



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Departamento de Ingeniería Agroindustrial

**EXPLORACIÓN DEL ESTATUS DE LA CALIDAD EN LA
CADENA LECHE-QUESO CREMA DE CHIAPAS EN LA
REGIÓN CENTRO-COSTA DEL ESTADO**

TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA**



PRESENTA:

**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

CARLA SAMANTA GODÍNEZ GONZÁLEZ



Septiembre de 2011

Chapingo, Estado de México



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

EXPLORACIÓN DEL ESTATUS DE LA CALIDAD EN LA CADENA LECHE-QUESO CREMA DE CHIAPAS EN LA REGIÓN CENTRO-COSTA DEL ESTADO

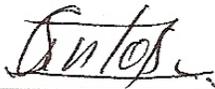
Tesis realizada por Carla Samanta Godínez González bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

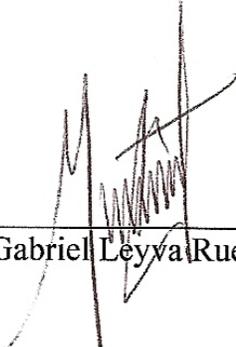
DIRECTOR


Ph. D. José Guadalupe García Muñiz

ASESOR


M.C. Armando Santos Moreno

ASESOR


Dr. Gabriel Leyva Ruelas

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Ingeniería Agroindustrial, al Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por darme la oportunidad de vivir esta aventura llamada maestría.

A los dueños de las queserías, quienes laboran en ellas, los dueños de los ranchos y a los encargados de la ordeña y recolección de la leche, sin su valiosa colaboración este trabajo no hubiera sido posible.

Al Ing. Mizael Paredes y Sr. Sergio Cornejo, por su invaluable ayuda y entusiasmo durante los muestreos.

A los miembros de mi comité asesor: Dr. José Guadalupe García Muñiz, M.C. Armando Santos Moreno y Dr. Gabriel Leyva Ruelas, por su generosidad científica y acertados aportes y sugerencias.

A la Dra. Carmen Ybarra Moncada por enamorarme de la estadística, herramienta fundamental en esta investigación, y por su paciencia al atender mis dudas.

A la Ing. Sofía Salas por su tiempo y esfuerzo desinteresado durante la redacción de este documento.

Sinceramente

CARLA

DEDICATORIA

Porque los años corren, pero mis alas, mi luz y mi estandarte de lucha siguen siendo los mismos...con todo mi ser y justo orgullo, le entrego esta tesis a mi mamá Carmen González Piña y a mi hermano Mauricio Godínez González.

...la vida ha sido suficientemente generosa al regalarme un tesoro como ustedes...a mis abuelitos Martha Piña Zarazua y Carlos González Larraguivel.

...y al parecer no bastaba, porque tengo la dicha de tenerlos a mi lado, a mi tío Marco y mis tías Claudia y Cyntia.

Todo lo anterior sería menos si no los tuviera a ustedes para compartirlo, a mis primos: Andrea, Eduardo, Marco, Rebeca y Rodrigo

Mis ángeles que están siempre ahí cuidándome...Juanita Zarazua, Eduardo Campos, Pepe Piña y Edith Nocedal.

A mi buen consejo, Juan Hernández Ortiz

A mis amigos, complicidad eterna, Mizael, Aida, Isis, Ingrid, Juan Carlos y Sofía.

LOS ADORA

SU CARLA

*“En la obsesión por llegar, a veces nos olvidamos de lo más importante:
es preciso caminar”*

Paulo Cohelo

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Carla Samanta Godínez González

Lugar de origen: Texcoco, Estado de México

Profesión: Ingeniero Agroindustrial

Formación académica

Escuela Secundaria Federal “Ignacio Ramírez”. Texcoco, Estado de México (1998-2001).

Documento obtenido: Certificado de secundaria

Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (2001-2004).

Documento obtenido: Certificado de preparatoria

Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (2004-2008).

Documento obtenido: Título profesional

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	2
CAPÍTULO 2.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. La leche.....	5
2.2 Importancia del sector lechero.....	12
2.2.1 Contexto mundial.....	12
2.2.2 Contexto nacional.....	15
2.3 Calidad de la leche cruda.....	17
2.4 Buenas prácticas ganaderas.....	29
2.5 Buenas prácticas de manufactura.....	30
2.6 Trazabilidad.....	31
REFERENCIAS.....	33
CAPÍTULO 3.....	41
Evaluación de la calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche cruda destinada a la elaboración de Queso Crema de Chiapas.....	42
CAPÍTULO 4.....	66
El grado de adopción de Buenas Prácticas a lo largo de la cadena leche- Queso Crema de Chiapas: un estudio comparativo entre las dos estaciones de producción en un año.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición mineral y contenido de ácido cítrico en distintas leches (g L ⁻¹).....	12
Cuadro 2. Principales países productores de leche de bovino en el año 2009.....	12
Cuadro 3. Principales países importadores de leche de bovino en el año 2008.....	13
Cuadro 4. Principales países exportadores de leche de bovino en el año 2008.....	14
Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos y sanitarios para evaluar la calidad de la leche cruda.....	20
Cuadro 6. Variación en la composición de la leche en relación con la raza.....	25
Cuadro 7. Influencia de la época del año en la composición de la leche.....	26
Cuadro 8. Variables fisicoquímicas y sanitarias y métodos de prueba para evaluar la calidad de la leche cruda.....	47
Cuadro 9. Niveles de significancia (probabilidad) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región y la interacción región por estación de producción, en nueve atributos de calidad fisicoquímica de leche cruda.....	49
Cuadro 10. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región y la interacción región por estación de producción, en nueve atributos de calidad fisicoquímica de leche cruda.....	50
Cuadro 11. Niveles de significancia (probabilidad) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región y la interacción región por estación de producción, en tres atributos de calidad sanitaria de leche cruda.....	51
Cuadro 12. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región y la interacción región por estación de producción, en tres atributos de calidad sanitaria de leche cruda.....	52

Cuadro 13. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos la interacción estación de producción por quesería anidada en región, en nueve atributos de calidad fisicoquímica de leche cruda.....	53
Cuadro 14. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos la interacción estación de producción por quesería anidada en región, en tres atributos de calidad sanitaria de leche cruda.....	58
Cuadro 15. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas Pecuarias durante la época de lluvias.....	73
Cuadro 16. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas Pecuarias durante la época de secas.....	74
Cuadro 17. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Transporte durante la época de lluvias.....	74
Cuadro 18. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Transporte durante la época de secas.....	75
Cuadro 19. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Manufactura durante la época de lluvias.....	76
Cuadro 20. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Manufactura durante la época de secas.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la lactosa (forma α).....	6
Figura 2. Isómeros de lactosa: α , izquierda y β , derecha.....	7
Figura 3. Modelo de la micela de caseína.....	8
Figura 4. Modelo de King del glóbulo de grasa.....	11
Figura 5. Evolución de las importaciones mundiales de leche (1997-2007).....	13
Figura 6. Evolución de las exportaciones mundiales de leche (1997-2007).....	14
Figura 7. Participación promedio en la producción de leche de bovino en México por estado para el año 2009.....	15
Figura 8. Participación (%) en la producción nacional de leche de vaca de las diferentes zonas de México para el año 2009.....	16
Figura 9. Factores que afectan la calidad de la leche cruda.....	20
Figura 10. Transición de composición del calostro a leche.....	26
Figura 11. Evolución de la composición de la leche durante la lactancia.....	27
Figura 12. Clasificación por contenido de grasa (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	54
Figura 13. Clasificación por contenido de proteína (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	54
Figura 14. Clasificación por contenido de sólidos no grasos (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	55
Figura 15. Clasificación por valor de densidad (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	56

Figura 16. Clasificación por valor de punto crioscópico (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	56
Figura 17. Clasificación por contenido de lactosa (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	57
Figura 18. Clasificación por recuento de bacterias mesófilas aerobias (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	59
Figura 19. Clasificación por recuento de células somáticas (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	60
Figura 20. Clasificación por acidez (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).....	61
Figura 20. Agrupamiento de ranchos en función de la calidad de la leche que producen (=Cluster 1, *=Cluster 2, +Funciones canónicas para los clusters).....	61

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE 1. Formato para auditar las Buenas Prácticas de Manejo Pecuario.....	80
APÉNDICE 2. Formato para auditar las Buenas Prácticas de Transporte.....	81
APÉNDICE 3. Formato para auditar las Buenas Prácticas de Manufactura en queserías.....	82

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

El queso tradicional es el resultado de la elaboración esmerada basada en ricos legados culturales, la utilización de leche de excelente calidad y un control exhaustivo en los procesos de fabricación (Román *et al.*, 2000).

La designación de productos agroalimentarios con el nombre de su lugar de producción, en la distribución y venta es una práctica tan antigua como la existencia de los mercados en los que se producían tales transacciones. Al hacerlo, se les confiere un valor especial o un mérito particular, reconociéndose implícitamente, la fuerte unión entre el medio natural, a través de factores como suelo, geografía, topografía, clima y cultivos, y el hombre y sus especificidades históricas y culturales expresadas en métodos de producción y transformación, que en conjunto configuran las características propias y la calidad de los productos (Couillerot, 2000).

La caracterización de los quesos no es una actividad nueva, pero es cada vez más frecuente (Castañeda, 2002), en especial por las presiones que se ejercen sobre la noción de apelación de origen. El término tipicidad es una expresión reciente, muy cercana a “especificidad”, la originalidad que distingue (Bérard y Marchenay, 1996).

El Queso Crema de Chiapas es un queso artesanal que es reconocido en todo el Estado de Chiapas y con esta investigación se pretende aportar elementos de tipicidad. Según Castañeda (2002) para caracterizar un queso, en lo que “atañe a su tipicidad, es necesario obtener el máximo de informaciones objetivas y cuantificables en cinco campos diferentes”: 1) la naturaleza de la leche, en relación con la raza, las prácticas de producción, las condiciones de la colecta y la composición, 2) la tecnología utilizada, 3) el ecosistema microbiano que participa en el aspecto y en las propiedades organolépticas, 4) la evolución fisicoquímica y bioquímica durante la maduración y 5) las características sensoriales del producto final. Lo anterior indica que la caracterización de la calidad de la leche empleada en la elaboración del Queso Crema de Chiapas, es un requisito fundamental para demostrar su tipicidad.

Además, se sabe que en la elaboración artesanal de quesos se utiliza como materia prima leche entera cruda, proveniente de vacas criollas alimentadas con pasturas naturales (Cardozo *et al.*, 2003). La leche es un alimento muy nutritivo, pero también es un medio muy propicio para la reproducción de ciertas bacterias. La leche cruda puede transmitir zoonosis, y en la manipulación de la leche deben reducirse al mínimo los riesgos sanitarios (Román *et al.*, 2003; Revelli *et al.*, 2004a); por esta razón es necesario no sólo producir leche de calidad tal que no afecte la salud del consumidor, sino aplicar prácticas que garanticen la inocuidad del producto final desde la obtención de la leche, transporte a la planta de proceso y fabricación del queso hasta la comercialización. Por lo tanto, es importante explorar el grado de aplicación de Buenas Prácticas a lo largo de toda la cadena productiva.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA LECHE

La leche es un compuesto líquido, opaco, de color blanco marfil y de sabor dulce, que se obtiene del ordeño higiénico, proveniente de animales en buen estado de salud y alimentación (Santiago, 2004). Es un producto apto para el consumo humano por su alta calidad nutritiva, siempre y cuando se encuentre libre de sustancias tóxicas, microorganismos y calostros que alteran su composición (Santiago, 2004; Vargas, 2006).

Fresca es ligeramente dulce, debido a su alto contenido de lactosa; al final de la lactancia es suavemente salada a causa de la producción de cloruros; por hidrólisis de las grasas se advierte un sabor rancio y olor a jabón. Es un líquido blanco amarillento y opaco causado por las micelas de fosfocaseinato de calcio que dispersan la luz; el caroteno y la riboflavina le dan el color amarillento. La leche también absorbe los sabores procedentes de su alrededor como alimentos y utensilios (Castañeda y Guerrero, 1999).

La leche es definida como “la secreción láctea libre de calostro, obtenida por un ordeño completo de una o más vacas”. Sin embargo desde el punto de vista microbiológico es un medio de cultivo nutritivo tanto para microorganismos benéficos como para numerosas bacterias destructoras y patógenas (Covacevich y Romero, 1981; Eliot 1998; Gaviria y Calderón, 1998).

2.1.1 Composición de la leche

La composición de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima y muchas de sus propiedades las cuales pueden variar de acuerdo con la raza, individuo, número de partos, estado de lactancia, alimentación, número de ordeños, entre otros (Veisseyre, 1980).

La leche es un producto nutritivo, posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en suspensión, solución o emulsión en agua (Ceballos, 1994).

2.1.1.1 Lactosa

El disacárido lactosa [β -D-galactopiranosil-(1-4)- β -D-piranosido] es el azúcar de la leche, el componente más abundante, el más simple y el más constante en proporción. Lactosa es un disacárido que consta de una molécula de β -D-glucosa y una de α -D-galactosa, que se unen por medio de un enlace β (Pérez Gavilán y Pérez Gavilán, 1984) (Figura 1). En la leche de vaca su contenido varía entre 48 y 50 g/L y es el factor limitante en la producción de leche, es decir, la cantidad de leche que se produce depende de la síntesis de la lactosa. El factor más importante de variación del contenido de lactosa en la leche es la infección de la glándula mamaria.

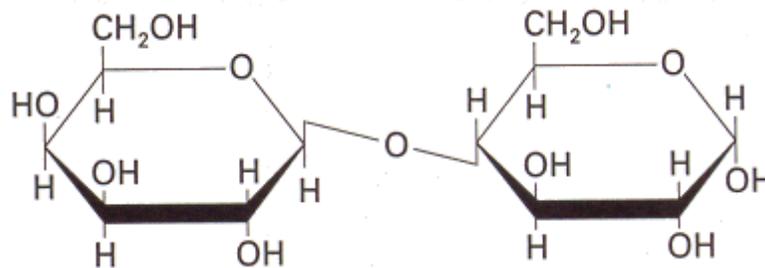


Figura 1. Estructura de la lactosa (forma α) (Varnam y Sultherland, 1994).

Sus componentes pueden ser separados por acción de la enzima lactasa o por un ácido. Es un azúcar reductor (posee un carbono anomérico libre en el resto de glucosa) y tiene sólo la sexta parte del poder edulcorante de la sacarosa. La lactosa es de interés especial en la nutrición, pues integra cerca de la mitad de los sólidos de la leche y porque no se presenta en la naturaleza excepto como un producto de la glándula mamaria (Varnam y Sultherland, 1994).

A diferencia de las grasas y las proteínas, la lactosa se halla en solución verdadera en la leche; así afecta el punto de congelación, el de ebullición y la presión osmótica de la leche. Existen dos formas de isómeros de la lactosa, α y β , que sólo difieren en la configuración de los sustituyentes en el carbono número uno del residuo de glucosa. La diferencia en la estructura se encuentra en la Figura 2 (Schilmme y Bucherim, 2002).



Figura 2. Isómeros de lactosa: α , izquierda y β , derecha (Schilmmme y Bucherim, 2002)

La solubilidad de estas formas es muy diferente - la solubilidad de la forma α tiene cerca de 7 g/100 g a 15 ° C y la de la forma β es de unos 50 g/100 g. Cuando la lactosa se encuentra en solución, la mutarrotación se produce para dar una solución en equilibrio que contenga aproximadamente el 63% de la forma β (Zadow, 1984).

La α lactosa cristaliza monohidratada, mientras que los cristales de β lactosa no contienen agua de cristalización. Teóricamente, ambas pueden presentarse hidratadas o anhidras; sin embargo, las más estables son la α -hidratada y la β -anhidra. Cabe indicar que en una solución de lactosa siempre se tiende al equilibrio entre ambas formas, pero generalmente siempre hay más β que α , ya que la primera es más soluble en agua (Coton, 1979).

La lactosa es la fuente más importante de energía para el metabolismo bacteriano. Ésta es un disacárido que representa aproximadamente el 40 % de los sólidos totales de la leche. Debido al metabolismo bacteriano, la lactosa se hidroliza en sus dos constituyentes (glucosa y galactosa) por acción de una enzima llamada lactasa (β -D Galactosidasa) para luego ser fermentados por las bacterias (Pérez Gavilán y Pérez Gavilan, 1984).

2.1.1.2 Proteínas

La cantidad de proteína en la leche de vaca puede fluctuar entre 3 y hasta 4%. Las proteínas en la leche se dividen en caseínas y proteínas del lactosuero, que corresponden al 80 y 20% respectivamente de la proteína total (Manterola, 2007).

La micela de caseína se compone de cuatro tipos principales de caseínas individuales: α_{S1} , α_{S2} , β y κ , que se diferencian en peso molecular y en la cantidad de grupos fosfatos que llevan unidos. Las proporciones en las que aparece cada una son: 50% de caseína α_S (α_{S1} 40% y α_{S2} 10%), 40% de caseína β y 10% de caseína κ (Ferradini *et al.*, 2006).

La caseína aparece en la leche en forma de sal cálcica. La estructura del caseinato de calcio es bastante compleja. En realidad las caseínas α y β no son solubles en la leche en presencia del calcio (el grupo fosfato es muy insoluble en presencia de calcio). Sin embargo si se añade caseína κ , el conjunto se solubiliza al formar una estructura para la que se postula la forma que se muestra en la Figura 3 (Fernández, 2005):

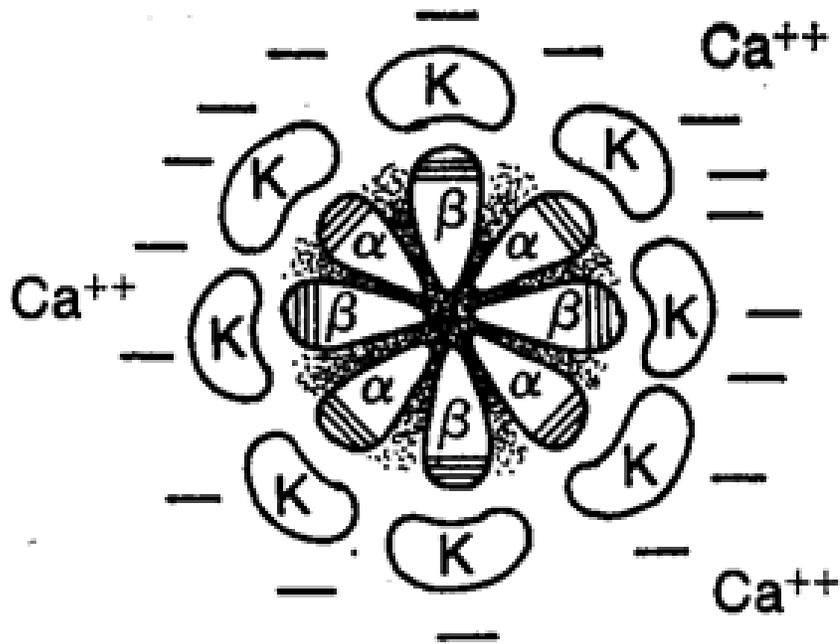


Figura 3. Modelo de la micela de caseína (Fernández, 2005).

Las micelas se mantienen en suspensión gracias a que la caseína κ presenta grupos ácidos, quedando la parte externa de la micela cargada negativamente, produciéndose repulsión entre unas micelas y otras. Estos grupos ácidos de la caseína κ se encuentran ionizados en el pH de la leche, si bajara este pH los grupos ácidos se protonarían y precipitarían las micelas, es decir, coagularía la leche (Fernández, 2005).

La composición y estructura primaria de las caseínas les confiere importantes propiedades fisicoquímicas de interés funcional como (Ferradini *et al.*, 2006):

a) Marcado carácter aniónico en medio neutro por la presencia de radicales fosfoserrina y/o ácido glutámico.

b) Insolubilidad en agua a pH igual a 4.6 para la caseína entera o bruta por la elevada proporción de radicales apolares.

c) Agregación en medio cálcico de las caseínas α_{S1} , α_{S2} y β por disminución de su carga eléctrica negativa y de su hidrofilia, como consecuencia de la complejación del Ca^{2+} por parte de los radicales fosfoserrina presentes en la estructura de dichas caseínas.

La estructura de micelas de caseína es también fundamental en la determinación de las propiedades físicas de la leche. La estabilidad de la micela, o su desestabilización controlada en la fabricación de los quesos y de yogur, es de primordial interés para la industria láctea (Fernández, 2005).

Las proteínas del lactosuero comprenden al conjunto de sustancias nitrogenadas que no floculan cuando el pH de la leche se lleva a 4.6; por lo mismo también se les llama proteínas solubles. Las principales proteínas que constituyen al lactosuero son (Varnam y Sultherland, 1994; Schilmme y Bucherim, 2002).

- ✓ **β -lactoglobulina:** Esta es la proteína principal del lactosuero y constituye alrededor del 50% del total de las proteínas solubles. Es la portadora principal del grupo sulfhidrilo, que se separa fácilmente con la desnaturalización y que interviene en el sabor a cocido en la leche hervida.
- ✓ **α -lactoalbúmina:** Esta proteína constituye alrededor del 20% del total de las proteínas del lactosuero; se caracteriza por su alto contenido de triptofano (7.2%) y por su intervención en la biosíntesis de la lactosa.

- ✓ **Inmunoglobulina:** Son las moléculas más grandes que se encuentran en la leche y las primeras que se desnaturalizan en el calentamiento. La leche de vaca sana la contienen en poca cantidad (0.6 g/L, o sea, 2% de proteínas totales) y el calostro contiene hasta 12 g/L en el primer día. En esta proteína se ha detectado la presencia de aglutininas, que aglutinan a ciertas bacterias; de esta manera desempeñan un papel importante como sustancias inhibitoras del desarrollo microbiano en la leche cruda. Constituye el 10% del total de las proteínas solubles.

- ✓ **Seroalbúmina:** Esta fracción, al parecer, es idéntica a la albumina del suero sanguíneo ya que tiene las mismas propiedades inmunológicas. Constituye el 5% del total de las proteínas solubles.

- ✓ **Proteosa-peptona:** Representan aproximadamente el 10% de las proteínas solubles, es la única que contiene carbohidratos y hasta un 6% de fósforo.

2.1.1.3 Grasa

La grasa láctea se encuentra emulsificada en forma de glóbulos de un tamaño de 0.1 a 6 micras. La grasa butírica es rica en lípidos, vitaminas liposolubles A, D, E y K, con un alto contenido en colesterol (66 mg/100g). Los glóbulos se encuentran rodeados de una membrana de fosfolípidos y proteínas que le imparten estabilidad y evitan su coalescencia. La estabilidad de la emulsión se rompe con el batido, la congelación o la acción de agentes químicos (ácidos, detergentes, etc.), y es aumentada por la homogeneización que reduce el tamaño de los glóbulos a 2 micras o menos de diámetro (Angulo *et al.*, 2009).

Los glóbulos de grasa son heterogéneos, están constituidos esencialmente por una microgota de triglicéridos, parcialmente cristalizados a la temperatura ambiente, recubiertos de una envoltura compleja, membrana o película de adsorción (Figura 4).

La composición de ácidos grasos de los triglicéridos de la grasa láctea es extremadamente compleja y se han identificado varios centenares de ácidos grasos, pero se puede conocer la grasa láctea debido a que sólo 15 ácidos grasos suponen el 95% (Jensen *et al.*, 1991).

La membrana esta constituida principalmente por dos partes diferentes:

a) La capa interna, que se parece a una membrana celular y que está formada por proteínas globulares y fosfolípidos. Es bastante resistente y su función es la de aislar el glóbulo graso, solamente tiene unas pocas actividades enzimáticas. Esta capa se encuentra firmemente unida a la parte externa del glóbulo lipídico, formada por una capa de triglicéridos de alto punto de fusión; no está claro que esta última capa forme parte de la membrana propiamente dicha. No es necesario observar enlaces químicos entre las sustancias de la membrana y la grasa, ya que fuerzas del tipo van der Waals son suficientes para explicar esta estructura (Reinhardt y Lippolis, 2006).

b) La capa externa donde se encuentran localizadas las actividades enzimáticas. Esta capa debe jugar un papel importante en la estabilidad de la emulsión, en particular en lo que se refiere a los fenómenos de adsorción y de aglutinación (Reinhardt y Lippolis, 2006)

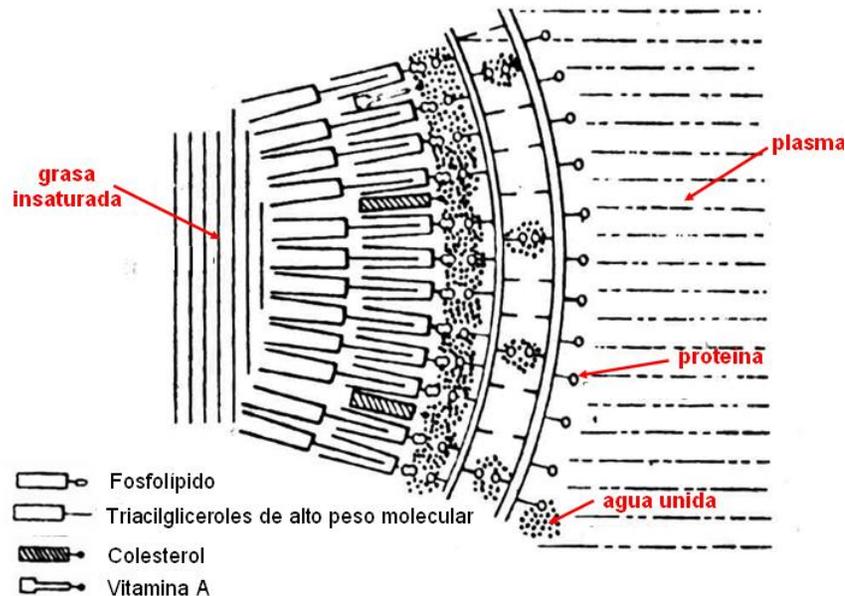


Figura 4. Modelo de King del glóbulo de grasa (Santos, 2007).

2.1.1.4 Otros componentes

La leche también contiene minerales y ácidos orgánicos en solución verdadera. En el Cuadro 1 se puede observar la cantidad de minerales y ácido cítrico en la leche de diferentes especies (Santos, 2007).

Cuadro 1. Composición mineral y contenido de ácido cítrico en distintas leches (g L⁻¹) (Santos, 2007).

Componente	Vaca	Cabra	Oveja	Cerdo
Potasio	1.6	1.6	1.5	1.0
Sodio	0.5	0.4	0.4	0.35
Calcio	1.3	1.3	2.3	2.1
Magnesio	0.14	0.15	-	0.2
Fósforo	1.0	1.0	1.6	1.5
Cloro	1.1	1.5	0.7	-
Ácido cítrico	1.8	1.5	-	-

2.2 IMPORTANCIA DEL SECTOR LECHERO

2.2.1 Contexto mundial

La producción mundial de leche de bovino ha tenido un crecimiento con tendencia exponencial y son sólo diez países los que concentran el 56% de la producción (SAGARPA, 2010): Los Estados Unidos de América, India y China son los tres principales productores de leche (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales países productores de leche de bovino en el año 2009 (FAOSTAT, 2010)

Lugar mundial	País	Producción (toneladas)	Participación en la producción mundial (%)
1	Estados Unidos	86,178,896	14.9
2	India	44,100,000	7.6
3	China	35,853,665	6.2
4	Rusia	32,117,427	5.6
5	Alemania	28,656,256	5.0
6	Brasil	27,752,000	4.8
7	Francia	24,516,320	4.2
8	Nueva Zelanda	15,216,840	2.6
9	Reino Unido	13,719,000	2.4
10	Polonia	12,425,300	2.1
16	México	10,765,827	1.9

En el Cuadro 2 se observa que México ocupó en 2009 el lugar 16 con un 1.9% de participación, que se traduce en 10.34 millones de toneladas (FAOSTAT, 2010).

En el año 2008 Alemania, Países Bajos e Italia fueron los tres principales importadores y junto con siete países más representan el 51% de las importaciones totales. México importó 2.83 millones de toneladas de leche de bovino, lo que lo situó como en el noveno lugar a nivel mundial (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales países importadores de leche de bovino en el año 2008 (SAGARPA 2010, con datos de FAOSTAT).

Lugar Mundial	País	Importaciones (millones de toneladas)	Participación en la importación mundial (%)
1	Alemania	8.28	9.4
2	Países Bajos	7.28	8.3
3	Italia	5.76	6.6
4	Bélgica	4.81	5.5
5	Francia	4.42	5.0
6	Reino Unido	7.76	4.3
7	España	3.07	3.5
8	China	2.99	3.4
9	México	2.83	3.2
10	Estados Unidos	2.09	2.4

La evolución de las importaciones en el periodo comprendido de 1997 a 2007 muestra una tendencia a la alza con una Tasa Media de Crecimiento Anual de 3.62 (Figura 5)

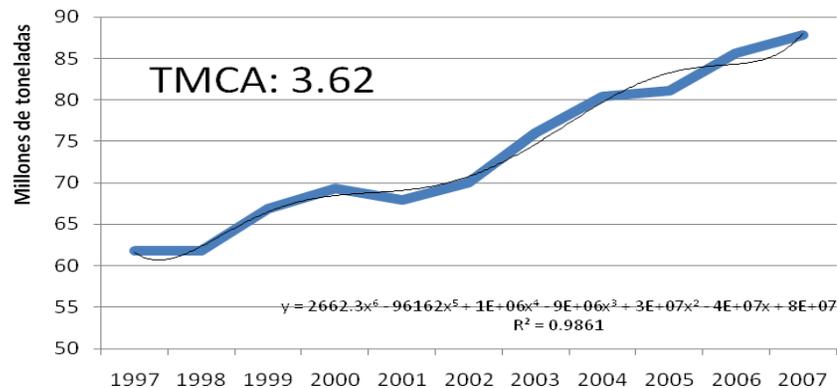


Figura 5. Evolución de las importaciones mundiales de leche (1997-2007) (SAGARPA, 2010).

En el rubro de las exportaciones, durante el 2008 los diez principales exportadores concentraron el 70 % del total mundial. Alemania, Nueva Zelanda y Francia se situaron en los tres primeros lugares respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Principales países exportadores de leche de bovino en el año 2008 (SAGARPA 2010, con datos de FAOSTAT).

Lugar mundial	País	Exportaciones (millones de toneladas)	Participación en la exportación mundial (%)
1	Alemania	12.96	13.9
2	Nueva Zelanda	12.03	12.9
3	Francia	9.21	9.9
4	Países Bajos	7.69	8.3
5	Estados Unidos	6.16	6.6
6	Bélgica	4.47	4.8
7	Australia	3.85	4.1
8	Irlanda	3.63	3.9
9	Reino Unido	2.63	2.8
10	Polonia	2.61	2.8
Total	Mundo	93.19	100

En la Figura 6 se puede observar que de 1997 a 2007 las exportaciones han tenido un incremento constante con una Tasa Media de Crecimiento Anual de 3.67.

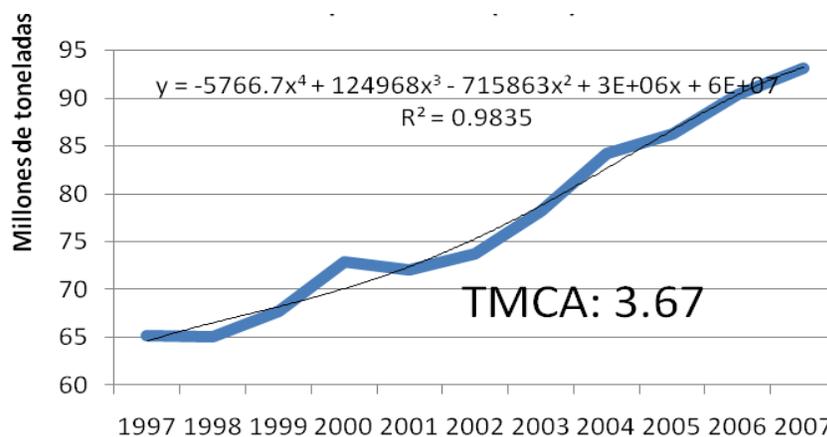


Figura 6. Evolución de las exportaciones mundiales de leche (1997-2007) (SAGARPA, 2010).

2.2.2 Contexto nacional

La producción de leche en México es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas y tradiciones y costumbres de las poblaciones. La producción de leche se realiza en sistemas que van desde el tecnificado hasta los de subsistencia en una misma región (OEIDRUS, 2008).

Durante los meses de enero–abril es cuando se observa el menor volumen (global) de producción, pero ya en Mayo se incrementa. A partir de este mes vienen los de mayor producción, cuando ocurre la temporada alta de la campaña de producción en las zonas semitempladas a causa de las lluvias y la mayor disponibilidad de pastos. No obstante, hay que tener en cuenta que la producción tiende a bajar en las zonas semiáridas, secas, en los ranchos, o explotaciones lecheras especializadas, en temporada de calor, de finales de primavera y hasta el fin del verano (LACTODATA, 2011).

En México la producción lechera se desarrolla en todo su territorio; sin embargo, Jalisco, Durango, Chihuahua y Coahuila concentran el 45% del Inventario Nacional Especializado (SIAP, 2010). Estos mismos estados aportan casi el 48% del total de la producción del territorio nacional (Figura 7). El Estado de Chiapas aporta el 3.6% del total de la producción de leche de vaca en México (SIAP, 2010).

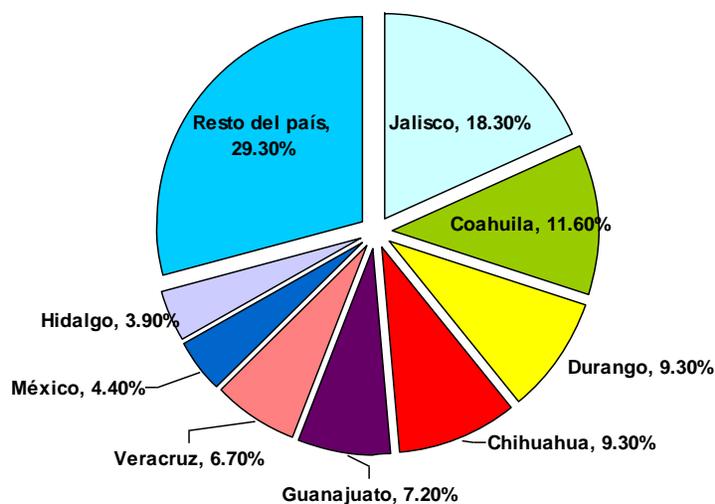


Figura 7. Participación promedio en la producción de leche de bovino en México por estado para el año 2009 (Elaboración propia con datos de SIAP, 2010).

En cuanto a la evolución de la producción nacional de leche de bovino, ésta ha tenido una tendencia ascendente, registrando una tasa de crecimiento en el periodo de 2000-2010 de 2.8% (SIAP, 2010). Al mes de mayo de 2011, la producción nacional acumulada de leche de vaca fue de 4,239.1 millones de litros, es decir, 39% de la cantidad prevista en el programa anual (10,877.8 millones de litros, pronóstico del mes de marzo). Esta cantidad es superior en 0.7% a la correspondiente del año anterior (2010) y el incremento, 0.9% inferior al pronóstico para todo el año, 1.6% (LACTODATA, 2011).

En la distribución según regiones se observa un incremento sostenido, de 1980 a 2006, de la parte correspondiente a la Región Semiárida, desde entonces se mantiene cercana al 37%. La región tropical, a la que pertenece el Estado de Chiapas, aporta entre el 12 y el 15% de la producción nacional (Figura 8) (SIAP, 2010).

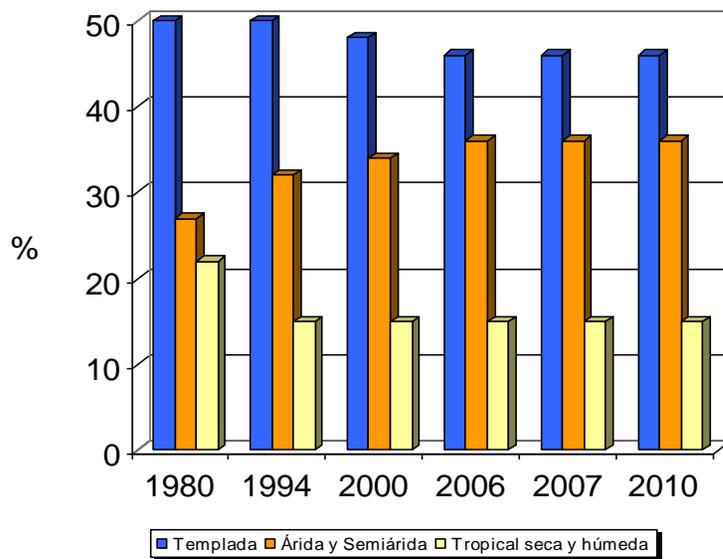


Figura 8. Participación (%) en la producción nacional de leche de vaca de las diferentes zonas de México para el año 2009.

México siempre ha sido deficitario en leche, además de que el consumo aparente de leche y derivados aumentó 37 % de 1994 a 2006. Por tanto hay una gran importación de leche que dentro del consumo nacional aparente representó 28 % de 1994 a 2006. En 2009 la importación de leche fluida fue de 43, 509, 480 litros, mientras que se compraron del extranjero 191, 587, 058 kg de leche en polvo (SAGARPA, 2008).

En el año 2010, la importación de lácteos (en volumen) registró una cantidad proporcionalmente inferior a la registrada para 2009, observándose una disminución en el agregado de este tipo de productos (próxima al -2%). Considerando el incremento del 1.5% de la producción nacional, las disponibilidades brutas observaron un incremento del 0.7%, cantidad que no cubre el incremento de población (alrededor del 1.4%), por tanto, si este es el caso, habrá disminuido la disponibilidad *per cápita* de 345 a 342 mililitros por día y por persona (LACTODATA, 2011).

En el 2007, el consumo per cápita de leche en México fue de 122 litros y 2 kilogramos de derivados lácteos como queso y yogurt, con una marcada tendencia a incrementarse en este último rubro, principalmente en el tipo yogurt bebible. A pesar de que la tendencia del consumo es ascendente, es baja en comparación con otros países de la región: en Uruguay el consumo es de 280 litros y en Argentina la ingesta es de 210 litros (Comité México para la Cumbre Mundial de la Leche, 2008).

2.3 CALIDAD DE LA LECHE CRUDA

La norma ISO 8402 (1995) define la calidad de un producto como “el conjunto de las propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud de satisfacer las necesidades expresas o implícitas del cliente”. En este sentido, calidad es una palabra de naturaleza subjetiva, una apreciación que cada individuo define según sus expectativas y experiencias (Nava, 2005).

Los países lecheros desarrollados han caracterizado la calidad de la leche que producen no solamente a nivel de hato sino también de industrias lo cual les ha permitido revolucionar de manera sistemática e implantar estrategias de mejoramiento continuo (Van den Berg, 1986; Moreno-Rojas *et al.*, 1993; Boor *et al.*, 1998).

La calidad integral de la leche adquiere una gran importancia no solamente desde el punto de vista de la salud pública sino también del industrial, estando relacionada con la composición general, mineral, sabor, aroma, a la presencia de contaminantes, a sus propiedades y obviamente necesita de todos los sectores involucrados en la producción primaria, conservación, transporte, almacenamiento y transformación (Revelli *et al.*, 2004b).

Se puede lograr una buena calidad de la leche por medio de un análisis agrupado en dos factores: la calidad composicional y la calidad higiénica. La calidad composicional hace referencia a la materia grasa y sólidos no grasos de la leche; la calidad higiénica contempla los microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos saprófitos, células somáticas, materias extrañas y condiciones organolépticas. Alcanzar niveles óptimos los factores que determinan la calidad de la leche, depende directamente del sistema de producción, del ordeñador, las condiciones de transporte, entre otras muchas cosas (Cabrera, 2005).

Es imprescindible partir de animales sanos, genéticamente aptos, condiciones apropiadas de alimentación y manejo, buenas prácticas de higiene, control y tratamiento de mastitis y otras patologías, con el objeto de asegurar al consumidor productos inocuos, íntegros y legítimos (Lagrange, 1979; Marth, 1981).

El mercado lácteo mundial muestra una marcada tendencia a la obtención de leche y derivados lácteos de alta calidad. Para que éstos no comprometan la salud de la población, se debe minimizar el riesgo de transmisión de enfermedades provenientes de los alimentos. De esta manera, se obtienen productos finales diferenciados que pueden tener un alto valor agregado y que son capaces de generar importantes ingresos que hacen sustentable al sector lácteo en su conjunto (Sislac, 2005).

La necesidad de una mayor eficiencia en el proceso industrial de la leche y la creciente demanda del mercado por productos de mayor calidad, traen como consecuencia un incremento en las exigencias de los estándares de la materia prima, lo que afecta

económicamente al productor (Comeron *et al.*, 2001). El principal problema de los pequeños productores, es la descomposición de la leche después del ordeño y durante su transporte a la planta de proceso, debido principalmente a las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias durante la ordeña, recolección y transporte de la misma, lo que genera problemas de calidad e incrementa el desafío logístico para el suministro eficiente de la misma en los mercados (Heeschen, 1990).

Se entiende por leche de calidad a la proveniente del ordeño de vacas sanas bien alimentadas, libre de olores, sedimentos, sustancias extrañas y con características como: cantidad y calidad apropiada de componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales); con un mínimo de carga microbiana; libre de bacterias causantes de enfermedad (brucelosis y tuberculosis) libre de toxinas y patógenos; libre de residuos químicos e inhibidores y con un mínimo de células somáticas (Ferraro, 2006). Sobre lo anterior, los ordenamientos legales aplicables en México que establecen los requerimientos que debe cumplir la leche cruda son:

- ✓ NMX-F-700-COFOCALEC-2004, Sistema producto leche – Alimentos – Lácteos – Leche cruda de vaca – Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba.
- ✓ PC-031-2005, Pliego de Condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en leche.

En estos documentos se describen seis parámetros fisicoquímicos y siete sanitarios (Cuadro 5), que tienen mayor impacto económico y se utilizan frecuentemente para evaluar la calidad de la leche cruda (Reyes, 2008).

Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos y sanitarios para evaluar la calidad de la leche cruda (elaboración propia con datos de NMX-F-700-COFOCALEC-2004).

Parámetro	Especificación
Fisicoquímicos	
Densidad a 15° C, g/mL	1.0295 mín.
Grasa Butírica, g/L	30 mín.
Proteínas totales, g/L	28 mín
Lactosa, g/L	43 a 50
Sólidos no grasos, g/L	83 mín
Punto crioscópico, °C	entre -0.515 y -0.536
Sanitarios	
Acidez (como ácido láctico), g/L	1.3 a 1.6
Prueba de alcohol al 70%	Negativa
Materia extraña	Libre
Inhibidores	Negativo
Aflatoxina M1, μ g/kg	0.5
Cuenta total de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA), UFC/mL	1 200 000 máx.
Conteo de Células Somáticas CCS/mL	1 000 000 máx.

La Figura 9 muestra los parámetros de calidad de la leche cruda y sus principales factores de influencia.

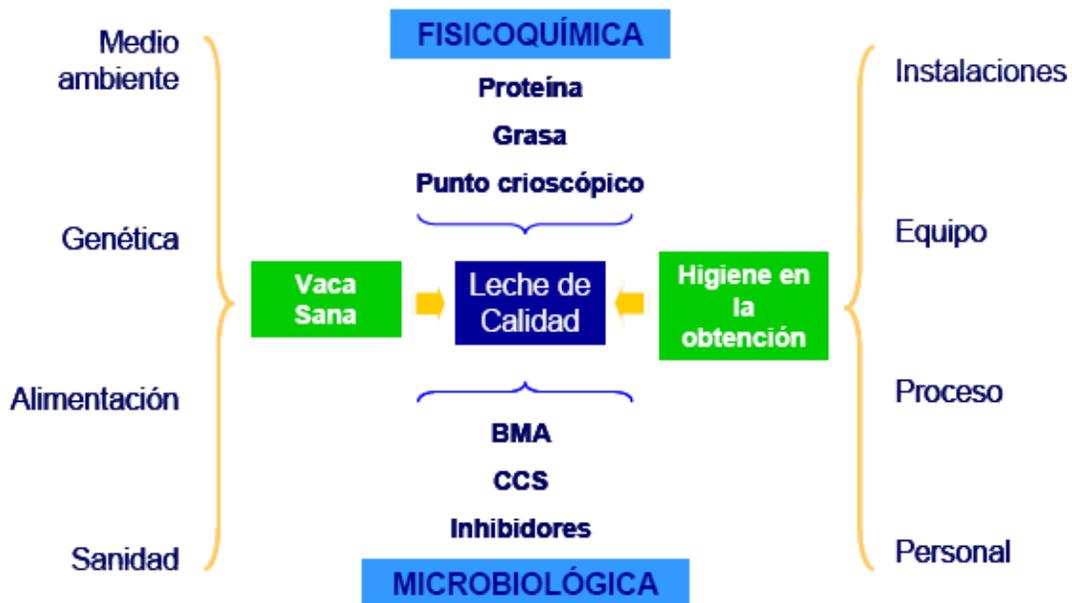


Figura 9. Factores que afectan la calidad de la leche cruda (Reyes, 2008)

2.3.1 Factores que afectan la calidad de la leche

2.3.1.1 Factores higiénico-sanitarios

Ruegg (2000) afirma que la calidad de la materia prima actúa como un condicionante fundamental de la calidad del producto final, por esto resulta indispensable partir de una leche cruda de máxima calidad higiénico sanitaria, en el cuidado y control de todas y cada una de las etapas desde su origen (la vaca) hasta el momento en que se la utiliza como materia prima dentro de la planta de procesamiento.

La calidad sanitaria está referida al recuento de células somáticas. Éstas son principalmente células defensivas o leucocitos y en menor cantidad, células de descamación del epitelio glandular que se vuelcan en la leche, producto del funcionamiento normal de la glándula mamaria (Kolo-Christensen, 1981).

Heeschen (1990) señala que el recuento de células somáticas cumple una doble función: como indicador de las condiciones sanitarias del rebaño y de la calidad tecnológica de la leche destinada a procesos. Cuando se encuentran altos contenidos de células somáticas no se debe pensar sólo en las infecciones por patógenos como causa de mastitis sino en otros factores como: farmacológicos, fisiológicos y causantes de estrés (Kolo-Christensen, 1981; Harmon, 1994).

Normalmente una vaca sana puede tener hasta 200000 células somáticas por mililitro de leche. Un alto conteo se asocia con la pérdida de la producción y la baja calidad de la leche (Acebo, 2000; Leslie, 1999; Wattiaux, 2002).

Más del 98% de las células somáticas que se encuentran en la leche provienen de las células blancas que ingresan a la misma en respuesta a la invasión bacteriana de la ubre. Un alto conteo de células somáticas se asocia con la pérdida de la producción de leche. Cuando la leche de todas las vacas en el hato se mezcla, como en el tanque a granel, el conteo de células somáticas en una muestra compuesta es un buen indicador de la prevalencia de la mastitis en el hato (Wattiaux, 2002).

Un conteo de células somáticas mayor de 200000 células/mL indica la presencia de mastitis subclínicas. Los conteos de células somáticas por debajo de 400000 células/mL son típicos de los hatos que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis. Los hatos que poseen un programa de control efectivo de la mastitis poseen en forma consistente conteos por debajo de las 100000 células/mL. Recuentos de células somáticas mayores de 500000 células/mL indican que un tercio de las glándulas se encuentran infectadas y que la pérdida de leche debido a mastitis subclínica es mayor de 10% (Wattiaux, 2002).

Los valores límites del Recuento de Células Somáticas varían en distintos países, se considera que por encima de las 500000 células/ml se trata de leche proveniente de un sistema productivo con alta prevalencia de infecciones intramamarias y es por lo tanto considerado como un hato problema (Calvinho *et al.*, 2001).

El monitoreo de las células somáticas puede hacerse individualmente en cada vaca o por muestreo de la leche del tanque receptor. La diferencia entre ambos casos es que en el primero, se puede conocer el estado de salud de un animal determinado; mientras que para el segundo caso sólo podrá derivarse información del estado de salud promedio de todo un hato (Rice, 1998).

Estudios experimentales muestran que la presencia de un alto número de células somáticas en la leche se asocia con la alteración en sus características químicas, fisiológicas y de manufactura; así como de los productos elaborados (Smith *et al.*, 1995).

Se considera que la edad de la vaca es un factor asociado al aumento de células somáticas, esto se debe al aumento de prevalencia de mastitis; también puede deberse a una mayor respuesta celular a la infección o a un mayor daño permanente después de la infección (Leslie, 1999).

El recuento de células somáticas puede sufrir ligeras variaciones según el período de lactación en que se encuentren las vacas, se eleva luego del parto y permanece elevado las dos primeras semanas. Otros autores mencionan que hay un aumento incluso antes del parto, en la gestación tardía, y por pocas semanas seguidas después del parto, esto debido a que el sistema inmune natural de la vaca es estimulado con el fin de aumentar los mecanismos de defensa de la glándula mamaria (Leslie, 1999; Saran y Chaffer, 2000).

La buena calidad sanitaria de la leche también incluye la ausencia de microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Coliformes totales*, *Coliformes fecales* y *Listeria monocytogenes*, entre otros, que son causantes de enfermedades asociadas con infecciones e intoxicaciones generadas por el consumo de alimentos contaminados (Fadul y Quecano, 2005).

Las vacas también deben estar libres de tuberculosis, brucelosis y mastitis. La leche cruda contaminada o productos elaborados con leche cruda (especialmente queso blanco y amarillo tipo cheddar) pueden transmitir enfermedades como brucelosis, tuberculosis y leptospirosis (Tafur, 2006).

Gasque (2005) clasifica la calidad higiénica de la leche en dos aspectos fundamentales: el primero, por la presencia mínima de microorganismos y el segundo, por la ausencia de sustancias extrañas que puedan dañar sus componentes o poner en peligro al consumidor.

Para Guifarro (2005), la calidad higiénica de la leche cruda engloba la salud pública desde el punto de vista de la ausencia de microorganismos, suciedades, olores, sabores extraños, antibióticos y restos químicos.

Según Early (2000) la calidad higiénica de la leche cruda depende del estado sanitario y de la limpieza de las vacas, del sistema de ordeño y de las condiciones higiénicas del equipo de ordeño.

El recuento de bacterias mesófilas aerobias es una medida de la condición de higiene de la explotación, se relaciona con la insuficiente higiene del sistema de ordeño. Se considera que una leche con menos de 10000 UFC/mL es de excelente calidad (Taverna, 2002).

Los recuentos de mesófilos aerobios expresan el número por gramo o mililitro de unidades formadoras de colonias (UFC) obtenido en determinadas condiciones de cultivo en medio sólido en aerobiosis. No existe una relación directa entre la flora aerobia y la posible presencia en los alimentos de microorganismos patógenos de procedencia intestinal, ni tampoco de otros agentes infecciosos e intoxicaciones alimentarias de diversas procedencias. En realidad un recuento alto de UFC en un alimento indica que probablemente éste ha estado conservado en condiciones de tiempo y temperatura que han permitido el desarrollo de microorganismos (Frazier y Westhoff,1993).

La leche tiene múltiples fuentes de contaminación, en donde la ubre en condiciones normales puede aportar hasta 1,000 UFC/mL. Además, la contaminación ambiental durante el ordeño, producto de deficientes prácticas de manejo, permite que microorganismos de la piel de los pezones, manos del ordeñador, pezoneras, equipos de ordeño, baldes y todo el entorno del ordeño, lleguen a la leche. Esta es la fuente de contaminación más importante y variable, ya que aporta un gran número de microorganismos con diferentes propiedades microbiológicas. A la contaminación inicial de la leche debe sumarse la multiplicación que sufren las bacterias, debido a que ésta es un excelente medio de cultivo para la mayoría de los microorganismos (Philpot y Nickerson, 1992).

Cotrino (2001) considera necesario determinar la calidad microbiológica por medio de recuentos de bacterias por mL de leche, para que el producto pueda ser transportado hacia la planta y distribuido para consumo humano. Robinson (2002) afirma la importancia de determinar los microorganismos patógenos que tienen repercusión en la leche y los productos lácteos que serán posteriormente comercializados.

2.3.1.2 Factores que afectan la Composición

2.3.1.2.1 Genotipo de la vaca

La raza de la vaca es un factor muy importante en cuanto la producción y composición de la leche. El rendimiento y la composición de una raza con respecto a la otra pueden variar considerablemente. En el Cuadro 6 se presenta la composición de la leche de las razas productoras más comunes; se observa que la grasa es el componente menos constante y la lactosa es el más estable. Las razas Jersey y Guernsey se consideran razas mantequeras por su alto contenido de grasa (Santos, 2007).

Cuadro 6. Variación en la composición de la leche en relación con la raza (Santos, 2007).

Raza de vaca	Agua (%)	Lactosa (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)
Jersey	85.09	4.93	5.37	3.92	0.71
Guernsey	85.39	4.93	4.95	3.91	0.74
Pardo Suizo	86.59	5.04	4.01	3.61	0.73
Ayrshire	87.10	4.67	4.00	3.58	0.68
Shorthorn	87.19	4.99	3.94	3.32	0.70
Holstein	87.74	4.87	3.40	3.32	0.68

2.3.1.2.2 Número de Parto: La cantidad de leche producida aumenta del primer parto al quinto o sexto; después disminuye sensiblemente a partir del séptimo parto. Sin embargo, las modificaciones en la composición de la leche no son significativas (Veisseyre, 1988).

2.3.1.2.3 Estación de Parto y Factores Climáticos: La producción de leche en regiones tropicales está directamente relacionada con la época del año, la producción baja drásticamente durante la época de secas y mejora considerablemente en la época de lluvias (Martínez y Lascano, 1998). La composición de la leche de ambas épocas de producción es muy diferente: Si se analiza el Cuadro 7, puede observarse, que la riqueza de la leche en materia grasa y sólidos totales es mínima durante el lluvias (Junio, julio y agosto), y máxima al final del ciclo de secas (Octubre, Noviembre y Diciembre) (Alais, 1984; Santos, 2007).

Cuadro 7. Influencia de la época del año en la composición de la leche (Santos, 2007).

Mes	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)	Sólidos totales (%)
Enero	4.31	3.67	4.87	0.72	13.57
Febrero	4.22	3.62	4.89	0.72	13.45
Marzo	4.16	3.56	4.98	0.71	13.41
Abril	4.10	3.54	5.01	0.71	13.37
Mayo	4.10	3.53	5.04	0.71	13.37
Junio	3.96	3.45	5.02	0.70	13.13
Julio	3.95	3.46	5.02	0.70	13.12
Agosto	3.95	3.54	5.00	0.69	13.18
Septiembre	4.10	3.62	4.96	0.70	13.38
Octubre	4.24	3.66	4.92	0.71	13.53
Noviembre	4.27	3.69	4.88	0.72	13.55
Diciembre	4.30	3.65	4.92	0.72	13.59

2.3.1.2.4 Etapa de lactancia: Inmediatamente después del parto y durante los primeros siete días, la mama segrega un líquido amarillo, viscoso, amargo y ácido llamado calostro, cuya composición y aspecto son muy diferentes de los de la leche (Figura 10). Esta secreción se modifica rápidamente y al quinto día presenta ya las propiedades de la leche (Alais, 1984).

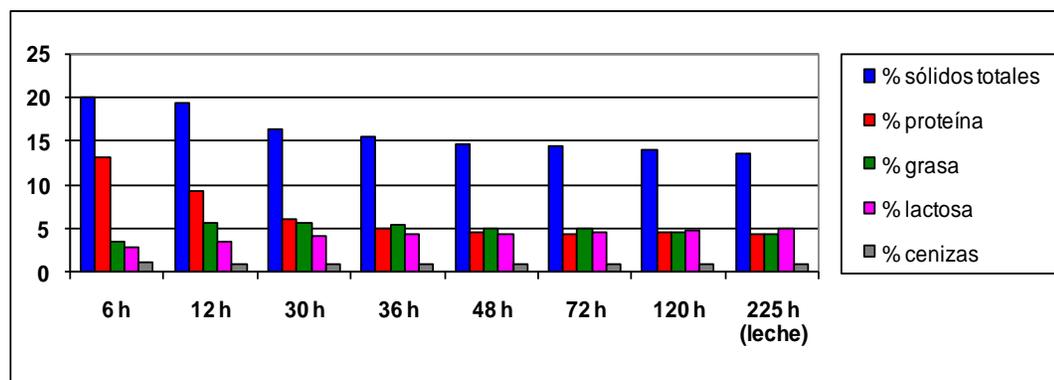


Figura 10. Transición de composición del calostro a leche (Santos, 2007)

Después del periodo calostrual, la secreción de la leche aumenta durante el primer mes; después se mantiene constante durante los dos meses siguientes, para disminuir progresivamente más tarde hasta el final del periodo de lactación, que dura unos diez meses (Veisseyre, 1988). Algunas vacas mantienen uniformemente su producción durante la lactación; esta última es la más importante desde el punto de vista económico (Santos, 2007).

En relación con la variación de los componentes principales de la leche, se observa un aumento del extracto seco de la leche debido al aumento de la grasa y de las materias nitrogenadas (Veisseyre, 1988) (Figura 11).

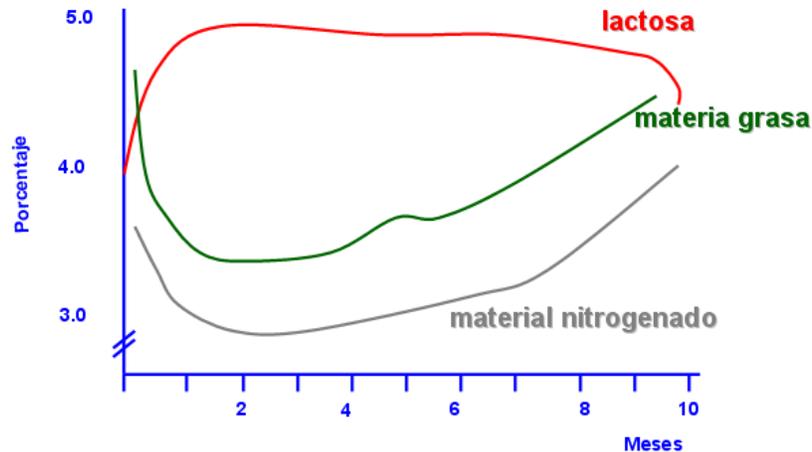


Figura 11. Evolución de la composición de la leche durante la lactancia (Santos, 2007).

2.3.1.2.5 Alimentación: La alimentación es un factor que juega un rol fundamental en el contenido graso de la leche. Dietas que consideran un alto suministro de concentrado implican que el contenido de grasa de la leche disminuye. Por el contrario, dietas ricas en forraje permiten obtener una leche con un mayor tenor graso (Hazard, 1997).

En un experimento de Sutton *et al.* (1977) en el cual vacas de primer parto recibieron tres proporciones de concentrado a heno (60:40, 75:25, 90:10) se observó que el contenido de grasa en leche fue máximo cuando la relación concentrado:forraje era de 60:40 y decreció linealmente a medida que se le incrementó la participación del concentrado en la ración.

Raciones con alto contenido de proteína cruda y con una adecuada cantidad de fibra (forrajes) han demostrado un incremento en la grasa láctea (Zimmerman *et al.*, 1991).

El aporte de carbohidratos, los cuales provienen principalmente de cereales, provoca respuestas variadas en la producción y composición de leche. Este efecto está relacionado con la tasa de degradación ruminal y con el porcentaje de almidón sobrepasante que puede tener cada uno de ellos (Sutton, 1979).

Si la fracción degradable en rumen es fermentada muy rápidamente, se produce una baja fuerte del pH ruminal que inhibe la actividad de la flora celulolítica, reduciendo la fermentación de la fibra, lo cual determina una menor producción de acetato, disminuyendo el contenido de grasa en leche. Otro efecto de un bajo pH ruminal es la biohidrogenación incompleta de las grasas insaturadas, lo cual lleva a la absorción de ácidos grasos de cadena larga en configuración Trans a diferencia de los sintetizados en glándula mamaria que son Cis, por lo que tienen un efecto inhibitorio directo de la síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria (Sutton, 1980).

La calidad de la hierba tiene influencia sobre la producción lechera y sobre el contenido en materia grasa. Recientes experiencias han demostrado que estos dos valores varían de manera inversa, según la naturaleza del pasto. La leche es más rica en grasa cuando las vacas han consumido hierba a base de dátilo y alfalfa; un efecto contrario se observa con otros forrajes (“raygrass”, fetuca y trébol blanco) (Alais, 1984).

Las modificaciones logradas en el porcentaje de proteína láctea mediante cambios en la alimentación son muy inferiores a los obtenidos en la grasa y generalmente fluctúan entre 0,1 y 0,3 unidades porcentuales. Esto se debe a que el proceso de síntesis proteica está muy relacionado con el código genético e implica que si falta un aminoácido específico, el proceso se detiene. Los dos aminoácidos más limitantes son la lisina y la metionina, seguidos por la Treonina y los ramificados Valina e isoleucina (Manterola, 2007).

Debido a que el mayor aporte de aminoácidos proviene de la síntesis proteica microbiana en rumen, los esfuerzos deben orientarse a potenciar al máximo ese proceso, y apoyarlo con fuentes proteicas sobrepasantes sólo cuando los niveles de producción lo

ameriten o cuando la ración sea deficiente en ciertos aminoácidos esenciales. Esto aseguraría la llegada de la suficiente cantidad de aminoácidos a la glándula mamaria para una adecuada síntesis proteica (Manterola, 2007).

Por otra parte hay que tener en cuenta que el rumiante utiliza diversos aminoácidos para sintetizar glucosa, fundamental para la síntesis de lactosa. En la medida en que el rumiante tenga fuentes de glucosa ya sea a partir del propionato o de almidones sobrepasantes, no utilizará aminoácidos para este fin y los derivará a síntesis proteica (Manterola, 2007).

2.4 BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS (BPG)

Las buenas prácticas pecuarias (BPP) o ganaderas (BPG) corresponden a un conjunto de actividades que tienen lugar en las explotaciones de producción pecuaria; se basan en las buenas prácticas agrícolas (BPA) y buscan, así mismo, un adecuado manejo de los recursos, procurando en todas las fases del proceso productivo, la implementación de medidas que garanticen al consumidor de carne, leche, huevo, etc., un alimento con calidad sensorial, sanitaria, productiva, ambiental y social. En este sentido, las BPG buscan asegurar la inocuidad desde el rancho hasta la mesa del consumidor, mediante el adecuado manejo de los animales. Así, las BPG son un conjunto de prácticas que vuelven más competitiva la producción pecuaria y aseguran el sostenimiento de sus productos en el mercado mediante el manejo de cuatro pilares fundamentales en lo técnico, lo social, lo ambiental y lo administrativo, apuntando a la inocuidad y a la sostenibilidad de la explotación (Bermúdez, 2005).

Las BPG contribuyen sustancialmente a enfrentar con éxito las nuevas demandas de consumo y comercialización de productos pecuarios. Permiten dar seguimiento a la calidad e inocuidad del producto en la cadena alimentaria y vigilar que los productos no contengan residuos que afecten el medio ambiente, no arriesguen la salud de la población y de las personas que participan en su elaboración, y se cuide del bienestar de los animales (Vargas, 2002).

Los objetivos de las BPG son minimizar los riesgos de contaminación de la leche por agentes químicos, físicos y microbiológicos, así como minimizar el impacto ambiental que genera la producción de leche, maximizar el bienestar laboral de los trabajadores y maximizar las condiciones de bienestar de los bovinos que son explotados para la producción de leche (Correa, 2005).

Concretamente, las BPG las podríamos orientar a cubrir los siguientes aspectos (Vargas, 2002):

- a) Instalaciones (ubicación, seguridad biológica, características de la construcción y el predio, condiciones de higiene).
- b) Control de plagas (roedores, insectos).
- c) Sanitario (salud animal, uso de fármacos, situación sanitaria, almacenaje de vacunas)
- d) Alimentación y agua (elaboración/compra y suministro de alimentos, disponibilidad y uso del agua).
- e) Transporte animal (regulación general, aspectos de higiene, características de la carga, transporte y descarga, responsabilidades durante la operación).
- f) Registro e identificación animal (registro individual con historial veterinario y de manejo zootécnico).
- g) Bienestar animal (condiciones confortables en albergues, prevención y control de enfermedades)
- h) Condiciones laborales (capacitación del personal, seguridad e higiene del personal).
- i) Manejo medioambiental de residuos (manipulación de estiércol).

2.5 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Las Buenas prácticas de manufactura (BPM) entendidas como el “conjunto de prácticas generales orientadas hacia el objetivo común de prevenir y disminuir los peligros a que están expuestos los alimentos desde la obtención o producción de sus materias primas hasta su elaboración final”, son consideradas uno de los pilares para el HACCP (FAO y OMS, 2005). Las BPM fueron implementadas por primera vez en los Estados Unidos de América en 1969, recomendadas luego por el Codex Alimentarius y contempladas también en el Reglamento Técnico del MERCOSUR (Cravero *et al.*, 2007).

Las BPM comprenden acciones de limpieza e higiene de materia prima, producto, instalaciones, almacenamiento, equipo, proceso y personal con el objetivo de obtener alimentos inocuos a través de los siguientes grupos de lineamientos: higiene y limpieza personal, prácticas de trabajo, limpieza y desinfección, control del agua, manejo integrado de plagas, rastreabilidad de productos y materias primas, capacitación y diseño higiénico (ASQ, 2002).

La aplicación de BPM en el proceso de producción de alimentos, bebidas, aditivos y materias primas, reduce significativamente el riesgo de infecciones, infestaciones e intoxicaciones alimentarias, además minimiza la pérdida del producto, al protegerlo de contaminantes. Lo que contribuye a una imagen de calidad y evita al empresario sanciones económicas legales por parte de la autoridad sanitaria (SSA, 1994).

La correcta implementación de BPM requiere de la colaboración de todos los operarios o manipuladores de alimentos así como de los empresarios, industriales o expendedores de materias primas. La implementación del programa de BPM permite cumplir con requisitos internacionales, necesarios hoy en día para poder permanecer en el mercado y a la vez, brindar a los clientes lo que ellos esperan de una empresa seria y responsable: alimentos sanos, seguros y de excelente calidad (Cravero *et al.*, 2007).

2.6 TRAZABILIDAD

La trazabilidad o rastreabilidad es un concepto relativamente nuevo en el mundo de la seguridad alimentaria. Se puede definir como "La posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos" (ECR, 2004).

Según la Agencia de Normas Alimenticias del Reino Unido (2004), las “etapas de la producción, el proceso y la distribución” se refieren a cualquier elemento de la cadena de suministro (incluyendo importaciones) desde la producción primaria de alimento, hasta su venta al consumidor final”.

La rastreabilidad por sí misma no es una garantía de inocuidad, pero es claramente un requisito previo para que los proveedores de alimento se incorporen a mercados más exigentes (Viaene y Verbeke, 1998). Es una herramienta para alcanzar objetivos organizacionales específicos, tales como mejorar la inocuidad de los alimentos y la logística de la compañía (Verdenius y Beumer, 2003).

El principal beneficio en esta categoría es la habilidad de identificar lotes problema, su localización y origen (Sparling y Sterling, 2004). La capacidad de rastrear productos hacia atrás y hacia delante puede limitar significativamente la cantidad de producto que debe ser retirado en caso de que éste represente un peligro a la salud del consumidor (Henson *et al.*, 2005). Un sistema de trazabilidad efectivo ayuda a reducir el volumen de producto que debe ser aislado, además del tiempo requerido para retirarlo (Buhr, 2003).

Sodano y Verdeau (2004) reportan que los beneficios de la trazabilidad son la mejora de la inocuidad, mayor garantía para el consumidor, incremento de la eficiencia de la gerencia de la cadena y potenciales ventajas competitivas. Diferentes autores han encontrado que los productos que cuentan con un sistema de trazabilidad adquieren un mayor valor agregado (Hobbs, 2002; Dickinson y Bailey, 2002).

REFERENCIAS

- Acebo M. 2000. Mastitis: Afecta la producción y la calidad de la leche. Intervet Ecuador [Disponible en: www.intervet.com.ec/Binaries/63_74032.doc. Fecha de consulta 12 de Octubre de 2010].
- Alais, Ch. 1984. Ciencia de la leche, principios de técnica lechera. Décima reimpresión. Continental. México. pp. 350-354.
- Angulo A, Mahecha L, Olivera, M. 2009. Síntesis, composición y modificación de la Grasa de la leche bovina: Un nutriente valioso para la salud humana. Rev.MVZ Córdoba 14(3):1856-1866.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Edn.), Assoc. Agricult. Chemists Washington, D.C.
- ASQ Food, Drug and Cosmetic Division. 2002. HACCP: Manual del auditor de Calidad. Acribia. Zaragoza, España. 266 p.
- Bérard, L. y P. Marchenay. 1996. La construcción social de los productos de la tierra. *Agricultura y Sociedad*. 80: 31-56.
- Bermúdez, A. 2005. Buenas Prácticas y Producción Ecológica Certificada: herramientas para la competitividad y sostenibilidad. Acovez - Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas. [Disponible en: <http://www.acovez.org>. Fecha de Consulta 7 de Diciembre de 2009].
- Boor, K. J., Brown, D. P., Murphy, S. C., Kozlowski, S. M. y Bandler, D. K. 1998. Microbiological and Chemical quality of raw milk in New York State. *J. Dairy Sci.* 81: 1743-1748.
- Buhr, B. L. 2003. Traceability and Information Technology in the Meat Supply Chain: Implications for Firm Organization and Market Structure. *Journal of Food Distribution Research* 34:13-26.
- Cabrera EN 2005. Evaluación de la calidad higiénica, composicional y sanitaria de la leche cruda en Colombia conforme con el acuerdo de competitividad de la cadena láctea. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. 44-50 pp.
- Calvinho, L.F.; Canavesio, V.R.; Aguirre, N. Análisis de leche de tanque de frío. Chacra 843: 70. 2001
- Cardozo, M. C., Vasek, O. M. y Fusco, A. J. 2003. Composición físico-química de leche usada para la elaboración de Queso Artesanales de Corrientes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.

- Castañeda, E. y Guerrero, M. J. 1999. Caracterización de la leche fresca en el Departamento de Boyacá. Provincia de Sugamuxi. Química de alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Ciencias Químicas. 158 p.
- Castañeda, R. 2002. La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 20 (26): 48- 53
- Ceballos, P. 1994 Efectos de los micronutrientes en la mastitis y calidad de la leche en bovinos lecheros. En: Proceedings of the Panamerican Congress on Mastitis Control on Milk Quality. México. Pp. 340 - 434.
- Comerón E, Orosco D y Lauxemann 2001. ¿La calidad se paga? Revista de investigación INTA 145: 74.
- Comité México para la Cumbre Mundial de la Leche, 2008. Situación actual del sistema lechero. [Disponible en www.wds2008mexico.com. Fecha de consulta 21 de Agosto de 2009].
- Correa, H. 2005. Código de Buenas Prácticas de Producción de Leche para Colombia. Universidad Nacional De Colombia Sede Medellin. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal. 53 p.
- Coton, S. G. 1979. Workshop discussion: lactose crystallization and lactose hydrolysis. N.Z.J. Dairy Sci. Technol. 14:130.
- Cotrino V. Mastitis y calidad de la leche. 2001. In: Como producir leche de óptima calidad. Memorias-Curso. Consejo Nacional de calidad de la leche y Prevención de la mastitis. Sena. Asociación Nacional de Productores de leche. Bogotá D. C.
- Covacevich H. y Romero A. 1981. Manual de composición y propiedades de la leche. Equipo regional de desarrollo y capacitación en lechería de FAO para América Latina, Santiago de Chile.
- Cravero, A.P, Ramón, A. N., Bocanera, B., Giménez M.B. y C. G. Ruiz. 2007. Aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura y determinación de agentes contaminantes en hamburguesas expandidas en Salta (Argentina). *Revista de Salud Pública y Nutrición*. 8 (4): sin numeración.
- Couillerot, C. 2000. The Protected designations of origin. Institute of Rural Economy of ETH from Zurich. [Consultado 17 noviembre 2009. Disponible en <http://www.aocigp.com/Aopgb/haopgb.htm>].
- Dickinson, D.L. y Bailey, D. 2002. Meat Traceability: Are US Consumers Willing to Pay for it? *Journal of Agricultural Economics and Resource Economics* 27: 348-364.

- Early R. 2000. Tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia S. A. España. P. 3-4
- ECR Europe. 2004. Using Traceability in the Supply Chain to Meet Consumer Safety Expectations. ECR Europe. [Disponible en <http://www.ecr-institute.org/publications/best-practices/using-traceability-in-the-supply-chain-to-meet-consumer-safety-expectations/>. Fecha de Consulta 25 de enero de 2008].
- Elliot T. 1998. Microorganisms of importance in raw milk U.S.A. Proceedings of the panamerican congress on mastitis control on quality, Merida, México. P. 236 -239.
- Fadul L y Quecano M. 2005. Trabajo de grado: Evaluación de la flora microbiana del queso paipa durante diferentes períodos de maduración. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia.
- FAOSTAT, 2010. Estadísticas Ganadería Primaria. [Disponible en <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>. Fecha de consulta 20 de Marzo de 2011].
- FAO y OMS. 2005. Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organización Mundial de la Salud. San José, Costa Rica.
- Fernández S. J. 2005. Estructura y función de proteínas. Ampliación de Tecnología de los Alimentos.
- Ferraro, D. 2006. Concepto de calidad de leche. Su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor. Seminario Internacional de la calidad de la leche y prevención. Consejo nacional de la calidad de la leche y prevención de la mastitis CNLM. Colombia.
- Ferrandini E., Castillo M., López M.B., Laencina J. 2006. Structural models for the casein micelle. *Anales Veterinary*. (MURCIA) 22: 5-18.
- Figuroa, C., Meda, F. y H. Janacua. 2008. Manual de Buenas Prácticas de producción en la engorda de ganado de confinamiento. Segunda edición. SAGARPA-SENASICA-AMEG. México. 50 p.
- Food Standards Agency. 2004. Traceability in the Food Chain: A Preliminary Study. Food Standards Agency, London. [Disponible en <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/traceabilityinthefoodchain.pdf>. Fecha de Consulta 14 de Mayo de 2008].
- Frazier W.C., Westhoff D.C. 1993. Microbiología de Alimentos. Editorial Acribia S. A. España. 1993.
- Gasque R. 2005. Atlas de producción lechera Volumen II. Universidad Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [Disponible en:

- <http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/BvS1Lb/BvS1Pdf/gasque/Atlaspro.pdf>. Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2011].
- Gaviria L. y Calderón C. 1988. Manual de métodos fisicoquímicos para el control de la calidad y sus derivados. ICONTEC. Bogotá. Colombia.
- Guifarro O. 2005. Impactos en la salud humana por el consumo de leche y lácteos contaminados. [Disponible en: http://www.paselo.rds.hn/document/festival_de_la_leche/salud_humana_%20consumo_leche_lacteos_contaminados.ppt. Fecha de consulta 12 de Junio de 2011]
- Harmon, R. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 77(7):2103-2112.
- Hazard T., S. 1997. Variación de la composición de la leche. p.33- 44. Serie Carillanca N° 62. In: Curso taller Calidad de Leche e Interpretación de Resultados de Laboratorio. Temuco, 7 de Noviembre de 1997.
- Heeschen, W. 1990. Calidad de la leche cruda y productos lácteos en la Comunidad Económica Europea. *Boletín del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*. Buenos Aires. Argentina. 27:7-20.
- Henson, S., Sparling, D., Herath, D. y Dessureault, S. 2005. Traceability in the Canadian Dairy Processing Sector. Agriculture and Agri-Food Canada. 61 p.
- Hobbs, J.E. 2002. Consumer Demand for Traceability. Paper presented at the International Agricultural Trade Research Consortium Annual Meeting, December 2002.
- Jensen RG, Ferris AM, Lammi-Keefe CJ. 1991. Symposium: Milk fat composition, function and potential for change. The composition of milk fat. *J Dairy Sci.* 74:3228.
- Kolo-Christensen, S. 1981. Comptage des cellules somatiques et qualite du lait. *La Technique Laitiere.* 950:21-23.
- Lagrange, W. S. 1979. Opportunities to improve milk quality. *Food Protection.* 42 (7): 599-603.
- Leslie, K.E.,(1996): Somatic cell counts: Interpretation for individual cows. Ontario factsheet.
- Math, E. 1981. Assuring the quality of milk. *J. Dairy Sci.* 64: 1017-1022.
- Madrigal, E. y Álvarez, M. 1999. Calidad de la leche. Higiene en la explotación lechera. OEIDRUS. pp 4-6. [Disponible en: oeidrus.jalisco.gob.mx/docs/leche/calidad/ordeno.doc. Fecha de consulta 3 de Noviembre de 2009].

- Magariños, H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda: una guía para la pequeña y mediana empresa. Editado por Producción y Servicios Incorporados SA, Guatemala. 96p.
- Manterola, H. 2007. Manejo nutricional y composición de la leche. El desafío de incrementar los sólidos totales en la leche. Una necesidad de corto plazo. Circular de extensión pecuaria N° 33. Universidad de Chile.
- Martínez, J. y D. Cortés. 2001. Relación entre las prácticas de ordeño de los hatos lecheros del norte antioqueño con la calidad higiénica de la leche cruda. Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de grado Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá. 201 p.
- Martínez, H. y Lascano C. 1998. Producción de leche de vacas en pastoreo. Colombia. Octubre 1998.
- Moreno-Rojas, R. Amaro-López, M. y Zurera-cosano, G. 1993. Contenido mineral de leche pasteurizada en la Comunidad Autónoma Andaluza. *Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment.* 33(4) 435-444.
- Nava, V. M. 2005. ¿Qué es la calidad? Conceptos, gurús y modelos fundamentales. Limusa. México. 184 p.
- NMX-F-700-COFOCALEC-2004, Sistema producto leche – Alimentos – Lácteos – Leche cruda de vaca – Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba.
- NOM-092-SSA1-1194. Bienes y Servicios para la cuenta de bacterias aeróbicas en placa.
- NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios
- NORMA ISO 8402. Quality management and quality assurance, Vocabulary. [Disponible en www.iso.org/iso/iso.../catalogue_detail_ics.htm. Fecha de Consulta 20 de Marzo de 2010].
- OEIDRUS. 2008. Análisis técnico económico del proceso productivo de la leche en zonas específicas del estado de Jalisco, “rentabilidad de la leche 2008” [Disponible en www.oeidrus-jalisco.gob.mx/jalisco/docs/serv/lib/rentabilidad-2008.pdf. Fecha de consulta 4 de Abril de 2009].
- Philpot N, W. Nickerson S. 1992. Mastitis: El contra ataque. Ed. Surge Internacional. Ilionois.
- Pérez-Gavilán, J. y J.P Pérez-Gavilán. 1984. Bioquímica y microbiología de la leche. LIMUSA. México. 202p.
- Revelli, G. R. 2000. Firmes Criterios de Calidad. *Revista SanCor.* 641: 1017-1022.

- Revelli G.R., Sbodio O.A y E.J. Tercero. 2004a. Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Revista Argentina de Microbiología*. 36: 145-149
- Revelli, G.R., Sbodio, O. A. y Tercero, E.J. 2004b. Parámetros fisicoquímicos en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24:83-92
- Reinhardt TA, Lippolis JD. Bovine milk fat globule membrane. *J Dairy Res* 2006; 73(4):406-416.
- Reyes, B. 2008. Requerimientos de mejora en calidad de leche cruda en México. Dirección de Normalización del Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C. Jalisco, México.
- Rice N.D. y Bodman G.R. 1998. The somatic Cell Count and milk quality. University of Nebraska. [Disponible en: www.ianr.edu/pubs/1151.htm. Fecha de consulta 21 de Marzo de 2011].
- Riveros, H., E. Vandecandelaere y F. Tartanac. 2008. Calidad de los alimentos vinculada al origen y las tradiciones en América Latina: estudios de casos. FAO-IICA. Lima. pp. 4.
- Robinson RK 2002. Microbiología lactológica. Vol.I. Microbiología de la leche. Editorial Acribia S. A. España.
- Román, M. 2005. La Implantación de las Buenas Prácticas Ganaderas en establecimientos Productores de Leche. INTI-UE. Argentina. 62 p.
- Román, S., Guerrero, L. y Ferrer, S. 2000. Influencia de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso Gouda. *Rev. Científica FCV LUZ* 10(5):399-404.
- Román, S., Guerrero, L. y L. Pacheco. 2003. Evaluación de la calidad físicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. *Revista Científica, FCV-LUZ* 13(2):146-152.
- Ruegg 2006. Lactación y ordeño de la vaca lechera. Instituto Babcock para la investigación y el desarrollo de la lechería internacional. [Disponible en: <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/lactation.es.pdf>].
- SAGARPA. 2008. Situación de la producción de leche de bovino en México. [Disponible en www.sagarpa.gob.mx. Fecha de consulta 20 de Agosto de 2009].
- SAGARPA. 2010. Situación actual y perspectivas para la lechería en México. Primer Simposio Internacional de Lechería Tropical. Coatzacoalcos, Veracruz. Julio 2010.

- Santiago, E. 2004. Manual Técnico de control de calidad de la leche cruda. [Disponible en: http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/le_html/cap5_leche.htm. Fecha de Consulta 31 de Octubre de 2009].
- Saran A y Chaffer M. 2000. Mastitis y calidad de leche. Editorial Intermédica. Argentina.
- Santos, A. 2007. Leche y sus derivados. Trillas. 2da. Edición. Trillas. Pp 27-33.
- Secretaría de Salud. 1994. NOM-120-SSA1-1994, relativa a Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. México, D.F. [Disponible en: <http://www.economia-noms.gob.mx> Fecha de Consulta 22 de Noviembre de 2007].
- Schilmme, E. & W. Bucherim. 2002. La leche y sus componentes: propiedades físicas y químicas. ACRIBIA. Zaragoza, España. Pp: 1-5 y 33-40.
- SIAP. 2010. Producción Nacional de Leche de Bovino. [Disponible en w4.siap.gob.mx/sispro/portales/pecuarios/lechebovino/situacion/descripcion.pdf. Fecha de consulta 7 de Abril de 2011].
- Sislac. 2005. Sistema nacional de análisis de leche fresca. Cartilla divulgativa. CNLM- SENA. Febrero 2005.
- Smith, K., Todhunter, D. y Schoenberger, P. 1985. Environmental mastitis: cause, prevalence and prevention. *J. Dairy Sci.* 68:1531-1533.
- Sodano, V. y Verneau, F. 2004. Traceability and Food Safety: Public Choice and Private Initiatives. *Quality Assurance Risk management and Environmental Control in Agriculture and Food Supply Networks*. [Disponible en <http://www.emeraldinsight.com/Insight/manulDocumentRequest>. Fecha de Consulta 11 de Julio de 2008].
- Sparling, D. y Sterling, B. 2004. Food Traceability: Understanding Business Value. RCM Technologies [Disponible en <http://www.ontraceagrifood.com>].
- Sutton, J.D.; Broster, W.H.; Schuller, E.; Smith, T y D.J. Napper. 1977. Log-term effect of level of intake and diet composition on the performance of lactating Dairy cows. 3. Milk composition and rumen fermentation. *Proc Nutr Soc.* 36 (147A).
- Sutton, J.D. 1979. Carbohydrate fermentation in the rumen; variations on a theme. *Proceedings of the Nutrition Society* 38(3):275-281.
- Sutton, J.D. 1980. Digestion and end-products formation in the rumen from production rations. In *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Ed. by Y Ruckebush and P. Thivend. Westport, United States, AVI. p. 271-290.

- Tafur, M. 2006. La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. Consejo Nacional de Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis CNLM. I seminario internacional de la calidad de la leche y prevención de la mastitis. Bogota, Colombia.
- Taverna M, Calvino L, Páez R, Chávez M, Charlón V, Vanzini V, Abdala A, Castillo A, Cuatrin A, Gallardo M. 2002. Manual de referencia para el logro de la leche de calidad. INTA Rafaela Ed.
- Thurlby, J. A., and O. Sitnai. 1976. Lactose crystallization: investigation of some process alternatives. *Food Sci.* 41:43.
- Van den Berg, M.G. 1986. Quality assurance for raw milk in the Netherlands. *Milk Dairy J.* 40: 69-84.
- Vargas, M. 2002. Buenas Prácticas Ganaderas. FAO/RLC, Santiago, Chile. [Disponible en www.rlc.fao.org/es/ganaderia/pdf/BPG.pdf. Fecha de Consulta 7 de Diciembre de 2009].
- Vargas, T. 2006. Calidad del la leche. [Disponible en: <http://64.233.187.104/search?q=cache:bW7YsXYsYEJ:www.avpa.ula.ve/docuPD>. Fecha de Consulta 31 de Octubre de 2009].
- Varnam, H. & P. Sultherland. 1994. Leche y productos lácteos. ACRIBIA. Zaragoza, España. Pp: 1, 8 y 9.
- Veisseyre, R. 1980. Lactología Técnica. Acribia. Zaragoza. pp. 1-74.
- Veisseyre, R. 1988. Lactología Técnica. Acribia. Zaragoza. pp. 64-114.
- Verdenius, F. y Beumer, H. 2003. Traceability: Requirements and Standards, *VMT* 12: 19-22.
- Viaene J. y Verbeke, W. 1998. Traceability as a Key Instrument towards Supply Chain and Quality Management in the Belgian Poultry Meat Chain. *Supply Chain Management* 3:139-141.
- Wattiaux M. 2002. Mastitis: La Enfermedad Y Su Transmisión. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison.
- Zadow, J. G. 1984. Lactose: properties and uses. *J Dairy Sci* 67:2654-2679.
- Zimmerman, C. A., A. H. Rakes, R. D. Jaquette, B. A. Hopkins y J. Croom Jr. 1991. Effects of Protein Level and Forage Source on Milk Production and Composition in Early Lactation Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 74: 980-990.

CAPÍTULO 3

**Evaluación de la calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche cruda
destinada a la elaboración de Queso Crema de Chiapas[‡]**

Godínez González Carla Samanta^{1*}, José Guadalupe García Muñoz^{2}, Armando
Santos Moreno¹, Gabriel Leyva Ruelas¹**

[‡] Para ser sometido a la revista VETERINARIA MÉXICO

¹ Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo estado de México. C.P. 56230

² Posgrado en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo estado de México. C.P. 56230

* Parte de la tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria de la primera autora

** Autor a quien se le debe enviar correspondencia. E-mail: jgarciamppa@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la calidad fisicoquímica y sanitaria de leche cruda de vaca, utilizada en la elaboración de Queso Crema de Chiapas. Se seleccionaron cuatro queserías en Pijjiapan, una en Villaflores y una en Villacorzo. De cada quesería se eligieron tres ranchos proveedores de leche para realizar el análisis de la calidad de la misma, durante la estación de lluvias y de secas. A las muestras de leche se les determinó lactosa, proteína total, caseína, grasa butírica, densidad, sólidos no grasos, punto crioscópico, ácidos grasos libres, ácido cítrico, cuenta total de bacterias mesófilas aerobias, conteo de células somáticas y acidez titulable. Los resultados de calidad de leche se compararon con la NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Se realizaron análisis de varianza para modelos mixtos y un análisis por conglomerados con la información de calidad de la leche. Durante la época de lluvias la calidad fisicoquímica de la leche suministrada por los ranchos a las queserías superó los estándares para todos los atributos establecidos en la norma. En la época de secas los resultados fueron más variables y en general la leche fue de menor calidad. En ambas estaciones de producción la calidad sanitaria fue deficiente y se caracterizó por cuentas elevadas de mesófilos aerobios (más de $6 \log_{10}$ UFC/mL). La información de calidad de leche se agrupó en dos conglomerados que correspondieron en gran medida a las dos estaciones de producción, lo que indica que la zona de producción no tiene efecto sobre la calidad de la leche.

Palabras clave: Leche cruda, calidad de leche, caracterización estacional.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the physico-chemical and sanitary quality of raw milk used in making Queso Crema de Chiapas. Four cheese manufacturing plants in Pijijiapan, one in Villaflores and one in Villacorzo were selected. From each cheese factory, three farms were chosen and the milk they supplied was analyzed during both the rainy season and dry season. Milk samples were analyzed for lactose, total protein, casein, milkfat, density, non-fat solids, freezing point, free fatty acids, citric acid, total mesophilic bacteria count, somatic cell count and titratable acidity. Results from milk quality data were compared with national standards established by the Mexican norm NMX-F-700-COFOCALEC-2004 for raw milk. Variance analysis for mixed models and cluster analysis were performed on the data. During the rainy season, the physicochemical milk quality provided by the farms to the cheese factories was superior for all attributes established by the Mexican norm. In contrast, during the dry season the results were more variable, and in general, the milk supplied was of lower quality. In both seasons, sanitary milk quality was deficient, characterized by high mesophilic bacteria count (over $6 \log_{10}$ UFC/mL). The milk quality data was summarized in two clusters, which corresponded to the two production seasons; indicating that milk quality was not influenced by the production region.

Key words: Raw milk, milk quality, seasonal characterization.

INTRODUCCIÓN

El queso tradicional es el resultado de la elaboración esmerada basada en ricos legados culturales, la utilización de leche de excelente calidad y un control exhaustivo en los procesos de fabricación (Román *et al.*, 2000).

El Queso Crema de Chiapas es un queso artesanal reconocido en todo el Estado de Chiapas y con esta investigación se pretende aportar elementos de tipicidad. Según Castañeda (2002) para caracterizar un queso, en lo que “atañe a su tipicidad, es necesario obtener el máximo de informaciones objetivas y cuantificables en cuanto a la naturaleza de la leche, en relación con la raza, las prácticas de producción, las condiciones de la colecta y la composición”. Lo anterior indica que la caracterización de la calidad de la leche empleada en la elaboración del Queso Crema de Chiapas, es un requisito fundamental para demostrar su tipicidad.

Los países lecheros desarrollados han caracterizado la calidad de la leche que éstos producen no solamente a nivel de hato sino también de industrias, lo cual les ha permitido revolucionar de manera sistemática e implantar estrategias de mejoramiento continuo (Van den Berg, 1986; Moreno-Rojas *et al.*, 1993; Boor *et al.*, 1998).

La calidad de la leche según Alais (1984) puede considerarse desde dos aspectos esenciales el composicional y el sanitario. La calidad composicional hace referencia a la materia grasa y sólidos no grasos de la leche; la calidad higiénica contempla los microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos saprófitos, células somáticas, materias extrañas y condiciones organolépticas (Cabrera, 2005).

La composición de la leche determina su calidad nutritiva, su valor como materia prima y muchas de sus propiedades las cuales pueden variar de acuerdo con la raza, individuo, individuo, número de partos, estado de lactación, alimentación, número de ordeños, entre otros (Veisseyre, 1980).

La calidad sanitaria está referida al recuento de células somáticas (Kolo-Christensen, 1981). Heeschen (1990) señala que el recuento de células somáticas cumple una doble función: como indicador de las condiciones sanitarias del rebaño y de la calidad tecnológica de la leche destinada a procesos. Estudios experimentales muestran que la presencia de un alto número de células somáticas en la leche se asocia con la alteración en sus características químicas, fisiológicas y de manufactura; así como de los productos elaborados (Smith *et al.*, 1995).

Gasque (2005) clasifica la calidad higiénica de la leche en dos aspectos fundamentales: el primero, por la presencia mínima de microorganismos y el segundo, por la ausencia de sustancias extrañas que puedan dañar sus componentes o poner en peligro al consumidor.

La calidad integral de la leche adquiere una gran importancia desde el punto de vista industrial y obviamente se necesita la participación de todos los sectores involucrados en la producción primaria, conservación, transporte, almacenamiento y transformación (Revelli *et al.*, 2004).

El propósito del trabajo fue evaluar la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda destinada a la elaboración de Queso Crema de Chiapas, determinando posible efecto estacional y de la región de producción; así como detectar diferencias y similitudes entre la calidad de la leche empleada en las queserías.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN

El trabajo se llevó a cabo en Sistemas de Producción de Bovinos Lecheros pertenecientes a dos zonas del Estado de Chiapas: Zona Centro, conformada por los municipios de Villaflores (16° 14' N, 93° 16' O) y Villacorzo (16° 11' N, 93° 16' O) y por la Zona Costa, municipio de Pijijiapan (15° 41' N, 93° 12' O). Se tomaron muestras durante dos épocas de producción: lluvias y secas.

MUESTREO

Se realizó una estratificación de las queserías respecto a su antigüedad, volumen de leche dedicado a la producción de Queso Crema Chiapas y que además pertenecieran a la Asociación de Productores de Queso Chiapas. Con base en lo anterior, se seleccionaron seis queserías, cuatro en la región costa y dos en la región centro del Estado de Chiapas, de las cuales se eligieron tres proveedores de leche, dando un total de 18 ranchos. Se cuantificaron las variables que se mencionan en el Cuadro 8. Las mediciones se realizaron por triplicado en días diferentes.

Cuadro 8. Variables fisicoquímicas y sanitarias y métodos de prueba para evaluar la calidad de la leche cruda

Parámetro	Método de Prueba
Grasa Butírica, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Sólidos no grasos, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Punto Crioscópico, °C	Milkoscan®-FT120-FOSS
Densidad, g mL ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Acidez (como ácido láctico), g L ⁻¹	Titulación con NaOH 0.1N (AOAC, 1990).
Proteína, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Caseína, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Lactosa, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Ácido cítrico, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Ácidos grasos libres, g L ⁻¹	Milkoscan®-FT120-FOSS
Cuenta total de Bacterias Mesófilas Aerobias, log 10 UFC mL ⁻¹	NOM-092-SSA1-1994 (Con modificación en Placa Petrifilm®)
Conteo de Células Somáticas, CCS mL ⁻¹	Método Rápido PortaSCC®

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron análisis de varianza univariados con modelos mixtos considerando todas las variables fisicoquímicas y sanitarias. Se ajustó un modelo mixto considerando los efectos de región de producción, quesería anidada en región de producción, rancho anidado en quesería y región de producción, estación del año y las interacciones significativas de primer orden. El modelo estadístico ajustado a la información experimental fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + \text{Región}_i + \text{Quesería(Región)}_{ij} + \text{Rancho(Región Quesería)}_{ijk} + \text{Estación}_l + e_{ijklm}$$

Dónde:

Y_{ijklm} es cada uno de los registros de calidad de la leche para cada atributo, obtenidos en la estación l , el rancho k , la quesería j y la región i ,

μ es la media general,

Región_i es el efecto fijo de la i -ésima región de producción ($i = \text{centro, costa}$),

$\text{Quesería(Región)}_{ij}$ es el efecto fijo de la j -ésima quesería ($j = 1, \dots, 6$) anidada en la i -ésima región,

$\text{Rancho(Región Quesería)}_{ijk}$ es el efecto aleatorio del k -ésimo rancho ($k = 1, \dots, 18$) que suministró muestras de leche $\sim \text{NIID}(0, \sigma_r^2)$,

Estación_l es el efecto fijo de la l -ésima estación de producción de leche ($l = \text{lluvias, secas}$),

e_{ijklm} es el error aleatorio $\sim \text{NIID}(0, \sigma_e^2)$.

Adicionalmente, a la información se le aplicó un análisis multivariado de conglomerados para detectar diferencias y similitudes en la calidad de la leche de los ranchos muestreados. Los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el software SAS 9.1 (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EFFECTO DE LA ESTACIÓN, REGIÓN, INTERACCIÓN ESTACIÓN POR REGIÓN Y QUESERÍA SOBRE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LA LECHE

Para los atributos de calidad fisicoquímica, el ANOVA ($P \leq 0.05$) detectó diferencias sólo en el efecto de la estación de producción para grasa, sólidos no grasos, lactosa y densidad. Se encontraron diferencias de los efectos de la estación de producción y región para proteína y caseína. Para contenido de ácido cítrico, el ANOVA mostró diferencias en los efectos de la estación de producción y la interacción estación por región. Respecto al punto crioscópico, se identificaron diferencias para los efectos de la estación, de la interacción región por época y de la quesería. Para la cantidad de ácidos grasos libres no se hallaron diferencias en ninguno de los efectos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Niveles de significancia (probabilidad) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región, la interacción región por estación de producción y la interacción quesería anidada en región por estación de producción, en nueve atributos de calidad fisicoquímica de leche cruda.

Efecto	Atributo								
	Grasa (g L ⁻¹)	SNG (g L ⁻¹)	Lactosa (g L ⁻¹)	Proteína (g L ⁻¹)	Caseína (g L ⁻¹)	Ácido Cítrico (%)	Ácidos grasos libres (%)	Densidad (g mL ⁻¹)	Punto crioscópico (°C)
Estación (E)	<.0001	<.0001	0.0321	<.0001	<.0001	<.0001	0.0719	<.0001	<.0001
Región (R)	0.2132	0.0714	0.2739	0.0203	0.0241	0.1475	0.8604	0.3875	0.9606
E x R	0.7075	0.0737	0.1255	0.7587	0.2592	0.0006	0.4118	0.6407	0.0492
Quesería(R)	0.7804	0.6969	0.6311	0.6343	0.4301	0.1710	0.9053	0.8243	0.0415
Quesería(R) x E	<.0001	0.0355	0.002	0.0018	0.0347	0.0047	0.5617	0.0049	0.0061

El contenido grasa, sólidos no grasos, lactosa, proteína, caseína, así como la densidad y el punto crioscópico son mayores para la estación de lluvias respecto a la estación de secas. Las muestras provenientes de la zona centro contenían menos caseína y proteína que las de la zona costa (Cuadro 10).

En la interacción época por región se observó que las muestras provenientes de la zona centro durante la época de lluvias presentaron el mayor contenido de ácido cítrico, mientras que las de la zona centro durante la época de secas presentaban la menor

proporción de dicho componente. Las muestras de la zona costa durante la época de lluvias tenían un mayor punto crioscópico, debido al mayor contenido de sólidos no grasos; el menor punto crioscópico se encontró en las muestras de la zona costa en la época de secas (Cuadro 10).

Como se mencionó anteriormente, para punto crioscópico se encontraron diferencias en el efecto de la quesería, siendo la quesería 6 ubicada en la zona costa la que presentó el mayor valor de este atributo, mientras que la quesería 4 en la zona costa obtuvo el menor valor (Cuadro 10).

Cuadro 10. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región y la interacción región por estación de producción, en nueve atributos de calidad fisicoquímica de leche cruda.

Efecto	Atributo								
	Grasa (g L ⁻¹)	SNG (g L ⁻¹)	Lactosa (g L ⁻¹)	Proteína (g L ⁻¹)	Caseína (g L ⁻¹)	Ácido Cítrico (%)	Ácidos grasos libres (%)	Densidad (g mL ⁻¹)	Punto crioscópico (°C)
Estación(E)									
Lluvias	43.9±0.10 ^a	92.2±0.06 ^a	4.76±0.03 ^a	34.8±0.05 ^a	28.1±0.04 ^a	0.131±0.002 ^a	0.580±0.046 ^a	1.032±0.0048 ^a	0.599±0.002 ^a
Secas	24.7±0.10 ^b	84.6±0.06 ^b	46.8±0.03 ^b	31.7±0.05 ^b	24.9±0.04 ^b	0.112±0.002 ^b	0.661±0.046 ^a	1.029±0.0005 ^b	0.532±0.002 ^b
Región(R)									
Centro	33.2±0.13 ^a	87.2±0.10 ^a	46.8±0.04 ^a	32.2±0.07 ^a	25.6±0.05 ^a	0.124±0.002 ^a	0.627±0.065 ^a	1.030±0.0007 ^a	0.565±0.002 ^a
Costa	35.4±0.13 ^a	89.6±0.07 ^a	47.5±0.03 ^a	34.4±0.04 ^b	27.4±0.04 ^b	0.120±0.001 ^a	0.613±0.046 ^a	1.031±0.0005 ^a	0.565±0.002 ^a
E x R									
Centro- Lluvias	42.6±0.16 ^a	91.6±0.10 ^a	47.6±0.06 ^a	33.8±0.08 ^a	27.4±0.06 ^a	0.130±0.003 ^a	0.605±0.075 ^a	1.032±0.0008 ^a	0.595±0.004 ^a
Costa- Lluvias	45.2±0.11 ^a	92.9±0.08 ^a	47.6±0.04 ^a	35.9±0.06 ^a	23.8±0.04 ^a	0.124±0.002 ^b	0.553±0.053 ^a	1.033±0.0005 ^a	0.602±0.002 ^b
Centro- Secas	23.8±0.16 ^a	82.9±0.11 ^a	46.0±0.06 ^a	30.6±0.08 ^a	26.8±0.06 ^a	0.110±0.003 ^c	0.650±0.075 ^a	1.028±0.0008 ^a	0.535±0.004 ^c
Costa- Secas	25.5±0.11 ^a	86.3±0.08 ^a	47.4±0.04 ^a	32.9±0.06 ^a	26.0±0.04 ^a	0.115±0.002 ^d	0.673±0.053 ^a	1.029±0.0005 ^a	0.528±0.002 ^d
Quesería(R)									
Quesería 1 (Centro)	33.4±0.19 ^a	86.9±0.13 ^a	46.4±0.07 ^a	31.8±0.09 ^a	25.0±0.08 ^a	0.121±0.003 ^a	0.655±0.092 ^a	1.030±0.0001 ^a	0.561±0.004 ^a
Quesería 2 (Centro)	32.9±0.19 ^a	87.6±0.13 ^a	47.3±0.07 ^a	32.5±0.09 ^a	26.2±0.08 ^a	0.127±0.003 ^a	0.600±0.092 ^a	1.030±0.0001 ^a	0.57±0.004 ^b
Quesería 3 (Costa)	37.3±0.19 ^a	88.3±0.13 ^a	47.3±0.07 ^a	33.3±0.09 ^a	26.5±0.08 ^a	0.117±0.003 ^a	0.662±0.092 ^a	1.031±0.0001 ^a	0.57±0.004 ^b
Quesería 4 (Costa)	33.9±0.19 ^a	88.9±0.13 ^a	47.3±0.07 ^a	34.1±0.09 ^a	26.9±0.08 ^a	0.114±0.003 ^a	0.580±0.092 ^a	1.031±0.0001 ^a	0.553±0.004 ^c
Quesería 5 (Costa)	33.3±0.19 ^a	90.6±0.13 ^a	48.3±0.07 ^a	34.4±0.09 ^a	28.0±0.08 ^a	0.125±0.003 ^a	0.552±0.092 ^a	1.032±0.0001 ^a	0.565±0.004 ^d
Quesería 6 (Costa)	34.9±0.19 ^a	90.4±0.13 ^a	47.3±0.07 ^a	35.1±0.09 ^a	28.1±0.08 ^a	0.121±0.003 ^a	0.640±0.092 ^a	1.031±0.0001 ^a	0.572±0.004 ^b

Valores con diferente literal dentro de columna y efecto, son diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

Respecto a los atributos de calidad sanitaria, el ANOVA ($P < 0.05$) mostró diferencias para el efecto de la interacción época por región y de la quesería sobre la cuenta de bacterias aerobias mesófilas. Se encontraron diferencias en el efecto de la estación, la interacción época por región y de la quesería sobre la cuenta de células somáticas. En lo que se refiere a la acidez, se detectaron diferencias para los efectos de la estación y quesería (Cuadro 11).

Cuadro 11. Niveles de significancia (probabilidad) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región, la interacción región por estación de producción y la interacción quesería anidada en región por estación de producción, en tres atributos de calidad sanitaria de leche cruda.

Efecto	Atributo		
	Bacterias Mesófilas	Células Somáticas (10^3 cel mL^{-1})	Acidez (como ácido láctico g L^{-1})
	Aerobias (Log_{10} UFC mL^{-1})		
Estación (E)	0.4314	0.0005	0.0434
Región (R)	0.0801	0.6885	0.0961
E x R	<.0001	0.0010	0.1056
Quesería(R)	0.0109	0.0428	0.0450
Quesería(R) x E	0.0805	0.0002	<.0001

La leche proveniente de la región centro durante la época de lluvias es la que presentó las cuentas más elevadas de bacterias mesófilas aerobias, la menor carga microbiana se encontró en las muestras de la región costa durante la época de lluvias. En el análisis entre queserías se puede observar que el recuento más alto lo obtuvo la quesería 1 ubicada en la región centro y el más bajo, la quesería 5 localizada en la costa (Cuadro 12).

La leche proveniente de la época de secas presentó un mayor número de células somáticas en comparación con la de época de lluvias. En el análisis de la interacción región por época se puede observar que las muestras de la zona costa durante la época de secas presentaron las cuentas más altas de células somáticas, mientras que las de la costa en la época de lluvias, las más bajas. Para la exploración entre queserías, la número 4, en la costa, presentó las cuentas más altas y la quesería 2, en el centro, las más bajas (Cuadro 12).

Las muestras recolectadas en la estación de secas fueron más ácidas que las de lluvias. La leche más ácida provenía de la quesería 5 localizada en la costa y la que presentaba la menor acidez fue la de la quesería 4 ubicada en la zona costa (Cuadro 12).

Cuadro 12. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos de estación de producción, región, quesería anidada en región y la interacción región por estación de producción, en tres atributos de calidad sanitaria de leche cruda

Efecto	Atributo		
	Bacterias Mesófilas Aerobias (Log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	Células Somáticas (10 ³ cel mL ⁻¹)	Acidez (como ácido láctico g L ⁻¹)
Estación(E)			
Lluvias	6.98±0.15 ^a	628.4±47.3 ^a	15.48±0.16 ^a
Secas	6.86±0.15 ^a	833.3±47.3 ^b	15.89±0.16 ^b
Región(R)			
Centro	7.16±0.21 ^a	715.3±62.11 ^a	15.47±0.19 ^a
Costa	6.67±0.15 ^a	746.5±43.92 ^a	15.89±0.13 ^a
E x R			
Centro-Lluvias	7.58±0.24 ^a	708.3±67.24 ^a	15.11±0.27 ^a
Costa-Lluvias	6.38±0.17 ^b	548.6±54.61 ^b	15.87±0.19 ^a
Centro-Secas	6.75±0.24 ^c	722.2±77.24 ^c	15.83±0.27 ^a
Costa-Secas	6.97±0.17 ^d	944.4±54.61 ^d	15.94±0.19 ^a
Quesería(R)			
Quesería 1(Centro)	7.85±0.29 ^a	861.1±87.88 ^a	15.66±0.27 ^a
Quesería 2(Centro)	6.98±0.29 ^b	569.4±87.84 ^b	15.27±0.27 ^b
Quesería 3(Costa)	6.96±0.29 ^b	625.0±87.84 ^c	15.83±0.27 ^c
Quesería 4(Costa)	7.31±0.29 ^c	958.3±87.84 ^d	15.19±0.27 ^d
Quesería 5(Costa)	6.17±0.29 ^d	694.4±87.84 ^e	16.39±0.27 ^e
Quesería 6(Costa)	6.25±0.29 ^e	708.3±87.84 ^f	16.16±0.27 ^f

Valores con diferente literal dentro de columna y efecto, son diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

EFECTO DE LA INTERACCIÓN QUESERÍA POR ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE

El resultado del ANOVA indica que el efecto de la interacción quesería por estación fue significativo ($P \leq 0.05$) para los atributos de calidad fisicoquímica, excepto para el contenido de ácidos grasos (Cuadro 9).

El análisis de esta interacción permitió que la calidad de la leche de cada quesería fuera clasificada de acuerdo a la norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004. En el Cuadro 13 se presentan las medias para las variables fisicoquímicas evaluadas en cada quesería.

Cuadro 13. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos la interacción quesería anidada en región por estación de producción, en nueve atributos de calidad fisicoquímica de leche cruda

Efecto	Atributo								
	Grasa (g/L)	SNG (g/L)	Lactosa (g/L)	Proteína (g/L)	Caseína (g/L)	Ácido Cítrico (%)	Ácidos grasos libres (%)	Densidad (g/L)	Punto crioscópico (°C)
Interacción Quesería(R) x Estación de producción									
Quesería 1(Centro)-Lluvias	43.95 \pm 0.22 ^a	92.64 \pm 1.52 ^a	47.92 \pm 0.82 ^a	33.53 \pm 1.08 ^a	27.14 \pm 0.9 ^a	0.140 \pm 0.004 ^a	0.620 \pm 0.106 ^a	1.033 \pm 0.001 ^a	0.602 \pm 0.005 ^a
Quesería 2(Centro)-Lluvias	48.06 \pm 0.22 ^b	90.63 \pm 1.52 ^b	47.32 \pm 0.82 ^b	34.13 \pm 1.08 ^b	27.81 \pm 0.9 ^b	0.137 \pm 0.004 ^b	0.589 \pm 0.106 ^a	1.031 \pm 0.001 ^b	0.587 \pm 0.005 ^b
Quesería 3(Costa)-Lluvias	52.11 \pm 0.22 ^c	92.5 \pm 1.52 ^c	47.15 \pm 0.82 ^c	35.74 \pm 1.08 ^c	28.66 \pm 0.9 ^c	0.124 \pm 0.004 ^c	0.647 \pm 0.106 ^a	1.032 \pm 0.001 ^c	0.595 \pm 0.005 ^c
Quesería 4(Costa)-Lluvias	41.62 \pm 0.22 ^d	91.76 \pm 1.52 ^d	48.52 \pm 0.82 ^d	33.97 \pm 1.08 ^d	27.55 \pm 0.9 ^d	0.125 \pm 0.004 ^c	0.466 \pm 0.106 ^a	1.032 \pm 0.001 ^c	0.598 \pm 0.005 ^c
Quesería 5(Costa)-Lluvias	44.55 \pm 0.22 ^e	93.36 \pm 1.52 ^e	47.45 \pm 0.82 ^e	37.67 \pm 1.08 ^e	30.1 \pm 0.9 ^e	0.129 \pm 0.004 ^d	0.524 \pm 0.106 ^a	1.033 \pm 0.001 ^b	0.604 \pm 0.005 ^a
Quesería 6(Costa)-Lluvias	42.46 \pm 0.22 ^f	93.84 \pm 1.52 ^f	47.56 \pm 0.82 ^f	36.03 \pm 1.08 ^f	29.02 \pm 0.9 ^f	0.118 \pm 0.004 ^e	0.574 \pm 0.106 ^a	1.033 \pm 0.001 ^b	0.609 \pm 0.005 ^d
Quesería 1(Centro)-Secas	26.48 \pm 0.22 ^g	81.11 \pm 1.52 ^g	45.00 \pm 0.82 ^g	30.18 \pm 1.08 ^g	23.00 \pm 0.9 ^g	0.103 \pm 0.004 ^f	0.697 \pm 0.106 ^a	1.027 \pm 0.001 ^d	0.516 \pm 0.005 ^e
Quesería 2(Centro)-Secas	29.85 \pm 0.22 ^h	84.25 \pm 1.52 ^h	47.05 \pm 0.82 ^h	30.94 \pm 1.08 ^h	24.53 \pm 0.9 ^h	0.113 \pm 0.004 ^g	0.660 \pm 0.106 ^a	1.029 \pm 0.001 ^e	0.535 \pm 0.005 ^f
Quesería 3(Costa)-Secas	22.17 \pm 0.22 ⁱ	83.96 \pm 1.52 ⁱ	47.50 \pm 0.82 ^f	30.76 \pm 1.08 ⁱ	24.28 \pm 0.9 ⁱ	0.110 \pm 0.004 ^h	0.609 \pm 0.106 ^a	1.030 \pm 0.001 ^f	0.542 \pm 0.005 ^g
Quesería 4(Costa)-Secas	29.56 \pm 0.22 ^j	85.80 \pm 1.52 ^j	45.95 \pm 0.82 ^j	33.97 \pm 1.08 ^j	26.16 \pm 0.9 ^j	0.104 \pm 0.004 ^f	0.839 \pm 0.106 ^a	1.029 \pm 0.001 ^e	0.511 \pm 0.005 ^h
Quesería 5(Costa)-Secas	28.80 \pm 0.22 ^k	90.16 \pm 1.52 ^k	50.48 \pm 0.82 ^j	33.31 \pm 1.08 ^k	27.15 \pm 0.9 ^k	0.126 \pm 0.004 ^c	0.638 \pm 0.106 ^a	1.031 \pm 0.001 ^b	0.522 \pm 0.005 ⁱ
Quesería 6(Costa)-Secas	31.25 \pm 0.22 ^l	84.51 \pm 1.52 ^l	45.36 \pm 0.82 ^k	33.51 \pm 1.08 ^a	26.38 \pm 0.9 ^l	0.121 \pm 0.004 ⁱ	0.681 \pm 0.106 ^a	1.025 \pm 0.001 ^g	0.534 \pm 0.005 ^f

Valores con diferente literal en cada columna son diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

Según esta norma la leche que contenga más de 32 g de grasa butírica/L será de clase A; en la Figura 12 se puede observar que todas las muestras analizadas en la estación de lluvias se encuentran muy por encima de este valor. Sin embargo en la estación seca, el contenido de grasa butírica en las muestras era mucho menor al mínimo requerido (30g/L) por la norma antes mencionada, sólo la quesería 6 cumplía la especificación para la Clase B.

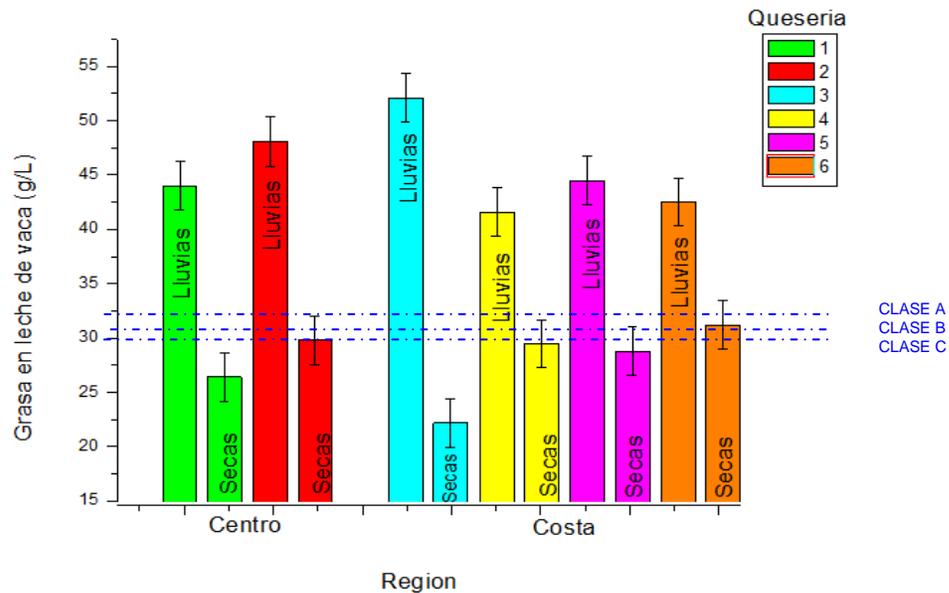


Figura 12. Clasificación por contenido de grasa (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

Respecto a la proteína, toda la leche de la estación de lluvias se encuentra en la clase A, pues la cantidad de este nutriente es superior a 31 g/L. Durante la estación de secas la leche de las queserías 4, 5 y 6 pertenecía a la Clase A debido a que el contenido de proteína total es mayor a 31g/L; por otro lado, la leche de las queserías 1, 2 y 3 fue categorizada en la Clase B por poseer entre 30-30.9g/L de proteína (Figura 13).

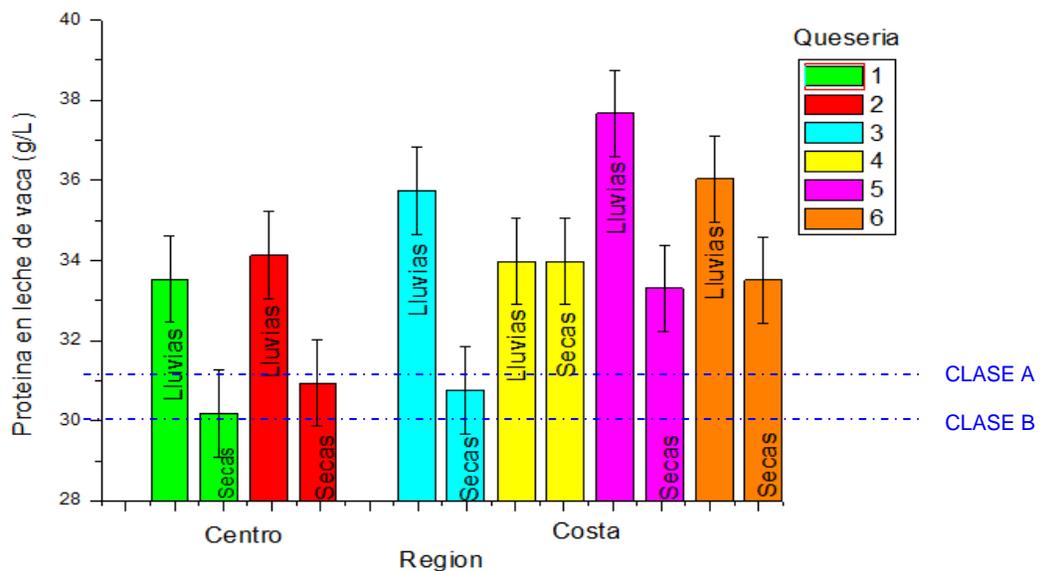


Figura 13. Clasificación por contenido de proteína (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

Para que una muestra de leche se encuentre dentro de especificación para sólidos no grasos debe contener más de 83g/L. En la estación de lluvias se encontró que todas las muestras cumplían con las especificaciones de la NMX. Durante la época de secas, todos los ranchos cumplieron lo dictaminado por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, excepto los que abastecen a la quesería 1(Figura 14).

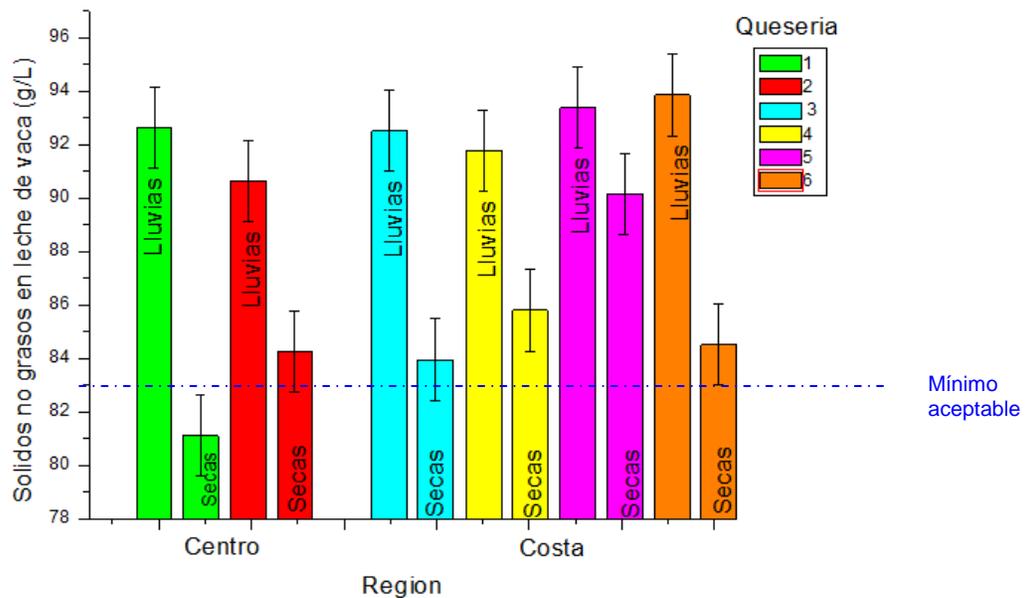


Figura 14. Clasificación por contenido de sólidos no grasos (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (Lluvias y secas).

Todas las muestras recolectadas en la estación de lluvias cumplieron dentro del rango especificado por la norma antes mencionada para el parámetro densidad. Aunque se encontró que la leche de los ranchos que abastecen a las queserías 1, 2 y 6 no cumplió con lo mínimo establecido para esta variable durante la época de secas (Figura 15).

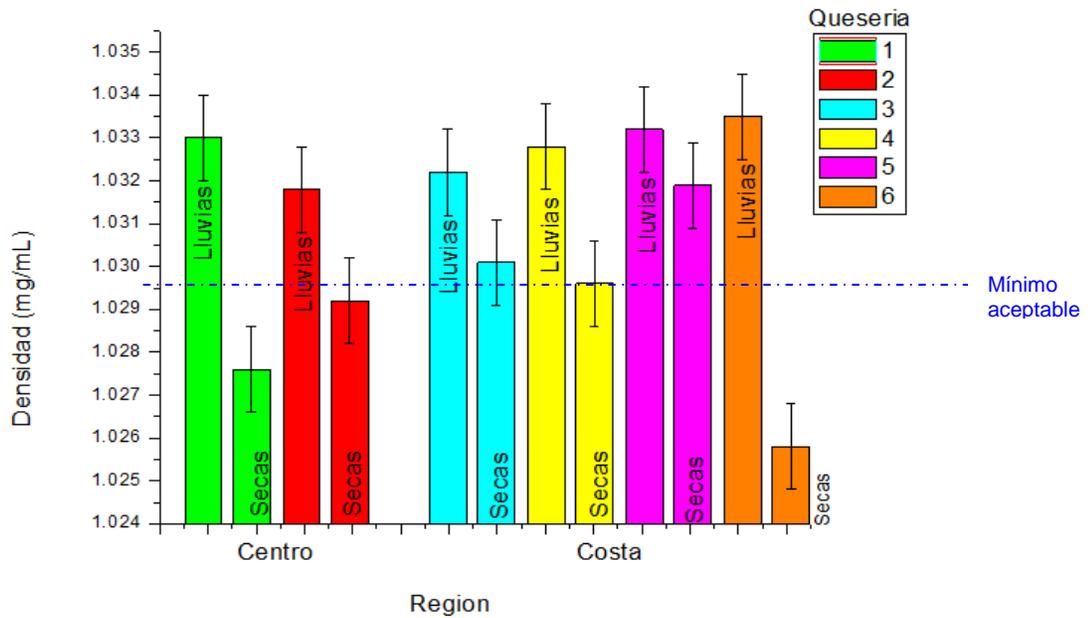


Figura 15. Clasificación por valor de densidad (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

En lo que respecta al punto crioscópico, durante la estación de lluvias todas las muestras se encontraban fuera del máximo permisible, siendo mayor del indicado, aunque lo anterior se debe a la elevada proporción de sólidos no grasos. Para la estación de secas, el valor obtenido en la quesería 3 es mayor al máximo permitido por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004; mientras que el de la quesería 4 es menor al del mínimo aceptable (Figura 16).

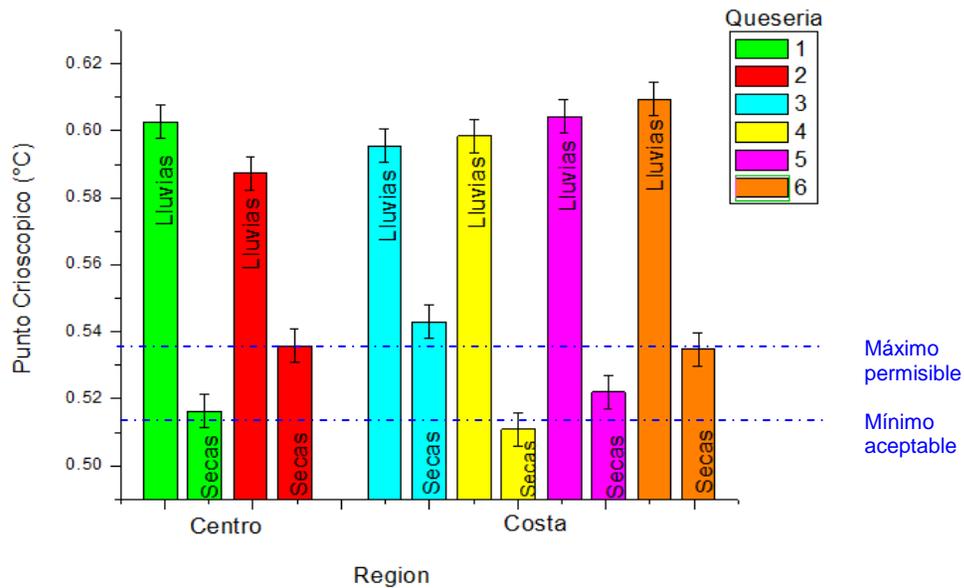


Figura 16. Clasificación por valor de punto crioscópico (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

Para lactosa, se encontró que todas las muestras cumplían con las especificaciones de la NMX en la estación de lluvias y en la de secas. Excepto la leche de la quesería 5 en la estación de secas, que superó el contenido máximo permisible de este componente (Figura 17).

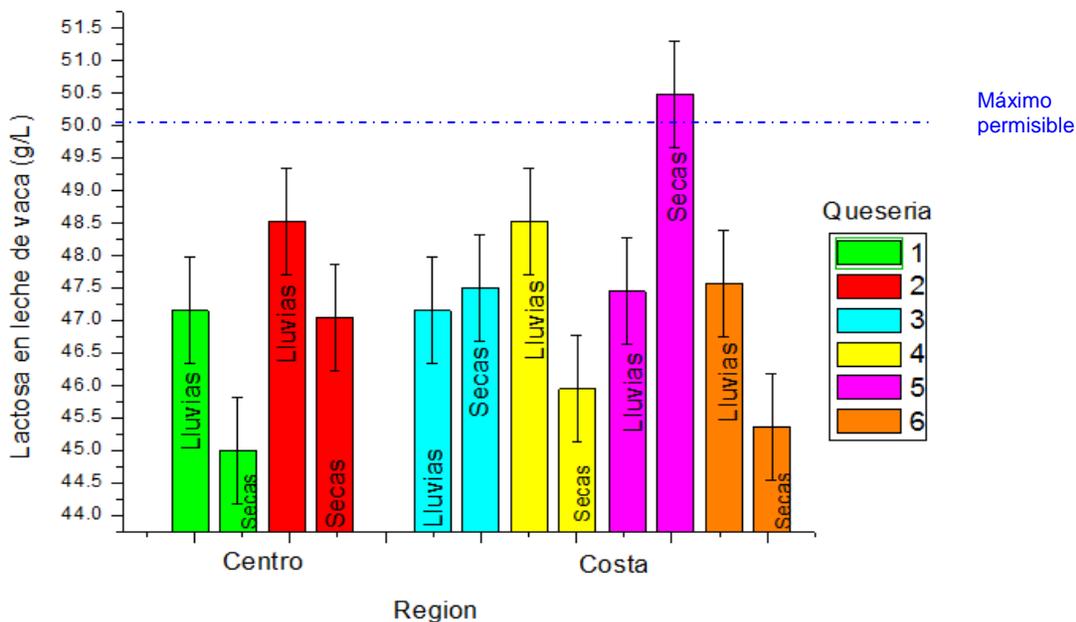


Figura 17. Clasificación por contenido de lactosa (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

El contenido de ácidos grasos libres no es un indicador de la calidad nutricional de la leche aunque se puede emplear como un parámetro para evaluar la posible vida de anaquel del producto final. Un elevado contenido de ácidos grasos libres trae como consecuencia mayor vulnerabilidad a la rancidez enzimática y oxidativa.

El ANOVA ($P \leq 0.05$) mostró que el efecto de la interacción estación de producción por quesería anidada en región también fue significativo para los atributos calidad sanitaria células somáticas y acidez (Cuadro 11).

Al analizar esta interacción, se pudo obtener la clasificación de la leche de las diferentes queserías de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004. En el Cuadro 14 se presentan las medias para las variables sanitarias evaluadas en cada quesería.

Cuadro 14. Medias de cuadrados mínimos (\pm error estándar) para los efectos fijos la interacción estación de producción por quesería anidada en región, en tres atributos de calidad sanitaria de leche cruda

Efecto	Atributo		
	Bacterias Mesófilas Aerobias (Log ₁₀ UFC mL ⁻¹)	Células Somáticas (10 ³ cel mL ⁻¹)	Acidez (como ácido láctico g L ⁻¹)
Quesería (R) x E			
Quesería 1(Centro)-Lluvias	8.44±0.3446 ^a	972.22±105.51 ^a	1.53±0.033 ^a
Quesería 2(Centro)-Lluvias	6.72±0.3446 ^a	444.44±105.51 ^b	1.48±0.033 ^b
Quesería 3(Costa)-Lluvias	6.74±0.3446 ^a	444.44±105.51 ^b	1.58±0.033 ^c
Quesería 4(Costa)-Lluvias	6.69±0.3446 ^a	583.33±105.51 ^c	1.63±0.033 ^d
Quesería 5(Costa)-Lluvias	6.16±0.3446 ^a	500.00±105.51 ^d	1.56±0.033 ^e
Quesería 6(Costa)-Lluvias	5.93±0.3446 ^a	666.67±105.51 ^e	1.54±0.033 ^a
Quesería 1(Centro)-Secas	7.26±0.3446 ^a	750.0 ±105.51 ^f	1.60±0.033 ^f
Quesería 2(Centro)-Secas	6.28±0.3446 ^a	694.4±105.51 ^g	1.56±0.033 ^e
Quesería 3(Costa)-Secas	7.17±0.3446 ^a	805.6 ±105.51 ^h	1.57±0.033 ^e
Quesería 4(Costa)-Secas	7.94±0.3446 ^a	1333.3±105.51 ⁱ	1.40±0.033 ^g
Quesería 5(Costa)-Secas	6.18±0.3446 ^a	888.9±105.51 ^j	1.71±0.033 ^h
Quesería 6(Costa)-Secas	6.57±0.3446 ^a	750.0 ± 105.51 ^f	1.68±0.033 ⁱ

Valores con diferente literal en cada columna son diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

La norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004, no especifica la determinación de bacterias mesófilas aerobias (BMA) como microorganismos indicadores en leche porque incluiría a las bacterias lácticas que son microorganismos deseables. Aunque la cuenta de BMA no es parámetro para indicar la presencia de patógenos, sí se puede emplear para evaluar la higiene durante la ordeña.

Todos los valores del recuento de BMA en ambas épocas de producción se encuentran muy por encima del máximo permisible por la norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004 (1200000 UFC/mL ó 6 log₁₀), exceptuando a la quesería 6 sólo en la época de lluvias. Lo anterior sugiere que la higiene del animal y del manipulador al momento de la ordeña es deficiente (Figura 18).

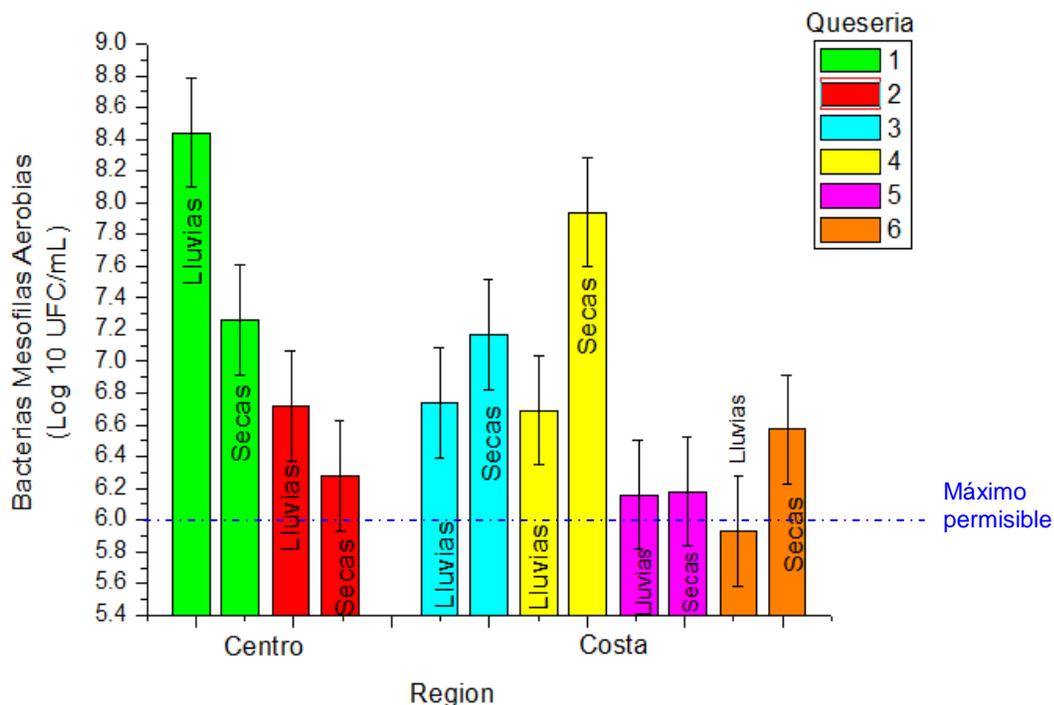


Figura 18. Clasificación por recuento de bacterias mesófilas aerobias (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

El recuento de células somáticas constituye un parámetro de gran valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o un rebaño (Harmon, 1994). Durante la época de lluvias, las queserías 2, 3 y 4 se encontraron en la clase 2 de la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 por presentar entre $401-500 \times 10^3$ células somáticas/mL de leche. En tanto que las queserías 5 y 6 se sitúan en la clase 3 ($501-749 \times 10^3$ células somáticas/mL de leche), y la quesería 1 se sitúa en la clase 4 ($750-1000 \times 10^3$ células/mL de leche). Por otro lado, en la época de secas las queserías 1, 3, 5 y 6 se ubicaron dentro de la Clase 4, la 2 se situó en la clase 3, mientras que la quesería 4 se encontraba por encima del máximo permisible por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 (Figura 19).

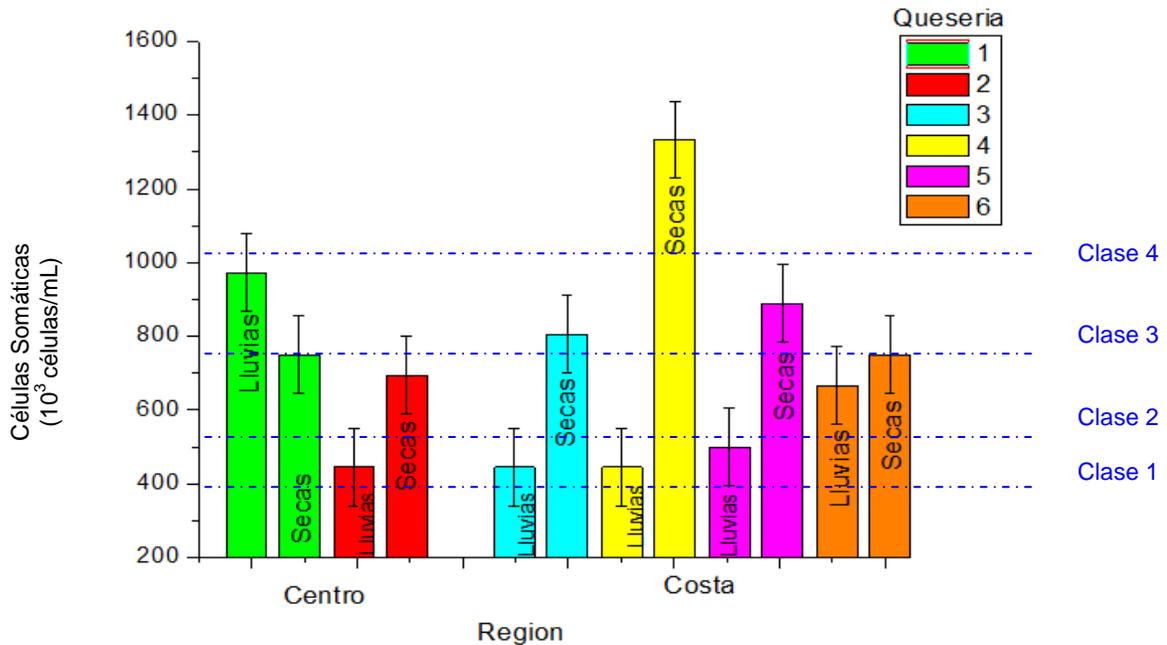


Figura 19. Clasificación por recuento de células somáticas (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

La acidez natural de la leche recién ordeñada se debe en un 40% a las caseínas, 40% a sustancias minerales, CO₂ disuelto y ácidos orgánicos; el 20% restante a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes. Todas las muestras de la estación de lluvias cumplían con lo establecido por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, excepto la leche de la quesería 4 que es más ácida que el máximo permisible. Respecto a la época de secas, las muestras de leche de las queserías 5 y 6 presentaron un valor de acidez mayor al tolerado (Figura 20).

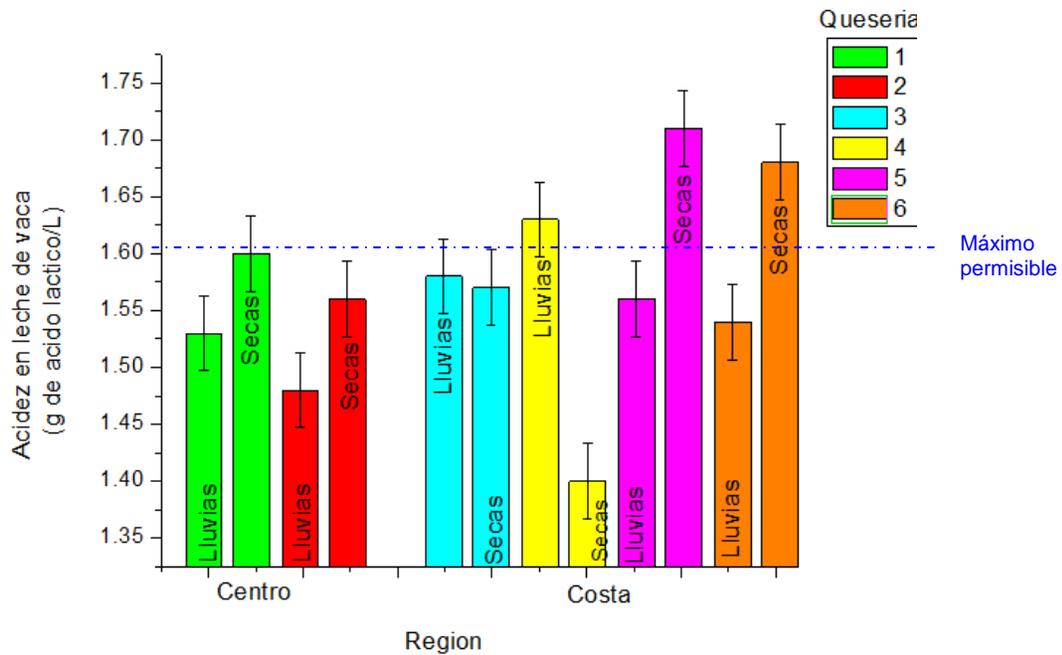


Figura 20. Clasificación por acidez (de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004) de la leche de seis queserías, provenientes de dos regiones (Centro y Costa) en dos estaciones de producción (lluvias y secas).

Del análisis de conglomerados, se obtuvieron dos grupos (Figura 20) los cuales corresponden en gran medida a la época de producción. Lo que significa que la calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche estudiada es influenciada por la estación de producción, mas no por la región o lugar de procedencia. El cluster 1 está integrado en su mayor parte por observaciones de la estación de secas, mientras que el cluster 2 está conformado mayoritariamente por los datos de la época de lluvias.

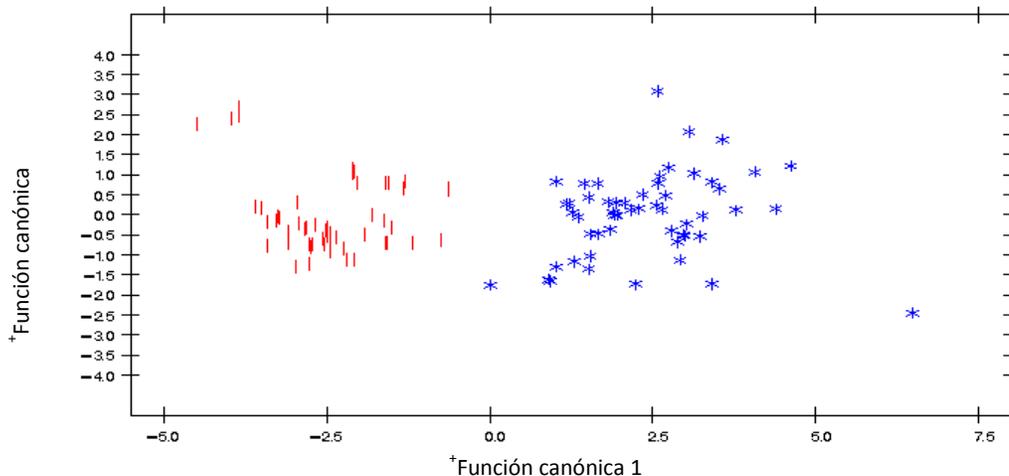


Figura 20. Agrupamiento de ranchos en función de la calidad de la leche que producen (□=Cluster 1, * =Cluster 2, +Funciones canónicas para los clusters).

CONCLUSIONES

Las variables analizadas permiten señalar que la leche cruda almacenada destinada a la elaboración de Queso Crema de Chiapas presentó una buena calidad fisicoquímica durante la época de lluvias, con valores de densidad, lactosa, proteína, sólidos no grasos y grasa dentro de los límites señalados en la NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sin embargo, la calidad fisicoquímica de la leche de la estación seca fue regular.

La leche producida en la estación lluviosa tiene una mejor calidad nutricional que la leche de secas, debido a su mayor contenido de grasa y de proteínas.

La calidad higiénica en ambas épocas fue deficiente y se caracterizó por cuentas elevadas de mesófilos aerobios.

Los promedios de recuento de células somáticas totales, en su mayoría, se hallaron por debajo de 1000000 células/mL, lo cual es indicativo de leches con calidad sanitaria aceptable.

La zona de producción no tuvo un efecto en la calidad de la leche, sino que esta se encuentra determinada en gran medida por la estación de producción.

REFERENCIAS

- Alais, Ch. Ciencia de la leche, principios de técnica lechera. Décima reimpresión. Continental. México. 350-354 pp. 1984.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Association Agricultural Chemistries Washington, D.C. 1990.
- Boor, K. J., Brown, D. P., Murphy, S. C., Kozlowski, S. M. y Bandler, D. K. Microbiological and Chemical quality of raw milk in New York State. *J. Dairy Sci.* 81: 1743-1748. 1998.
- Castañeda, R. La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana.* 20 (26): 48- 53. 2002.
- Gasque R. Atlas de producción lechera Volumen II. Universidad Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. [Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/BvS1Lb/BvS1Pdf/gasque/Atlaspro.pdf>. Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2011] 2005.
- Harmon, R. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 77(7):2103-2112. 1994.
- Heeschen, W. Calidad de la leche cruda y productos lácteos en la Comunidad Económica Europea. *Boletín del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).* Buenos Aires. Argentina. 27:7-20. 1990.
- Kolo-Christensen, S. Comptage des cellules somatiques et qualite du lait. *La Technique Laitiere.* 950:21-23. 1981.
- Moreno-Rojas, R. Amaro-López, M. y Zurera-cosano, G. Contenido mineral de leche pasteurizada en la Comunidad Autónoma Andaluza. *Rev. Esp. Cienc. Technol. Aliment.* 33(4) 435-444. 1993.
- NMX-F-700-COFOCALEC-2004, Sistema producto leche – Alimentos – Lácteos – Leche cruda de vaca – Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. México
- NOM-092-SSA1-1194. Bienes y Servicios para la cuenta de bacterias aeróbicas en placa. México
- Revelli, G.R., Sbodio, O. A. y Tercero, E.J. Parámetros fisicoquímicos en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24:83-92. 2004.

Román, S., Guerrero, L. y Ferrer, S. Influencia de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso Gouda. *Rev. Científica FCV LUZ* 10(5):399-404. 2000.

SAS®. User's guide: Statistics, Version 9.1 Edition. Cary (NC). SAS Institute Inc. 2002.

Smith, K., Todhunter, D. y Schoenberger, P. Environmental mastitis: cause, prevalence and prevention. *J. Dairy Sci.* 68:1531-1533. 1985.

Van den Berg, M.G. Quality assurance for raw milk in the Netherlands. *Milk Dairy J.* 40: 69-84. 1986.

Veisseyre, R. Lactología Técnica. Acribia. Zaragoza. 1-74 pp.1980.

CAPÍTULO 4

**El grado de adopción de Buenas Prácticas a lo largo de la cadena leche-
Queso Crema de Chiapas: un estudio comparativo entre las dos
estaciones de producción en un año[‡]**

**Godínez González Carla Samanta^{1*}, José Guadalupe García Muñiz², Armando
Santos Moreno¹, Gabriel Leyva Ruelas^{1**}**

[‡] Para ser sometido a la REVISTA CIENTÍFICA UNIVERSIDAD DEL ZULIA

¹ Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo estado de México. C.P. 56230

² Posgrado en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo estado de México. C.P. 56230

* Parte de la tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria de la primera autora

** Autor a quien se le debe enviar correspondencia. E-mail: gleyva_ruelas@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el grado de adopción de Buenas Prácticas (BP) en Cadena Leche-Queso Crema de Chiapas. Se seleccionaron cuatro queserías en Pijijiapan, una en Villaflores y una en Villacorzo. De cada quesería se eligieron tres ranchos proveedores de leche, dando una muestra total de 18 ranchos y seis queserías. Se aplicaron auditorías en los ranchos, en la recolección de leche y en las plantas de proceso. Se realizaron análisis por conglomerados para agrupar a las queserías en función de la adopción de las BP a lo largo de toda la cadena. La membresía de las queserías para los clusters de buenas prácticas pecuarias (BPP) y de transporte fue la misma en ambas épocas de producción, aunque con mejores calificaciones en la estación seca. Para las BPP los ranchos obtuvieron calificaciones muy por debajo del máximo puntaje, lo que se traduce en una deficiente aplicación de dichas prácticas. En la colecta de la leche, la mayor deficiencia corresponde a las medidas aplicadas por el chofer para evaluar y controlar la calidad de leche. Las áreas con las calificaciones más bajas en la aplicación de buenas prácticas de manufactura fueron: instalaciones, equipo y superficies de contacto con alimentos, higiene del personal y control de registros. La posibilidad de establecer un sistema de trazabilidad a lo largo de la Cadena Leche-Queso Crema de Chiapas en la zona estudiada es muy baja, pues el nivel de adopción de BP en todos los eslabones es inadecuado.

Palabras clave: Buenas Prácticas de Manufactura, Buenas Prácticas Ganaderas, calidad de leche, inocuidad, auditoría.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the level of Good Practices (GP) implementation along Milk-Queso Crema de Chiapas supply chain. Four cheese manufacturing plants in Pijijiapan, one in Villaflores and one in Villacorzo were selected. From each cheese operation, three milk supplier farms were chosen; a total sample of 18 farms and six cheese manufacturing plants was obtained. Assessments were applied to farms, milk collecting, and cheese operations. Cluster analyses were performed in order to group the processing plants as a function of GP adoption, through the complete chain. Cheese manufacturing plants belonged the same clusters for the Good Farming (GFP) and transporting Practices in the both seasons, although they got better score in the dry season. Concerning GFP, farms obtained scored below the highest rating; indicating GFP adoption is deficient. Respect to collecting milk, personnel evaluation of milk quality was the most deficient category. Good manufacture practices areas with the lowest score were: facilities, equipment and food contact surface, personnel hygiene and keeping records. The possibility to establish a traceability system along the Milk-Queso Crema de Chiapas chain is really low due to the incorrect GP implementation.

Key words: Good Manufacture Practices, Good Farming Practices, milk quality, food safety, assessment.

INTRODUCCIÓN

La cadena agroalimentaria actualmente es muy diferente a la de hace veinte años (Henson *et al.*, 2005). En los sistemas agroalimentarios, se está dando gran énfasis a la puesta en práctica de sistemas de inocuidad de alimentos (Caswell *et al.*, 1998) en respuesta al aumento de la preocupación del consumidor por la seguridad y la calidad de los productos que ingiere (Henson y Caswell, 1999).

El mercado lácteo mundial muestra una marcada tendencia a la obtención de leche y derivados lácteos inocuos. Para que éstos no comprometan la salud de la población, se debe minimizar el riesgo de transmisión de enfermedades provenientes de los alimentos. De esta manera, se obtienen productos finales diferenciados que pueden tener un alto valor agregado y que son capaces de generar importantes ingresos que hacen sustentable al sector lácteo en su conjunto (Sislac, 2005).

La calidad integral de la leche adquiere una gran importancia desde el punto de vista de salud pública y obviamente se necesita la participación de todos los sectores involucrados en la producción primaria, conservación, transporte, almacenamiento y transformación (Revelli *et al.*, 2004a).

El principal problema de los pequeños productores, es la descomposición de la leche después del ordeño y durante su transporte a la planta de proceso, debido principalmente a las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias durante la ordeña, recolección y transporte de la misma, lo que genera problemas de calidad e incrementa el desafío logístico para el suministro eficiente de la misma en los mercados (Heeschen, 1990).

Es imprescindible partir de animales sanos, genéticamente aptos, condiciones apropiadas de alimentación y manejo, buenas prácticas de higiene, control y tratamiento de mastitis y otras patologías, con el objeto de asegurar al consumidor productos inocuos, íntegros y legítimos (Lagrange, 1979; Marth, 1981).

Además, se sabe que en la elaboración artesanal de quesos, como el Crema de Chiapas, se utiliza como materia prima leche entera cruda, proveniente de vacas criollas alimentadas con pasturas naturales (Cardozo *et al.*, 2003). La leche es un alimento muy nutritivo, pero también es un medio muy propicio para la reproducción de ciertas bacterias. La leche cruda puede transmitir zoonosis, y en la manipulación de la leche deben reducirse al mínimo los riesgos sanitarios (Román *et al.*, 2003; Revelli *et al.*, 2004b).

Todo lo anterior indica que es necesario no sólo producir leche de calidad tal que no afecte la salud del consumidor, sino aplicar prácticas que garanticen la inocuidad del producto final desde la obtención de la leche, transporte a la planta de proceso y fabricación del queso hasta la comercialización. Por lo tanto, es importante explorar el grado de aplicación de Buenas Prácticas a lo largo de toda la cadena productiva.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar grado de adopción de buenas prácticas en la ordeña y transporte de la leche cruda, así como de las buenas prácticas de manufactura en queserías. Además de estudiar la posibilidad de implantar un sistema de trazabilidad adecuado en la cadena leche-queso crema.

MATERIAL Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN

El trabajo se llevó a cabo en Sistemas de Producción de Bovinos Lecheros y en queserías que se dedican a la elaboración de Queso Crema de Chiapas pertenecientes a dos zonas del Estado de Chiapas: Zona Centro, conformada por los municipios de Villaflores (16° 14' N, 93° 16' O) y Villacorzo (16° 11' N, 93° 16' O) y por la Zona Costa, municipio de Pijijiapan (15° 41' N, 93° 12' O).

MUESTREO

Se realizó una estratificación de las queserías respecto a su antigüedad, volumen de leche dedicado a la producción de Queso Crema Chiapas y que además pertenecieran a la Asociación de Productores de Queso Chiapas. Con base en lo anterior, se seleccionaron seis queserías, cuatro en la región costa y dos en la región centro del Estado de Chiapas, de las cuales se eligieron tres proveedores de leche, dando un total de 18 ranchos.

EVALUACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS

Esta parte del estudio se dirigió con mayor precisión a la ordeña. Se elaboró una guía (Anexo 1) para auditar a cada uno de los ranchos seleccionados. El cuestionario lo conformaban varios reactivos respecto a: registros, instalaciones, manejo del ganado en la ordeña, sala de ordeña, estimulación de la vaca, higiene del ganado, higiene del personal, equipos de limpieza, uso de sellado y almacenamiento de la leche. Se emplearon las siguientes calificaciones: 5= cumple completamente; 3= cumple medianamente y 1= no cumple.

EVALUACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE TRASPORTE DE LECHE CRUDA

Se sabe que el transporte de la leche cruda a la planta de proceso es una etapa crítica para conservar su calidad. Se verificó el estado del vehículo y de los contenedores en los que ésta se recolecta.

Además se valoró la actitud del conductor y si éste realiza o no actividades para controlar y evaluar la calidad de la leche (Anexo 2). Se usaron las puntuaciones: 5= cumple completamente; 3= cumple medianamente y 1= no cumple.

EVALUACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Con base en la NOM-251-SSA1-2009 se estructuró una guía para realizar auditorías a las plantas de producción de Queso Crema de Chiapas (Anexo 3). Se utilizó una escala Likert de cinco puntos (5=muy bien, 1=muy mal) para calificar cada una de las variables. Los 43 criterios de la auditoría se agruparon en nueve categorías: instalaciones, agua, químicos y aditivos, equipo y superficies de contacto con alimentos, personal, orden y limpieza, materia prima, producto final y registros.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se auditaron los ranchos y las queserías en las dos épocas de producción: lluvias (Agosto de 2010) y secas (Marzo de 2011). Para los datos de cada estación, se realizó un análisis multivariado por conglomerados para agrupar a las queserías en función de la aplicación de Buenas Prácticas Ganaderas, de Transporte y de Manufactura. Para analizar los datos se empleó el software SAS 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar el análisis de conglomerados, se agruparon las queserías en tres clusters en función del puntaje obtenido en la aplicación de Buenas prácticas pecuarias (BPP) durante la época de lluvias. En el Cuadro 15 se muestran las medias de cada categoría para cada cluster, así como la máxima calificación posible de obtener en cada variable. Los ranchos que abastecen a las queserías 4 y 1 fueron agrupadas en el cluster 1 que se caracteriza por menor higiene del personal y del ganado, mayor deficiencia del manejo del ganado al momento de la ordeña; sin embargo se cuenta con mejores instalaciones en la sala de ordeña y mejores condiciones de almacenamiento de la leche.

Cuadro 15. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas Pecuarias durante la época de lluvias

Variable	Calificación máxima posible	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Registros	25	18.0	23.2	15.0
Corrales	25	16.7	16.2	10.0
Manejo del ganado en la ordeña	20	12.0	16.0	18.0
Sala de ordeña	40	22.3	19.4	14.0
Estimulación antes de la ordeña	5	5.0	5.0	5.0
Higiene del ganado	35	15.0	27.9	21.5
Higiene del personal	25	10.0	13.6	12.0
Equipo y limpieza	20	12.7	11.8	8.0
Almacenamiento de la leche	30	24.3	22.9	17.0
Uso de sellado de la ubre	5	3.3	3.2	3.0

El cluster 2 está conformado por las queserías 2, 3 y 6; los ranchos que abastecen estas queserías tienen un mayor control de registros, mayor higiene del ganado y del personal, buenas condiciones de almacenamiento de la leche. Los ranchos que suministran leche a la quesería 5 se colocaron en un tercer cluster debido a las diferencias que presentan con los dos conglomerados anteriores; estas explotaciones tienen menor control de registros, instalaciones deficientes en la sala de ordeña y en los corrales, inadecuado equipo y limpieza, aunque realizan un mejor manejo del ganado durante la ordeña.

Los clusters obtenidos para la aplicación de BPP durante la época de secas son los mismos a los formados en la época de lluvias, aunque es importante resaltar que las medias de las variables fueron mayores, lo que indica que la aplicación de BPP es mayor en comparación con la época de lluvias (Cuadro 16).

Cuadro 16. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas Pecuarias durante la época de secas

Variable	Calificación máxima posible	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Registros	25	19.0	23.5	15.0
Corrales	25	16.5	17.0	10.0
Manejo del ganado en la ordeña	20	14.0	16.0	18.0
Sala de ordeña	40	22.3	20.4	15.0
Estimulación antes de la ordeña	5	5.0	5.0	5.0
Higiene del ganado	35	16.0	27.9	22.5
Higiene del personal	25	10.0	13.6	12.0
Equipo y limpieza	20	12.7	11.8	10.0
Almacenamiento de la leche	30	24.3	23.0	17.0
Uso de sellado de la ubre	5	3.3	3.2	3.0

Respecto a la calificación obtenida en la aplicación de Buenas Prácticas de Transporte (BPT). Se obtuvieron tres clusters; sus respectivas medias y el puntaje máximo para cada parámetro se observan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Transporte durante la época de lluvias

Variable	Vehículo	Chofer	Contenedores
Cluster 1	16.5	19.5	12
Cluster 2	24.0	45.5	18
Cluster 3	22.0	31.5	13
Máxima calificación posible	30.0	60.0	20

El cluster 1, conformado por las queserías 1 y 3, presenta las medias más bajas para los tres criterios evaluados, es decir, es dónde se encuentran las mayores deficiencias en BPT. Las queserías 2 y 4 constituyen el cluster 2 y tiene las calificaciones más altas. Las queserías 5 y 6 fueron agrupadas en el tercer cluster, cuyas medias para los parámetros se encuentran entre los clusters anteriores.

Durante la época de secas también se evaluaron las BPT, la membresía de las queserías inspeccionadas a los grupos formados, así como las características para cada conglomerado, fueron las mismas en comparación con las de la época de lluvias. Sin embargo, en algunas variables las medias de los cluster fueron mayores, lo que significa que existieron ligeras mejoras con respecto a la primera evaluación (Cuadro 18).

Cuadro 18. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Transporte durante la época de secas

Variable	Vehiculo	Chofer	Contenedores
Cluster 1	16.5	19.5	12
Cluster 2	24.0	48.5	18
Cluster 3	25.0	31.5	13
Máxima calificación posible	30.0	60.0	20

El mayor contraste se observó en las BPM, ya que en la evaluación de la estación seca, las queserías pertenecieron a clusters diferentes en relación a la época de lluvias. Las medias para cada variable evaluada, así como las calificaciones máximas posibles se muestran en el Cuadro 19. En la estación de lluvias, el primer conglomerado está integrado por las queserías 2, 4 y 6. Estas queserías se caracterizaron por tener un mayor grado de aplicación de BPM. El grupo 2 lo conforman las queserías 1 y 5 que también aplicaban BPM aunque en menor medida que el cluster 1. Por último, la quesería 1 constituye el tercer cluster debido a que donde se encontraron las mayores deficiencias.

Cuadro 19. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Manufactura durante la época de lluvias

Variable	Máxima calificación posible	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Instalaciones	60	45.6	31.0	16.0
Calidad del Agua	5	4.3	4.0	3.0
Químicos y aditivos	20	17.0	14.0	11.0
Equipo y superficies de contacto con alimentos	15	13.0	9.5	7.0
Personal	40	32.3	23.0	21.0
Orden y limpieza	50	42.6	26.5	14.0
Materia Prima	15	13.6	12.0	8.0
Análisis del Producto final	5	4.6	3.5	1.0
Registros	5	3.6	4.0	1.0

Respecto a la evaluación de BPM en la estación seca, las queserías 1 y 3 conformaron el cluster 1 que se caracteriza por una menor calidad del agua, instalaciones deficientes, menor control de registros, inadecuado equipo y superficies de contacto con alimentos. El cluster 2 esta integrado por las queserías 2, 4 y 5, estas plantas tienen un mayor control de registros y mayor higiene del personal. El tercer cluster está formado por Q6 que posee mejores instalaciones, mayor orden y limpieza y adecuado equipo y superficies de contacto con alimento (Cuadro 20).

Cuadro 20. Medias de los clusters formados con base en el nivel de adopción de Buenas Prácticas de Manufactura durante la época de secas

Variable	Máxima calificación posible	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Instalaciones	60	32.0	39.6	57
Calidad del Agua	5	3.5	4.0	5
Químicos y aditivos	20	12	17.0	19
Equipo y superficies de contacto con alimentos	15	7.5	12.0	15
Personal	40	20.5	33.3	33
Orden y limpieza	50	20.0	39.0	43
Materia Prima	15	10.0	13.0	14
Análisis del Producto final	5	3.0	4.3	4
Registros	5	2.5	4.3	4

CONCLUSIONES

En la mayor parte de los parámetros evaluados para BPP, los ranchos obtuvieron calificaciones muy por debajo del máximo puntaje, lo que se traduce en una deficiente aplicación de dichas prácticas. Sin embargo, las mayores diferencias se encuentran en los corrales, la sala de ordeña, equipo y limpieza, así como en la higiene del ganado y del personal.

Respecto a las BPT, se observa que la mayor deficiencia corresponde a las medidas aplicadas por el chofer para evaluar y controlar la calidad de leche. Lo anterior indica que existe la necesidad de desarrollar programas de capacitación para los encargados de la recolección de leche, pues de ellos depende en gran medida la variación de las cualidades de la leche en el lapso comprendido de la ordeña a la recepción en planta de proceso; además, son los agentes que deben determinar si ésta cumple o no especificaciones para ser ocupada como materia prima en la elaboración de Queso Crema de Chiapas.

A pesar de las mejoras observadas en la estación de secas, para la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, las queserías son deficientes en criterios de evaluación como: instalaciones, equipo y superficies de contacto con alimentos, higiene del personal, orden y limpieza de áreas y control de registros.

La aplicación de Buenas Prácticas a lo largo de la cadena Leche-Queso Crema de Chiapas en la estación de secas fue mejor que en la de lluvias.

Por último, la posibilidad de establecer un sistema de trazabilidad a lo largo de la Cadena Leche-Queso Crema de Chiapas en la zona estudiada es muy baja, pues el nivel de adopción de Buenas Prácticas en todos los eslabones es inadecuado. Por otro lado, un punto clave para la aplicación de un sistema de rastreabilidad es el control registros minuciosos y es una de las variables con deficiencias.

REFERENCIAS

- Cardozo, M. C., Vasek, O. M. y Fusco, A. J. Composición físico-química de leche usada para la elaboración de Queso Artesanales de Corrientes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 2003.
- Caswell, J. A., Bredahl, M. E. y Hooker, N. H. How Quality Management Meta-Systems are Affecting the Food Industry". Review of Agricultural Economics 20: 547-57. 1998.
- Henson, S. y Caswell, J. Food Safety Regulation: An Overview of Contemporary Issues. Food Policy 24: 589-603. 1999.
- Henson, S., Sparling, D., Herath, D. y Dessureault, S. Traceability in the Canadian Dairy Processing Sector. Agriculture and Agri-Food Canada. 61 p. 2005.
- Lagrange, W. S. Opportunities to improve milk quality. Food Protection. 42 (7): 599-603. 1979.
- Math, E. Assuring the quality of milk. J. Dairy Sci. 64: 1017-1022. 1981.
- NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, México.
- Revelli, G.R., Sbodio, O. A. y Tercero, E.J. Parámetros fisicoquímicos en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24:83-92. 2004a.
- Revelli G.R., Sbodio O.A y E.J. Tercero. Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Revista Argentina de Microbiología.* 36: 145-149. 2004b.
- Román, S., Guerrero, L. y L. Pacheco. Evaluación de la calidad físicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. *Revista Científica, FCV-LUZ* 13(2):146-152. 2003.
- SAS®. User's guide: Statistics, Version 9.1 Edition. Cary (NC). SAS Institute Inc. 2002.
- Sislac. Sistema nacional de análisis de leche fresca. Cartilla divulgativa. CNLM- SENA. Febrero 2005.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. Formato para auditar las Buenas Prácticas de Manejo Pecuario

CRITERIO	CUMPLE	OBSERVACIONES
1. Registros		
• Identificación del ganado (arete, tatuaje, marca).		
• Registro en documentos del control del ganado (fecha de nacimiento, preñez, parición, secado, enfermedades)		
• Vacunas		
• Certificados de ato libre de brucelosis y tuberculosis		
• Registro de volúmenes de producción		
2. Instalaciones corrales		
• Instalaciones adecuadas para el manejo total del ganado		
• Presencia de sombras para aliviar el calor, lluvias y stress		
• Limpieza de los corrales (retiro de estiércol)		
• Drenaje en corrales (tienen alguna salida para agua)		
• Corral próximo a la casa		
3. Manejo del ganado a la ordeña		
• Golpea al animal al conducirlo a la ordeña		
• Grita o chifla, corretea, uso del perro (manejo de stress)		
• Amarra con rudeza al animal para ordeñarlo		
• Proporciona alimentación mientras ordeña		
4. Sala de ordeña		
• Cuenta con sala de ordeña exclusiva		
• Está separada por del corral		
• Existe una barrera física entre el corral y la sala (pared)		
• Está limpia la sala		
• Cuenta con los servicios necesarios (agua, luz, drenaje)		
• Ordeña mecánica		
• Cuenta con todo el equipo de ordeña y almacenamiento		
• Libre de plagas (insectos, roedores, otros)		
5. Estimulación		
• Usa el becerro para estimular a la vaca		
• Usa oxitocina		
6. Higiene del ganado		
• Lava la ubre y tetas de la vaca		
• Usa sanitizante (yodo)		
• Sacude la basura del cuerpo del ganado		
• Verifica presencia de mastitis		
• Realiza despunte		
• Separa las vacas enfermas para no mezclar leches		
• Usa agua exclusiva, corriente o limpia		
7. Higiene del personal		
• Se lava las manos para ordeñar con agua limpia		
• Usa vestimenta exclusiva y limpia		
• Cuida su estado de salud (ordeña enfermo, estornuda, o alguna enfermedad contagiosa).		
• Cubre su pelo para evitar que caiga en la leche		
• Tiene contacto directo con la leche durante la ordeña		
8. Equipos limpieza		
• El equipo de ordeña está limpio		
• Lo enjuaga entre cada vaca		
• El agua de enjuague es limpia		
• Usa algún sanitizante		
9. Almacenamiento de leche		
• El depósito es adecuado (tipo de material, buen estado)		
• Se observa limpio		
• Usa algún colador o filtro para impurezas		
• Tiene tapa		
• Se encuentra en un lugar exclusivo para el sin riesgo de contaminación para la leche		
• El tiempo de espera al embarque es corto (máx. 1 hora)		
10. Uso de sellado		
• Terminada la ordeña utiliza sellador		
• Usa el becerro como sellador		

APÉNDICE 2. Formato para auditar las Buenas Prácticas de Transporte

CRITERIO	APLICA	OBSERVACIONES
1. Vehículo		
• Este se encuentra en buen estado (llantas, motor, luces, etc)		
• Se limpia o lava cotidianamente		
• Tiene la capacidad de carga necesaria		
• Es inspeccionado por alguien para verificar limpieza		
• El vehículo y la ruta es propiedad de la quesería o del intermediario que vende su servicio		
• El uso del vehículo es exclusivo para la leche		
2. Chofer		
• Conduce con precaución		
• Ha recibido capacitación para verificar la calidad de la leche		
• Realiza actividades para checar calidad de leche		
• Porta instrumentos para verificar		
• Sabe qué hacer con una leche de mala calidad		
• Porta ropa adecuada (botas, cubre pelo, vestimenta)		
• Aplica Buenas Prácticas de Higiene (se lava las manos, limpia utensilios, etc.)		
• Se conduce con amabilidad con los proveedores – rancheros		
• Lleva a cabo el registro de volúmenes recibidos		
• Registra si una leche es de mala calidad		
• Aplica alguna sanción a quien entrega leche de mala calidad		
• Realiza alguna acción para alterar o adulterar la calidad de la leche		
3. Contenedores		
• Se encuentran en buenas condiciones (no tienen fugas)		
• Cierran herméticamente para evitar contaminación		
• Los sanitiza diario		
• Su capacidad volumétrica es la necesaria		

APÉNDICE 3. Formato para auditar las Buenas Prácticas de Manufactura en queserías

	Muy bien	Bien	Neutro	Mal	Muy mal
La planta no se encuentra localizada cerca de focos de contaminación	<input type="checkbox"/>				
La planta esta diseñada para prevenir la entrada de contaminantes y plagas	<input type="checkbox"/>				
Los pisos, las paredes y los techos están contruidos de un material perdurable, liso y fácil de limpiar y que no representa un foco de contaminación	<input type="checkbox"/>				
Estado de pintura de muebles, paredes y equipos	<input type="checkbox"/>				
Cables y mangueras sujetos	<input type="checkbox"/>				
Buen estado de mosquiteros, ventanas y lámparas	<input type="checkbox"/>				
Presencia de alimento, agua, grasa, suero en el piso (correcto drenaje)	<input type="checkbox"/>				
La ventilación provee suficiente intercambio de aire para prevenir la acumulación de malos olores o condensados	<input type="checkbox"/>				
El área de producción cuenta con estaciones de lavado de manos adecuadamente abastecidas (sanitizante, jabón, toallas de papel)	<input type="checkbox"/>				
Existe al menos un sanitario para los operarios (adecuadamente localizado)	<input type="checkbox"/>				
El agua utilizada en la planta es potable (Se analiza)	<input type="checkbox"/>				
Cuando es necesario almacenar agua, los depósitos están adecuadamente diseñados para prevenir la contaminación	<input type="checkbox"/>				
Los empaques, el producto final, los químicos de limpieza y las materias primas son almacenadas por separado	<input type="checkbox"/>				
Todos los químicos se encuentran debidamente rotulados	<input type="checkbox"/>				
Aquellos químicos que se vayan a emplear en la elaboración del queso están permitidos por la NOM 243	<input type="checkbox"/>				
Se verifica que los vehículos de transporte de productos e insumos estén limpios	<input type="checkbox"/>				
El equipo y las superficies de contacto con alimentos están contruidos de un material, liso, no tóxico, sin grietas, sin fugas y fácil de sanitizar	<input type="checkbox"/>				
Adecuada limpieza de máquinas, equipos y superficies de contactos con alimentos	<input type="checkbox"/>				
Se verifica que los equipos funcionen adecuadamente o estén calibrados	<input type="checkbox"/>				
Se cuenta con un programa de capacitación del personal	<input type="checkbox"/>				
El personal conoce su área de responsabilidad	<input type="checkbox"/>				

El personal lava sus manos	<input type="checkbox"/>				
Limpieza de uniforme, uso de cofia y cubrebocas	<input type="checkbox"/>				
El personal trabaja sin relojes, anillos, pulseras, maquillaje, etc.	<input type="checkbox"/>				
No se debe comer ni fumar en el área de proceso	<input type="checkbox"/>				
Existen señalamientos en el área de proceso	<input type="checkbox"/>				
El acceso al área de proceso es controlado	<input type="checkbox"/>				
El personal comunica cuando tiene heridas o se encuentra enfermo	<input type="checkbox"/>				
No existen artículos personales en el área de trabajo	<input type="checkbox"/>				
Se cuenta con un programa de sanitización	<input type="checkbox"/>				
Áreas limpias	<input type="checkbox"/>				
Se cuenta con un programa de control de plagas	<input type="checkbox"/>				
Áreas libres de plagas	<input type="checkbox"/>				
Plaguicidas autorizados por CICOPLAFEST	<input type="checkbox"/>				
Retiro de artículos innecesarios	<input type="checkbox"/>				
Retiro de objetos después de usarse	<input type="checkbox"/>				
Identificación (rotulación o colores) de los artículos de trabajo de cada área	<input type="checkbox"/>				
Orden de muebles y en las áreas	<input type="checkbox"/>				
Se cuenta con una lista de proveedores	<input type="checkbox"/>				
Los proveedores cuentan con certificado de hato libre (tuberculosis y brucelosis)	<input type="checkbox"/>				
Se evalúa la calidad de la leche antes de entrar a proceso	<input type="checkbox"/>				
Se evalúa la calidad sanitaria del queso	<input type="checkbox"/>				
Se cuenta con registros actualizados y en buen estado	<input type="checkbox"/>				