de las Lajas. Cuba. pp 178.
53. Potter N.N. (1978). Ciencia de los alimentos. Editorial Edutex. México, D.F.
54. Rancken M.D. (1993). Manual de la industria de alimentos. 2ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 600 – 682.
55. Robison R.K. (1997). Microbiología lactológica. Volumen I. Editorial Acribia. Zaragoza España.
56. Ruegg L.P. (2001). Secreción de la leche y estándares de Validad. Novedades lácteas. Ordeño y calidad de leche. No 049. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin, USA.
57. Schlimme E. (2002). La leche y sus componentes. Propiedades químicas y físicas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 1-15, 33-36, 77-81, 87-94.
58. Scott R. (1991). Fabricación de quesos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp.1-37
59. Synge B.A. (1999). Methods used for isolation and typing of *E. coli* isolates from livestock in Scotland. In: Verocytotoxigenic.
60. USDA (2005). Food CGMP- A focus on food Safety. Food CMGP Modernization working group Center for Food Safety and Applied Nutrition U.S. Food Drug Administration.
61. Utrera M. (2007). Queso Cotija auténtico: estudio de la relación de sus características sensoriales, texturales y de color. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.

“http://132.248.9.9:8080/tesdig/Procesados_2007/0614343/Index.html” \t “_blank”

62. Valvuela E., Castro G., Lima K., Acosta W., Briñez W., Tovar A. (2005). Calidad Microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizadas distribuidas en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la leche.
63. Veisseyre R. (1998). Lactología Técnica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
64. Villegas de Gante, A. (2000). Tecnología quesera. Editorial Trillas, pp. 13-53, 76-87, 316-324.
65. Wayne W.D. (1990). Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. 3ra. Edición, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. pp 305.

ANEXOS

ANEXO 1

Cuestionario sobre Buenas Prácticas de Higiene

1.-¿ Sabe usted lo que son las Buenas Prácticas de Higiene?

SI _____ NO _____

2.- Podria definir el concepto de Buenas Prácticas de Higiene

3.- Usted cree que las Buenas Prácticas de Higiene se pueden aplicar al proceso de extracción de la leche, así como al proceso de elaboración del queso Cotija.

4.- ¿Conoce el concepto de Procedimientos Operativos de Saneamiento?

SI _____ NO _____

ANEXO 2

Implementacion de las Buenas Prácticas de Higiene durante el proceso de extraccion de la leche



A N E X O 3

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDAR DE SANEAMIENTO

1.- Inocuidad del agua de proceso (Condiciones de sanidad Clave RBK 01).

Controles y Monitoreo:

A):- Toda el agua usada en la planta es de un sistema de agua municipal confiable. Las facturas de agua municipales indican que la fuente de agua es inocua.

Frecuencia de Monitoreo: Anual.

B).- El sistema de agua en la planta fue diseñado e instalado por un contratista de cañerías con licencia, y satisface los códigos actuales de construcción en la comunidad. Todas las modificaciones del sistema de cañerías serán completadas por un contratista de cañerías con licencia y serán inspeccionadas para asegurar que se ajustan con los códigos locales de construcción.

Frecuencia de monitoreo: Cuando las cañerías son instaladas o modificadas.

C).- Todos los grifos y llaves de agua dentro y afuera de la planta tienen dispositivos de antisifonaje instalados. Los grifos y llaves de agua son inspeccionados para chequear la presencia de dispositivos de antisifonaje.

Frecuencia de Monitoreo: Diariamente antes del procesamiento.

Correcciones:

A).- En caso de falla en el tratamiento del agua municipal, la planta detendrá su producción, determinará cuando ocurrió la falla, y retendrá los productos producidos durante la falla hasta que la inocuidad del producto pueda ser asegurada. La producción continuará solo cuando el agua satisfaga los estándares estatales y federales de la calidad del agua.

B).- Correcciones serán realizadas al sistema de cañerías, si son necesarias, para corregir problemas. La producción continuará solo cuando el agua satisfaga los estándares estatales y federales de la calidad del agua.

C).- Las llaves y grifos de agua sin dispositivos de antisifonaje no serán usadas hasta que los dispositivos de antisifonaje sean instalados.

Registros:

- a. Facturas de agua municipales y registro periódico de limpieza.
- b. Reportes de inspección de las cañerías del edificio y registro periódico de limpieza.
- c. Registro diario de control limpieza.

2. Condiciones y limpieza de las superficies de contacto con alimento, incluyendo utensilios, guantes y vestimenta (Condiciones de Sanidad Clave RBK 02).

Controles y Monitoreo:

A).- Las superficies de contacto con alimentos se pueden limpiar adecuadamente (no tienen roturas, cavidades, grietas, uniones traslapadas, escalas minerales, etc. que no pueden ser limpiadas y saneadas adecuadamente). El supervisor de limpieza inspecciona las superficies de contacto con alimentos para determinar si pueden ser limpiadas adecuadamente.

Frecuencia de Monitoreo: Diaria.

B).- Las superficies de contacto con alimentos están limpias e inocuas:

Antes de que comiencen las operaciones las superficies de contacto con alimentos son enjuagadas con agua y sanitizadas con un agente de 100 ppm de hipoclorito de sodio. El supervisor de limpieza inspecciona las superficies de contacto con alimentos para determinar si estas han sido sanitizadas.

Frecuencia de Monitoreo: Antes del comienzo de operación.

Durante los descansos, los sólidos grandes son físicamente removidos del piso, equipos y superficies de contacto con alimentos. Todas las superficies son enjuagadas con agua. El equipo y las superficies de contacto con alimentos son fregados usando cepillos con un agente limpiador alcalino clorinado en agua caliente (48.8°C, 120°F). Todas las superficies y pisos son sanitizados con una solución de 100 ppm de hipoclorito de sodio. Los pisos son sanitizados con un agente de 400 ppm de cloruro de

amonio cuaternario. Los utensilios son limpiados en un fregadero profundo con un limpiador alcalino clorinado, enjuagados con agua caliente (87.7°C, 190°F), remojados en un agente sanitizador de 100 ppm de hipoclorito de sodio por al menos 10 minutos, y enjuagados en agua caliente (87.7°C, 190°F) antes de su uso. El supervisor de limpieza chequea los agentes sanitizantes antes de su uso e inspecciona las superficies de contacto con alimentos para determinar si están limpias y sanitizadas.

Frecuencia de monitoreo: Durante los descansos a las 4 y 8 horas.

Al final de las operaciones diarias, los sólidos grandes son físicamente removidos de los pisos, equipos y superficies de contacto con los alimentos. Se desmantela lo que sea necesario en los equipos para su limpieza adecuada. Todas las superficies son enjuagadas con agua. El equipo y las superficies de contacto con alimentos son tallados usando cepillos con un agente limpiador alcalino clorinado en agua caliente (48.8°C, 120°F). Todas las superficies y pisos son enjuagados con agua. Los pisos y paredes son rociados con una solución de 400 ppm de cloruro de amonio cuaternario. Los utensilios son limpiados en un fregadero profundo con un limpiador alcalino clorinado, enjuagados con agua caliente (87.7°C, 190°F), remojados en un agente sanitizador de 100 ppm de hipoclorito de sodio por al menos 10 minutos y secados al aire libre. El supervisor de limpieza inspecciona las superficies de contacto con alimentos para determinar si están limpias y sanitizadas.

Frecuencia de Monitoreo: Al final del proceso de operación.

C).- Los empleados usan guantes y vestimenta limpia.

- Los empleados que trabajan con producto crudo y cocinado utilizan guantes limpios, vestimenta limpia, delantales impermeables y botas impermeables. Los delantales impermeables son lavados y sanitizados dos veces al día, en el descanso del medio día y al final del turno.
- El personal administrativo usa bata y botas impermeables cuando están en áreas de procesamiento. Las batas son lavadas en la planta cuando sea necesario.
- Los empleados de mantenimiento utilizan uniformes grises y botas impermeables. Los uniformes son lavados en la planta cuando sea necesario.

- Los supervisores de producción monitorean el uso de guantes y que la vestimenta de los empleados este limpia.

Frecuencia de Monitoreo: Antes del comienzo de operación y después de cada descanso.

Correcciones:

- a. Las superficies de contacto con alimentos que no se pueden limpiar adecuadamente son reparadas o reemplazadas.
- b. Ajustar la concentración del agente sanitizante: Las superficies de contacto con alimentos que no estén limpias, son limpiadas y sanitizadas.
- c. Los guantes que se convierten en potenciales fuentes de contaminación se limpian y sanitizan o se reemplazan.

Registros:

a-c. Registro diario de control de limpieza.

3. Prevención de contaminación cruzada (Condiciones de Sanidad Clave RBK 03).

Controles y Monitoreo:

A).- Los supervisores de producción han recibido entrenamiento básico en saneamiento de alimentos. El gerente de la planta programa cursos básicos en saneamiento de alimentos para los nuevos supervisores de producción.

Frecuencia de Monitoreo: Cuando los supervisores de producción son contratados.

B).- Las prácticas de los empleados no resultan en contaminación del alimento (retenedores de cabello, uso de guantes, lavado de manos, almacenamiento de objetos personales, comidas y bebidas, sanitización de botas).

- Los empleados usan redecillas, gorras, cubre barba, o cualquier otro retenedor de cabello efectivo y no utilizan joyas u otros objetos que pueden caer en el producto, equipo o contenedores.

- Los empleados utilizan guantes desechables y los reemplazan cuando sea necesario.
- Los empleados lavan sus manos y guantes a fondo y los sanitizan antes de comenzar a trabajar, cada vez que se apartan de su lugar de trabajo, y cada vez que se ensucian o contaminan.
- Vestimentas y objetos personales no son guardados en las áreas de producción.
- Los empleados no comen, mastican chicle, beben o usan tabaco en áreas de producción.
- Los empleados utilizan delantales codificados por color (azul en áreas de producto crudo y blanco en áreas de producto cocinado) y no es permitida su entrada o paso por otras áreas de procesamiento.
- Los empleados sanitizan las botas en baños para botas que contienen un agente sanitizante de 800 ppm de cloruro de amonio cuaternario antes de entrar a las áreas de procesamiento.
- Los empleados de producción monitorean las prácticas de los empleados.

Frecuencia de Monitoreo: Antes del comienzo de operación y cada cuatro horas durante la producción.

C.- Las soluciones para la sanitización de las botas son chequeadas cada cuatro horas durante la producción. El supervisor de limpieza chequea las soluciones para la sanitización de las botas.

Frecuencia de Monitoreo: Antes del comienzo de operación y cada cuatro horas durante la producción

D.- Las condiciones de los terrenos adyacentes a la planta ofrecen protección contra la contaminación del alimento. El supervisor de limpieza inspecciona los terrenos adyacentes a la planta.

Frecuencia de Monitoreo: Diariamente antes del comienzo de operación.

E.- Los desperdicios son retirados de las áreas de procesamiento durante la producción. Los supervisores de limpieza monitorean el retiro de los desperdicios.

F.- Los pisos son inclinados para facilitar el drenaje. Se inspecciona el drenaje adecuado del piso del área de procesamiento.

Frecuencia de Monitoreo: Diariamente antes del comienzo de operación.

G.- Los edificios de la planta son mantenidos en buenas condiciones. Las áreas de procesamiento de producto crudo y de producto cocinado están separadas. Los enfriadores, incluyendo los evaporadores, son limpiados anualmente, o con más frecuencia si es necesario. Las superficies que no están en contacto con los alimentos en las áreas de procesamiento y de empaçado se limpian diariamente al final del turno. Los productos crudos y cocinados son separados físicamente en neveras. Los materiales de empaçado son protegidos de contaminación durante su almacenamiento. El supervisor de limpieza inspecciona la planta.

Frecuencia de Monitoreo: Diariamente antes del comienzo de operación.

H.- El equipo de limpieza y sanitización esta codificado por colores para áreas específicas la planta: Azul para las áreas de procesamiento de producto crudo, blanco para las áreas de procesamiento de producto cocinado, y amarillo para las instalaciones de aseo y limpieza de planta en general. El supervisor de limpieza observara el uso del equipo apropiado.

Frecuencia de Monitoreo: En cada período de limpieza.

Correcciones:

- Los nuevos supervisores de producción reciben instrucciones básicas de limpieza.
- Los trabajadores corrigen sus deficiencias en el uso de retenedores de cabello, uso de joyas, uso de guantes, lavado de manos, almacenamiento de objetos personales, alimentos y bebidas en las áreas de procesamiento, y sanitización de las botas antes de trabajar con productos crudos y cocinados.
- La solución para sanitizar las botas es cambiada.
- El supervisor de limpieza inicia correcciones de condiciones potenciales de contaminación.
- Los desperdicios son removidos.

- Se le destaparan los drenajes a pisos con aguas retenidas, o, si es necesario, se consultara a contratistas generales o de cañerías y se realizarán correcciones a los problemas de drenaje del piso.
- El supervisor de limpieza inicia correcciones de condiciones potenciales de contaminación, incluyendo la evaluación de la calidad del producto.
- El equipo de limpieza que es usado en las áreas de la planta que no le corresponde es limpiado y sanitizado, y luego intercambiado por el equipo correcto. El supervisor de limpieza inicia correcciones de condiciones potenciales de contaminación.

Registros:

Registro periódico de control de limpieza o registro de entrenamiento.

Registro diario de control limpieza.

4. Lavado y sanitización de manos e instalaciones de aseo (Condiciones de Sanidad Clave RBK 04).

Controles y Monitoreo:

A.- Las instalaciones de aseo se encuentran adyacentes a los vestidores de los empleados, separadas físicamente de las áreas de procesamiento. Las instalaciones de aseo tienen puertas que se cierran solas, son mantenidas en buenas condiciones y son limpiadas y sanitizadas diariamente al final de las operaciones. El supervisor de limpieza inspecciona las instalaciones de aseo y para el lavado de manos.

Frecuencia de Monitoreo: Diariamente Antes del comienzo de operación y cada 4 horas durante las operaciones.

B.- Las facilidades para el lavado y sanitización de manos se encuentran en las áreas de Procesamiento de producto crudo y cocinado, y en las instalaciones de aseo. Las instalaciones de lavado de manos tienen: chorros de agua fría y caliente con válvulas activadas con el pie; jabón líquido sanitizante; soluciones para la sanitización de las manos que son cambiadas cada 4 horas durante la producción; servicios de toallas

sanitarias; letreros que le indican a los empleados que laven sus manos y guantes cuidadosamente. Las manos deben ser lavadas y sanitizadas antes de comenzar a trabajar, después de cada retirada del lugar de trabajo, y cada vez que se hayan ensuciado y contaminado. El supervisor de limpieza inspecciona las facilidades del lavado de manos y chequea la fuerza del sanitizador de manos.

Frecuencia de Monitoreo: Diariamente antes del comienzo de operación y cada 4 horas durante las operaciones.

Correcciones:

- a. El supervisor de limpieza promoverá la limpieza de las instalaciones de aseo sucias y la corrección de cualquier condición potencial de contaminación. Las reparaciones son realizadas cada vez que sea necesario.
- b. El supervisor de limpieza reabastece las instalaciones o ajusta los sanitizadores.

Registros: a-b. Registro diario de control limpieza.

ANEXO IV

LISTA DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA LECHE CRUDA

1. DEL PERSONAL

1.1 El personal que participe en el ordeño debe cumplir con lo siguiente:

1.1.1 No tener heridas ni infecciones en la piel

1.1.2 Mantener limpias y cortadas al ras las uñas de las manos

1.1.3 No padecer enfermedades infectocontagiosas

1.1.4 Antes de la ordeña, lavarse las manos y antebrazos con jabón y agua, utilizando cepillo y enjuagando con agua con solución desinfectante

1.2 Todo el personal que trabaje en la unidad de producción o explotación lechera debe entrenarse en las buenas prácticas de higiene y sanidad, así como conocer el alcance y la responsabilidad de las labores que realiza.

2. DE LAS INSTALACIONES

2.1 Deber estar delimitada, a fin de evitar el acceso de animales de otras especies como cerdos, aves de corral y otros.

2.2 De ordeño

2.3 De almacenamientos para animales.

2.4 El diseño de los corrales no deben perjudicar la salud de los animales

2.5 Deben estar protegidas de la intemperie, construidas y diseñadas de forma que pueda limpiarse y desinfectarse fácilmente.

2.5.1. Debe contar con ventilación e iluminación suficiente.

2.5.2. El agua para uso en las salas de ordeño debe clorarse.

2.5.3. Evitar el acceso de animales de otras especies (cerdos, aves de corral, etc)

2.6 Ubicarse de manera independiente y apartadas de zonas y aéreas contaminantes o contaminadas, construida de modo que se evite todo riesgo de contaminación de la leche.

2.6.1. Debe encontrarse limpia

2.7 Debe estar localizada de manera independiente y apartada de zonas y áreas contaminantes o contaminadas, construida de manera que su funcionamiento, mantenimiento y limpieza seas fáciles, y se reduzca al mínimo la posibilidad de contaminación de la leche

2.8. La unidad de producción o explotación lechera debe tener un sistema y un plan para el control de plagas en el establecimiento.

2.8.1. Los envases vacíos no deben utilizarse para almacenar algún otro producto y se deben desechar de acuerdo a los ordenamientos legales aplicables y las instrucciones del fabricante

3. DEL GANADO.

3.1 Los animales productores de leche deben estar sanos y recibir todo aquello que se relacione con su bienestar, a fin de que el producto obtenido de los mismos se considere apto para su procesamiento y posterior consumo humano

3.1.1. Deben aplicarse medidas adecuadas para prevenir enfermedades en los animales, cuando menos las siguientes:

3.1.2. Adquirir solo animales de los que se conozca su situación zoonosanitaria respecto a enfermedades y controlar su entrada en la explotación.

3.1.3. Utilizar un sistema que permita tener identificados individualmente a los animales, desde su nacimiento hasta su muerte o desecho

3.1.4. Diseñar y aplicar programas de manejo para la prevención, control y/o erradicación de enfermedades.

3.1.5. Revisar regularmente los animales de acuerdo a su programa de manejo para detectar enfermedades

3.2. Para evitar la presencia de residuos no aceptables en la leche, el productor y las personas involucradas en la obtención de leche, deben respeten el periodo de retiro establecido para cada producto y régimen de dosificación.

3.2.1. Todos los productores veterinarios deberán almacenarse en instalaciones seguras, mantenerse bajo llave, fuera del alcance de los niños, personas no autorizadas y de los animales

3.3. Vigilar y controlar el uso de sustancias adicionadas al alimento (aditivos y fármacos), de acuerdo con lo establecido en las normas aplicables, utilizar solamente productos autorizados y observar los periodos de espera.

3.3.1 Evitar el deterioro y descomposición de los alimentos para animales, cuidando las condiciones de su almacenamiento (temperatura, humedad, disponibilidad de oxígeno, luz).

4. DEL PROCESO

4.1 Realizar la ordeña de forma que se reduzca la contaminación de la leche en su obtención, por lo que es necesario aplicar prácticas de limpieza y desinfectar eficazmente la piel del pezón del animal, así como el equipo de ordeña.

4.1.1. El personal que participa en el ordeño debe cumplir con los requisitos de higiene referidos en el punto 1.1 de este registro.

4.1.2. El lugar del ordeño deberá de estar limpio y en condiciones adecuadas

4.1.3. El equipo de ordeño y materiales utilizados deberán desinfectarse y enjuagarse con suficiente agua potable antes del ordeño, y lavarse al término del mismo.

4.2 Lavar manualmente y eliminar cualquier partícula adherida al pezón, desinfectar y secar los pezones inmediatamente antes del ordeño.

4.2.1. Permitir que el presello este en contacto con la piel del pezón por lo menos 30 segundos .

4.2.2. Antes de ordeñar cada animal, colocar en un recipiente especial las tres primeras extracciones de leche de cada pezón (despunte), a fin de comprobar cualquier anomalía. Desechar esta leche.

4.2.3. Sellar los pezones cubriendo adecuadamente la totalidad de su piel.

- 4.3 No se debe mezclar leche producida por animales afectados de alguna enfermedad o en tratamiento, con la leche destinada a la elaboración de productos para consumo humano.
- 4.3.1 Los animales con síntomas clínicos de enfermedad o en tratamiento clínico deben ser segregados y ser los últimos en ordeñarse, o bien se ordeñaran con un equipo distinto o a mana.
- 4.4 Al término del ordeño deben desecharse, de los recipientes aplicadores, los sobrantes de las sustancias antisépticas usadas para el presellado y sellado de los pezones. Dichos recipientes deben lavarse y desinfectarse para ser usados en la siguiente ordeña.
- 4.5 La identificación individual de cada animal.
- 4.5.1 El uso de productos veterinarios por cada animal.
- 4.5.2 Las condiciones bajo las cuales se realiza la limpieza y desinfección del equipo y superficies en contacto con la leche.
- 4.5.3 Características de calidad de la leche.