



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ANÁLISIS DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE LECHE DE ORIGEN
ORGÁNICO: ATRIBUTOS DESEABLES PARA SU
TRANSFORMACIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO DE ALIMENTOS

P R E S E N T A

GERARDO FUENTES COTO

México, D.F.

2013





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

Presidente: Olga del Carmen Velázquez Madrazo

Vocal: Miguel Ángel Torres Hidalgo

Secretario: José Ignacio Sánchez Gómez

1er Suplente: Rafael Carlos Marfil Rivera

2do: Suplente: Fabiola González Olguín

Sitio donde se desarrolló el tema: Xochimancas Productos del Campo y para el Campo
SPR de RL. Laboratorio de Microbiología del Departamento de Medicina y Zootecnia de
Rumiantes Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Asesor: MVZ EPA José Ignacio Sánchez Gómez_____

Supervisor Técnico: MVZ.EDV.M en C. Rocío Angélica Ruíz Romero _____

Sustentante: Gerardo Fuentes Coto _____



ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 GRANJAS ORGÁNICAS	5
3.2 EL RETORNO AL CONSUMO DE ALIMENTOS ARTESANALES TRADICIONALES	5
3.3 PRUEBAS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LECHE	6
3.4 TRAZABILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCION DE ALIMENTOS	8
3.5 NECESIDAD DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LÁCTEOS	8
3.6 GENERALIDADES SOBRE MASTITIS	10
3.6.1 MASTITIS CLÍNICA.....	11
3.6.2 MASTITIS SUBCLÍNICA.....	11
3.6.3 MASTITIS CRÒNICA.....	12
3.6.4 MASTITIS NO ESPECÌFICA.....	12
4. OBJETIVO GENERAL	13
5. HIPÓTESIS	13
6. METODOLOGÍA	14
6.1 PRIMERA ETAPA DE MUESTREO. LACTACIÓN (MAYO)	14
6.1.1 ORIGEN DE LA MUESTRA.....	14
6.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTORA DE LACTEOS XOCHIMANCAS.....	15
6.1.3 ESTUDIO DE TRAZABILIDAD MICROBIOLÓGICO.....	16
6.2 SEGUNDA ETAPA DE MUESTREO. “DECLIVE DE LA LACTACIÓN” (NOVIEMBRE)	19
6.2.1 ESTUDIO DE TRAZABILIDAD MICROBIOLÓGICO.....	19
6.3 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA LECHE	22
6.3.1 PRUEBAS DE SANIDAD DE UBRE.....	22
6.3.2 PRUEBAS RÁPIDAS DE ANDÉN EN LECHE.....	23
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
7.1 ETAPAS DEL SISTEMA LECHERO CON MANEJO ORGÁNICO EN XOCHIMANCAS	24
7.2 ESTUDIO DE TRAZABILIDAD MICROBIOLÓGICO DE LECHE Y LÁCTEOS	25
7.2.1 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS LACTACIÓN (MAYO).....	25
7.2.2 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS EN LÁCTEOS.....	29
7.2.3 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS EN EL PERSONAL Y LOS IMPLEMENTOS.....	31
7.2.4 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS DECLIVE DE LA LACTACIÓN (NOVIEMBRE).....	32
7.2.5 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS EN EL PERSONAL Y LOS IMPLEMENTOS.....	33
7.3 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA LECHE	34
7.3.1 PRUEBA DE CALIFORNIA E IMPLICACIONES EN LA CALIDAD DE LA LECHE COMO MATERIA PRIMA.....	34
7.3.2 PRUEBAS RÁPIDAS DE ANDÉN: IMPLICACIONES EN LA CALIDAD DE LA LECHE COMO MATERIA PRIMA.....	36



8. CONCLUSIONES	44
9. BIBLIOGRAFÍA.....	50
Anexo A. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESOFÍLICAS CON BASE EN LA NOM-092-SSA1-1994.....	58
Anexo B. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES CON BASE EN LA NOM-112-SSA1-1994	58
Anexo C. AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN BACTERIANA	59
Anexo D. PRUEBAS DE CAMPO	60
Anexo E. PRUEBA DE CALIFORNIA	60
Anexo F. PRUEBAS RÁPIDAS DE ANDÉN	61
Glosario	64



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de la Unidad de Producción de Lácteos Xochimancas. Disponible en: http://www.paginasprodigy.com/xochimancas/ubicación.html [Último acceso 26 de noviembre 2012]</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2. Ejemplo de ingredientes de la dieta Xochimancas.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Ordeño mecánico portátil en la Unidad de Producción de Lácteos Xochimancas (Unidad de Lácteos).....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4. Análisis microbiológico realizado en el Laboratorio del Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5. Aéreas correspondientes a la segunda etapa de muestreo en la Unidad de Producción de Lácteos Xochimancas (Unidad de Lácteos).</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Prueba de California para la detección de mastitis subclínica realizadas en la Unidad de ordeña Xochimancas.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7. Esquema de proceso de la Unidad de Producción de Lácteos</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8. Determinación de mesofílicos en el proceso de ordeña.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9. Determinación de mesofílicos en el proceso de almacenamiento.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 10. Determinación de mesofílicos en el proceso de la leche.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11. Análisis microbiológico en lácteos en Laboratorio de Microbiología del Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12. Evaluación microbiológica en el personal. Unidad de lácteos Xochimancas.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 13. Capacitación e implementación de pruebas de andén. Unidad de lácteos Xochimancas.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 14. Representación de una glándula mamaria de vaca (adaptación propia con datos del autor). Tomado de “Producción de leche con ganado bovino” (Ávila, 2010).....</i>	<i>61</i>

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Etapas de muestreo en la Unidad de lácteos Xochimancas.</i>	21
<i>Cuadro 2. Determinación de microorganismos mesofílicos y coliformes en leche de la Unidad de Lácteos Xochimancas.</i>	26
<i>Cuadro 3. Registro de resultados para microorganismos mesofílicos y coliformes en lácteos producidos en Unidad de Lácteos Xochimancas.</i>	30
<i>Cuadro 4. Determinación de microorganismos mesofílicos y coliformes en leche de la Unidad de Lácteos Xochimancas.</i>	32
<i>Cuadro 5. Interpretación de la prueba de California para mastitis sub clínica.</i>	34
<i>Cuadro 6. Registro de resultados para la prueba de California para el control de Mastitis Sub clínica en el hato de ganado Xochimancas.</i>	35
<i>Cuadro 7. Registro de resultados para pruebas rápidas de andén en leche cruda en la Unidad Producción de Lácteos</i>	42
<i>Cuadro 8. Registro de resultados para pruebas rápidas de andén en leche pasteurizada en la Unidad de Producción de Lácteos.</i>	43



1. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Producción de Lácteos de “Xochimancas, Productos del Campo y para el Campo, S.P. de R.L.” ubicada en el paraje de Chichicaspatl, entre las Delegaciones Magdalena Contreras y Tlalpan Distrito Federal. “Xochimancas” es una empresa familiar con experiencia en actividades agropecuarias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad e inocuidad de la leche cruda, pasteurizada y sus derivados, mediante la identificación de riesgos microbiológicos de la leche desde su obtención hasta su transformación, implementando un sistema de trazabilidad. Se recolectaron muestras de leche en dos etapas, el primer muestreo se llevo a cabo en el mes de Mayo, cuando la producción de leche se encontraba en su máximo nivel de producción. El segundo muestreo se llevo a cabo en el mes de Noviembre, donde la producción de leche se encontraba disminuida de acuerdo a los periodos de lactación de las vacas. La metodología utilizada en las dos etapas de recolección, consistió en realizar un conteo de bacterias mesofílicas y coliformes; además se realizó un análisis bacteriológico general de la leche en donde fue posible identificar a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, también se realizaron cultivos de garganta y manos de las personas en la elaboración de estos productos en donde se aisló e identificó a *Streptococcus spp.*

Para esta fase, se diseñó un sistema de trazabilidad de la calidad sanitaria de la leche, para permitir el seguimiento, rastreo y ubicación de los momentos donde se presentaron riesgos sanitarios para la transformación de la leche o para el consumidor. Los resultados del análisis microbiológico de leche muestran que el conteo de bacterias mesofílicas y coliformes se ve incrementado cuando la leche es trasladada al área de almacenamiento, en el primer muestreo se obtuvieron 14×10^7 UFC/mL de mesofílicos aerobios, en el segundo muestreo se obtuvieron 15×10^6 UFC/mL de mesofílicos aerobios, la carga bacteriana fue por mucho mayor a la recomendada por la NOM-243-SSA1-2010. Para el conteo de coliformes en el primer muestreo se obtuvieron 15×10^7 coliformes/mL (NMP) y para el segundo muestreo 15×10^4 coliformes/mL (NMP) para microorganismos coliformes, superior al límite permitido por la NOM-243-SSA1-2010, lo que indica que la contaminación persiste en esta etapa del proceso. Los resultados de bacterias mesofílicas aerobias para los productos lácteos fueron para queso panela 10×10^7 UFC/ml, queso Oaxaca 11×10^7 UFC/mL y yogurt 50×10^2 UFC/mL,



la NOM-243-SSA1-2010, no especifica el límite permitido para bacterias mesofílicas aerobias. Para el conteo de microorganismos coliformes en el Queso panela se obtuvo 90×10^5 coliformes/g (NMP), queso Oaxaca 70×10^3 coliformes/g (NMP), rebasan el límite máximo permitido por la NOM-243-SSA1-2010, este elevado conteo microbiológico pudo deberse a una inadecuada higiene por parte del operador y superficies que hayan estado en contacto con los productos lácteos o una deficiente técnica de pasteurización. Posteriormente, se realizó una evaluación sanitaria del personal que labora en el taller de lácteos, como complemento al sistema de trazabilidad anterior. Con la finalidad de cubrir los posibles puntos críticos de control, como lo sugiere el procedimiento de buenas prácticas de manufactura. Los géneros bacterianos identificados como el caso de *S. aureus* y *E. coli* en las muestras de leche bronca representan un problema de salud pública; para esto se recomienda mejorar el control sanitario de las muestras de leche analizadas para la protección de los consumidores, mediante la implementación de programas de capacitación del personal en el manejo higiénico del alimento y aplicación de sistemas de buenas prácticas de manufactura durante el procesamiento de los alimentos. Por otra parte se diseñó y desarrolló la implementación de pruebas rápidas de andén para el personal encargado del área de ordeña y taller de lácteos, mediante una capacitación para permitir al personal sistematizar la rutina de evaluación de calidad de la leche antes de su transformación.

De acuerdo con los resultados obtenidos se evidenció que *Escherichia coli* fue el microorganismo de mayor incidencia de acuerdo a las áreas investigadas, así mismo la leche sin algún tratamiento térmico almacenada en los tanques de almacenamiento se encuentra altamente contaminada y los conteos de microorganismos mesofílicos aerobios y coliformes presentes en la leche exceden los límites permitido, por lo que es considerada de mala calidad bacteriológica y se sugiere evitar la elaboración y consumo de productos no pasteurizados como el queso Oaxaca y pasteurizados como el queso panela, como recomendación se debe tener en cuenta una capacitación teórico-práctica de buenas prácticas de higiene y manufactura para el personal que labora en el área de ordeña , taller de lácteos y sanidad durante el proceso y realizar un re muestreo con el fin de establecer si hubo disminución en los recuentos microbiológicos, también es conveniente mejorar las condiciones de infraestructura donde se elaboran los productos lácteos.



2. INTRODUCCIÓN

La leche es el líquido secretado de la glándula mamaria de los mamíferos, ésta debe ser íntegra, libre de calostro, limpia, sana, ordeñada y manipulada en buenas condiciones higiénicas y que este exenta de color, olor, sabor y consistencia anormales. (SAGARPA-SENASICA, 2009).

La composición porcentual promedio de la leche de vaca es: agua 87%, grasa 3.5% -3.7%, lactosa 4.9%, proteínas 3.5% y minerales 0.7 % (Friedich, 2005).

La leche ha sido recomendada por organismos internacionales de desarrollo (FAO y UNESCO), como un alimento indispensable en la alimentación, por lo que su producción y abasto es parte de las estrategias de seguridad alimentaria en muchos países (FIRA, 2001).

En la actualidad los sistemas de producción de leche de bovinos en México, en un sistema de producción familiar contribuyen con el 30% de la producción total de leche en el país y posse 23% de los animales (SAGARPA, 2010). Uno de los desafíos que la leche enfrenta, es en relación con el cumplimiento de estándares de calidad que establece la Norma Mexicana para leche cruda, (NMX-F-700- COFOCALEC), que compite con la leche y productos lácteos de otras empresas como consecuencia de la apertura comercial dentro del marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ya sea por precio, comodidad, o calidad. Este reto puede limitar la viabilidad de sistemas de medianos y pequeños productores.

Los sistemas campesinos de producción de leche en el centro de México se definen como las unidades de producción con pequeñas superficies de tierra; aunque pueden no tener tierra de cultivo, cuentan con un máximo de 20 de vacas y un mínimo de tres, este ganado es producto de cruza de raza Suizo, Jersey y predominantemente Holstein (Castelán O, et al, 1997). La alimentación se basa en rastrojo de maíz, avena, maíz molido, pastoreo de praderas nativas y en menor medida praderas cultivadas; como complementos utilizan principalmente maíz en granos y subproductos agroindustriales, y en menor cantidad, alimentos balanceados comerciales (Castellán, 1997 y Arriaga, et al, 2000).

Predomina el sistema de ordeño manual y el empleo de mano de obra familiar. La venta de leche proporciona ingresos para la familia, que se complementan con otros generados por diversas actividades dentro de la unidad de producción, o fuera de ésta, en trabajos asalariados en la ciudad (Espinoza, 2004). En relación a la comercialización de leche, se



vende a agroindustrias locales procesadoras de lácteos, medianas y pequeñas queseras artesanales y empresas transnacionales o se comercializa mediante intermediarios quienes son el agente económico más crítico en el proceso de acopio; y consecuentemente para la calidad de la leche, pues se traslada a las ciudades en recorridos de aproximadamente 3 o 4 h, almacenando la leche en recipientes sin refrigeración donde se vende de manera directa al público, sin ningún tratamiento de pasteurización. (Flores, 2006). En la Ciudad de México, actualmente la calidad no es un elemento importante para determinar el precio que se paga a los productores por la leche, y más si se considera que para los intermediarios es más importante el volumen líquido que la producción de sólidos de leche o la calidad bacteriológica (Martínez y Salas, 2002).

Desafortunadamente, existe poca información sobre la calidad de la leche que se produce en sistemas campesinos, debido a que nunca se les ha exigido a los productores un nivel mínimo de calidad, a pesar de que la legislación mexicana lo establece; esta situación puede deberse a que el volumen de leche producido en los sistemas campesinos siempre se ha subestimado (Espinoza, *et al*, 2005).



3. MARCO TEÓRICO

3.1 GRANJAS ORGÁNICAS

Un sistema de producción orgánica de leche se define como un complejo ganadero que aspira a producir leche de alta calidad nutritiva practicando métodos de producción que rechazan el empleo de productos agroquímicos manufacturados (fertilizantes, pesticidas, reguladores de crecimiento y aditivos a los alimentos), que puede funcionar en forma de ciclo cerrado y recicla residuos orgánicos protegiendo el ambiente y la vida natural (IFOAM, 2005). El interés por las granjas orgánicas y por la obtención de productos lácteos orgánicos ha aumentado durante los últimos años en muchos países (Houghton y Poole, 1990). Las razones principales de este creciente interés son el impacto negativo de los sistemas de producción intensiva sobre el ambiente, la preocupación por los estándares de bienestar de los animales y las elevadas tasas de desecho de algunos sistemas de producción (Dun, 2001).

Para muchos consumidores, determinados sistemas de explotación incluyen prácticas que se acompañan de estándares inaceptablemente bajos del bienestar de los animales, como puede ser el alojamiento hacinado, el empleo de hormonas para estimular la producción, y la administración como pienso de residuos animales reciclados (harina de huesos) y que pueden suponer un riesgo para la salud tanto del animal que se alimenta con dichos residuos como para las personas que consumen los productos obtenidos de ese animal (Newton, 1993). Un sistema de granja orgánica ofrece la posibilidad de mejorar los estándares de producción de alimentos por procedimientos más aceptados por el consumidor, reducir el peligro de contaminación, y constituir un sistema sostenible sin la necesidad de grandes consumos de energía procedente de fuentes exteriores (IFOAM, 2000). La producción de leche en la empresa Xochimancas presenta un manejo orgánico en cuanto a alimentación y zootecnia.

3.2 EL RETORNO AL CONSUMO DE ALIMENTOS ARTESANALES TRADICIONALES

Con las últimas tendencias en nutrición, el regreso al consumo de productos naturales y la motivación para proteger tradiciones locales, han incrementado el consumo de alimentos artesanales y tradicionales (Winter M, 2003). Makatouni (2002), comenta que algunos de los factores que incentivan el consumo de productos orgánicos se relacionan con cuestiones de



protección medioambiental, salud, bienestar animal, seguridad, calidad, sabor y apoyo a productores locales. Los alimentos tradicionales son generalmente considerados saludables y su estudio es necesario para mejorar la dieta de los seres humanos (Trichopoulou, 2006).

Los consumidores buscan continuamente alimentos que concuerden con su estilo de vida; por otro lado, se ha encontrado una relación entre la dieta y la prevención de enfermedades crónicas (Rodgers, 2004). Los alimentos tradicionales, además de ser considerados saludables (Trichopoulou et al., 2006), son apetitosos, muchas veces la percepción del consumidor respecto a lo tradicional, es que carecen de higiene en su elaboración, la calidad de la leche, agua u otras materias primas no son las adecuadas debido a que estos sistemas de producción artesanal no cuentan con buenos sistemas de conservación y/o de control para los productos y la vida de anaquel que ofrecen es corta.

Los alimentos artesanales y tradicionales son analizados dentro de un ambiente cultural, tradicional, económico y/o social sin considerarse especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas oficiales a las cuales deben ajustarse (Cavot, 2007). La salud pública y la seguridad del consumidor son objetivos principales de la regulación a nivel mundial. Muchnik (2006) menciona que los alimentos artesanales tradicionales muestran una relación entre identidad y calidad como compleja y contradictoria porque algunos productores que mantienen una identidad territorial bien conocida no cumplen con regulaciones de higiene y algunos productos que son imitación de productos tradicionales cumplen con estándares higiénicos ofreciendo al consumidor una falsa identidad. Es por esto que Muchnik propone a los productores: mejorar la calidad con el fin de cumplir con estándares de higiene y mantener, al mismo tiempo, la identidad tradicional de sus productos. Con ello ofrecer una mejor calidad del producto y seguridad para el consumidor.

3.3 PRUEBAS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LECHE

Las autoridades sanitarias y la industria láctea en general consideran que la leche cruda de buena calidad debe tener menos de 100,000 bacterias mesofílicas aerobias por mL, menos de 400,000 células somáticas; estar libre de residuos de medicamentos; sin haber adicionado agua, no debe estar descremada, ni mezclada con sustancias que modifiquen los sólidos totales o la grasa (Rosell, 1992). La calidad de la leche, puede considerarse desde dos aspectos esenciales que no son independientes uno del otro (Alais, 1998). La calidad química corresponde a su composición, características organolépticas (olor, sabor, color,



textura) fisicoquímicas (temperatura, pH, densidad, acidez titulable, entre otras). Su valor nutritivo; que debe encontrarse en un nivel favorable que permita conservar diferentes aptitudes que son importantes en el proceso, como: estabilidad térmica, calidad de conservación, coagulabilidad enzimática y desarrollo de bacterias lácticas. La calidad bacteriológica está relacionada con la carga y tipo de microorganismos, como la microbiota inocua y otros microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus*, estas últimas potencialmente causantes de accidentes de fabricación; para su evaluación se utilizan diferentes metodologías, las que miden los cambios que producen las bacterias cuando crecen en leche, otras que miden la acción de las bacterias sobre una sustancia modificando sus propiedades y finalmente otras que cuentan el número existente de bacterias presentes en la muestra. Las últimas son las más confiables y por lo tanto las que tienen mayor aplicación a nivel mundial (Ellner, 2000).

La calidad sanitaria está referida al recuento de células somáticas. Estas 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 (Harmon, R.1994) 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 (Contreras 1992). 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 (Díaz, 2000).

Con las pruebas de medición de temperatura, medición de pH, determinación de acidez, evaluación de la densidad, evaluación de la termoestabilidad (prueba de alcohol) se podrá evaluar la calidad fisicoquímica y a partir de la determinación de bacterias mesofílicas, coliformes y aislamiento e identificación bacteriana se podrá evaluar la calidad microbiológica y sanitaria de leches broncas, pasteurizadas y derivados lácteos con la finalidad de obtener una mayor durabilidad en el mostrador y garantizarán la salud del consumidor. (Cotrino y Gavira, 2004).



3.4 TRAZABILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCION DE ALIMENTOS

La cadena alimentaria para un producto es cada vez más compleja y a veces la distancia entre una actuación determinada y la detección de la situación creada está lejos en el tiempo y en el espacio (García. 1999). La solidez del control debe ser grande en todos los escalones del proceso para que en cualquier momento sea posible detectar el problema y tomar las oportunas medidas con la urgencia necesaria para poder combatir cualquier riesgo. Se trata, de integrar todo el proceso sometiéndolo a un control global que va desde el origen de todos los integrantes de un alimento hasta el momento que llega a su destino final (Cameron, 1985).

La trazabilidad o rastreabilidad supone un seguimiento de todos y cada uno de los eslabones y, además, la responsabilidad en cascada, de tal forma, que cada operador que interviene en la cadena añade los datos oportunos antes de que se pase el producto al eslabón siguiente (Briz y De Felipe, 1998).

La trazabilidad es el conjunto de procedimientos que hace posible conocer la procedencia, el proceso y la situación de un producto o lote de productos alimenticios a lo largo de toda la cadena y en cualquiera de sus fases. Para ello es necesario disponer de un control permanente de las materias primas y del resto de los ingredientes y elementos auxiliares, controlar el proceso (temperaturas, tiempos, acidez, limpieza en utensilios, ordeñadora, almacenamiento, etc.) conocer permanentemente las existencias de productos elaborados, establecer el oportuno control documental que permita identificar lotes, fechas de elaboración e indicaciones de utilización, disponer de un programa de manejo de riesgos químicos y microbiológicos durante todos los procesos, utilizar un adecuado servicio de laboratorio, garantiza los análisis realizados y disponer del personal apropiado y con la formación precisa (Briz, 2003).

3.5 NECESIDAD DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LÁCTEOS

Debido a las condiciones de producción de los sistemas artesanales se requiere la incorporación de análisis microbiológicos para establecer la inocuidad y calidad de los productos, a fin de disminuir riesgos y evitar problemas al consumidor (Muchnik, 2006). Las enfermedades transmitidas por alimentos son aquellas en donde el alimento actúa como vehículo en la transmisión de organismos y sustancias tóxicas. Existen tres tipos principales



de enfermedades transmitidas o relacionadas con los alimentos: infecciones, intoxicaciones y toxiinfecciones, siendo las infecciones las más frecuentes (Prescott, 2000).

La calidad de la leche cruda y pasteurizada condiciona la obtención de un producto uniforme y de buenas cualidades. A pesar de los adelantos en los diseños y características de los equipos se puede afirmar que es imposible hacer productos de calidad aceptable si se parte de leche de calidad pobre. Por ello se controla diariamente la leche que se recibe con el criterio para su admisión o rechazo (Alais, 1998). La leche de forma natural contiene microorganismos que se estudian por su utilidad y otros por la capacidad de alterar la composición y características organolépticas de ésta o sus derivados, o por ser agentes causales de enfermedad en los consumidores; en ella pueden encontrarse microorganismos de los diferentes grupos: bacterias, hongos y virus (Frazier, 1993).

A la contaminación natural de la leche debe sumarse la multiplicación de las bacterias, debido a que es un excelente medio de cultivo para la mayoría de los microorganismos (Ellner R, 2000). Las bacterias mesofílicas requieren una temperatura óptima de crecimiento entre 20-44° C (Frazier, 1993). El recuento de bacterias mesofílicas proporciona información acerca del número de bacterias viables, refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima lo que permite determinar el grado de exposición de los alimentos a la contaminación por microorganismos. El recuento de mesófilos no garantiza la ausencia o presencia de patógenos o sus toxinas, los resultados indican (Cotrino y Gavira, 2004):

- Excesiva contaminación microbiana de la materia prima.
- Incorrecta manipulación durante el proceso de elaboración.
- La posibilidad de que existan patógenos, pues estos son mesófilos. La inmediata alteración del producto.

Por otro lado, los microorganismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo con hábitat intestinal, suelo y superficies de agua dulce (Ellner R, 2000). El grupo de bacterias coliformes totales comprende todos los bacilos Gram negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 horas a 35°C ± 1°C. Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes, capaces de fermentar la lactosa a 44° C en vez de a 37 °C como lo hacen los coliformes totales (Prescott, 2000). Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces corresponde a *E. coli* y ciertas especies de *Klebsiella spp.* Los coliformes fecales se



encuentran casi exclusivamente en los animales de sangre caliente y se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal; estos últimos microorganismos se denominan termo tolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. La capacidad de los coliformes fecales de reproducirse fuera del intestino de los animales es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH y humedad (Frazier, 1993). Aunque estas bacterias no tienen necesariamente origen intestinal, la presencia de ellas en lo alimentos indica deficientes practicas de sanitización de superficies, un inadecuado manejo durante el proceso y deficiencias de higiene personal, principalmente una mala o nula practica de lavado de manos.

3. 6 GENERALIDADES SOBRE MASTITIS

Mastitis se define como un complejo infeccioso, inflamatorio de la glándula mamaria, primario o secundario, agudo crónico, con alteraciones anatómica y funcionales, que alteran la secreción láctea normal, atacando preferentemente a vacas lecheras y con mayor frecuencia que en otras vacas de cría (Castillo, 2008).

El término mastitis se refiere a la inflamación de la glándula mamaria sea cual sea su causa. Se caracteriza por las alteraciones físicas, químicas y casi siempre bacteriológicas de la leche, también por modificaciones patológicas del tejido glandular (Ericsson H et al, 2009).

La mastitis es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria. El término se deriva de las palabras griegas mastos, que significa “pechos” e itis que quiere decir “inflamación de”. La inflamación es la respuesta de los tejidos productores de leche en la ubre a una lesión traumática o la presencia de microorganismos infecciosos que han ingresado a la ubre. En la gran mayoría de los casos la enfermedad es causada por los microorganismos.

El propósito de la inflamación es doble: 1) eliminar o neutralizar microorganismos invasores; 2) ayudar a reparar los tejidos lesionados, para así regresar la glándula a su normal funcionamiento. Los síntomas de inflamación varían ampliamente, y dependen del grado de reacción del tejido de la ubre a la infección.

Una infección ocurre cuando los microorganismos penetran el canal del pezón y se multiplican dentro de la glándula mamaria. La presencia o ausencia de infección se determina recolectando muestras asépticas de 5 leche de cada cuarto y haciendo cultivos microbiológicos. Las infecciones puedes ser clínicas o subclínicas dependiendo del grado de inflamación.



3.6.1 MASTITIS CLÍNICA

Se caracteriza por sus anormalidades visibles en la ubre o en la leche. Éstas varían enormemente en su severidad durante el curso de la enfermedad. Los casos clínicos se pueden definir como Sub-agudos (medianamente clínicos), cuando los síntomas incluyen solamente alteraciones menores en la leche y en los cuartos afectados, como grumos, escamas o secreciones decoloradas. El cuarto puede estar también ligeramente hinchado y sensible.

- Mastitis Sobreaguda.- Son poco comunes, e incluyen los síntomas mencionados anteriormente, pero también incluyen depresión y respiración agitada, pérdida de coordinación muscular, extremidades frías, falta de reflejo en la pupilas, deshidratación y diarrea.
- Mastitis aguda.- Los casos de mastitis aguda se caracterizan por su ataque repentino, enrojecimiento, hinchazón, dolor, endurecimiento, leche anormal y reducción en la producción. También pueden estar presentes otros síntomas sistemáticos, tales como fiebre y falta de apetito (Rodostitis,2002)

3.6.2 MASTITIS SUBCLÍNICA

Es mucho más sutil y no puede detectarse por observación visual, sin embargo se puede identificar haciendo pruebas que detecten la presencia de microorganismos infecciosos o de resultados de inflamación, tales como células somáticas. Algunas personas no alcanzan a apreciar la persistencia e importancia económica de la mastitis subclínica, porque la leche mantiene su apariencia normal. Esta clase de enfermedad es importante por las siguientes razones.

- Es 15 a 40 veces más frecuente que su manifestación clínica.
- Es de larga duración.
- Es difícil de detectar.
- Reduce la producción de leche.
- Afecta la calidad de la leche.
- Constituye una reserva de microorganismos que transmiten la infección a otros animales en el hato (Rodostitis, 2002).



3.6.3 MASTITIS CRÒNICA

Puede comenzar en cualquiera de las formas: clínica o subclínica, y puede ser detectada con signos intermitentes de mastitis clínica. Tiene usualmente un desarrollo progresivo de tejido cicatrizante y un cambio en el tamaño y forma de la glándula afectada acompañado de pérdida o reducción en la producción de leche. El tiempo entre los episodios de mastitis clínica y subclínica puede variar enormemente, dependiendo de los microorganismos infecciosos, de la tensión del animal y otros factores (Philipot, 2000).

3.6.4 MASTITIS NO ESPECÌFICA

También conocida como mastitis aséptica, esta forma ocurre cuando los microorganismos no pueden ser aislados en las muestras de leche. Estos casos pueden ser clínicos o subclínicos. No importa de qué tipo de mastitis se trata, la meta final en el manejo de ésta, es la de prevenir que las infecciones ocurran (Castillo, 2008).



4. OBJETIVO GENERAL

Analizar el proceso de producción de leche de vaca de un sistema familiar con manejo orgánico, que sirve de materia prima para lácteos, a través de un análisis de inocuidad y calidad para mejorar la eficiencia de su producción.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Establecer la inocuidad de leche de vaca de un sistema familiar con manejo orgánico mediante un estudio de trazabilidad microbiológico.
2. Evaluar los atributos de la leche como materia prima para su transformación a lácteos a partir de pruebas rápidas de andén.
3. Proponer el plan de capacitación a futuro, basado en las Buenas Prácticas de Manufactura e Higiene, como uso continuo en la manipulación de la leche y elaboración de productos lácteos que garantice el consumo del producto.

5. HIPÓTESIS

La identificación de la sanidad como diagnóstico de inocuidad y la adopción de un proceso sistematizado de evaluación de calidad permitirá mejorar los atributos deseables para la elaboración de productos lácteos Xochimancas.



6. METODOLOGÍA

6.1 PRIMERA ETAPA DE MUESTREO. LACTACIÓN (MAYO)

6.1.1 ORIGEN DE LA MUESTRA

Se trabajó con leche de vacas raza Jersey de 3 años de edad en promedio, de uno a dos partos y clínicamente sanas, criadas bajo un sistema de producción con manejo orgánico en la empresa Xochimancas Productos del Campo y para el Campo SPR de RL ubicada en San Nicolás Totolapan, Delegación Magdalena Contreras, Distrito Federal, México (Figura 1).

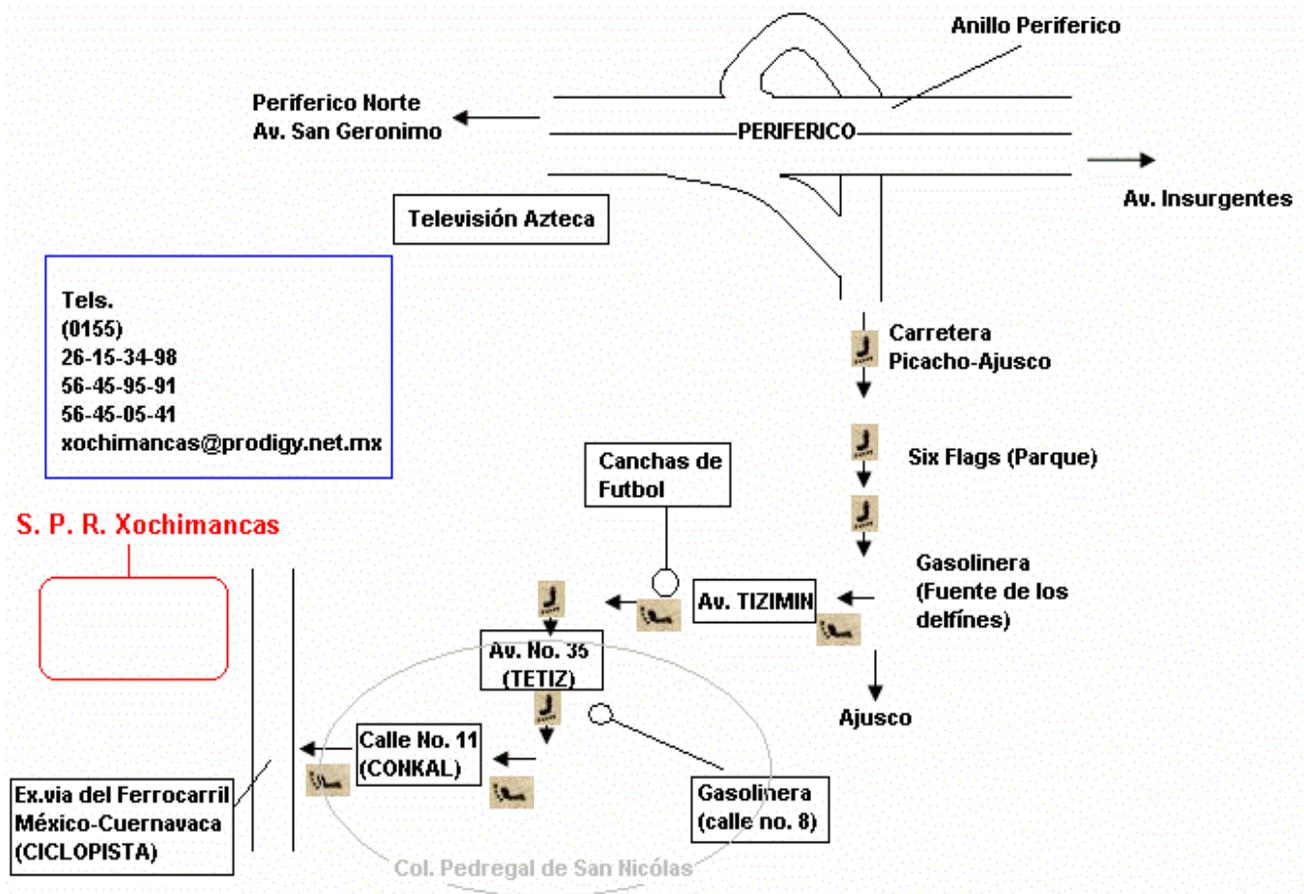


Figura 1. Ubicación de la Unidad de Producción de Lácteos Xochimancas. Disponible en: <http://www.paginasprodigy.com/xochimancas/ubicación.html> [Último acceso 26 de noviembre 2012]



6.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTORA DE LACTEOS XOCHIMANCAS

Actualmente Xochimancas cuenta con 7 vacas de ganado bovino lechero de raza Jersey y una vaca de raza Holstein. La dieta del ganado bovino consta de: ensilado de maíz (*Zea mays*), rastrojo de maíz, heno de ebo (*Vicia sativa*), zacate de maíz fresco y salvado de trigo (*Triticum aestivum*). También se les proporciona un concentrado comercial de acuerdo a la edad del animal, y finalmente se les brindan dos suplementos alimenticios: el suplemento mineral que se suministra diariamente y el bloque multinutricional cuya adición se limita a un día de la semana. (Hernández y Correa, comunicación personal) (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo de ingredientes de la dieta Xochimancas.

La ordeña es de tipo mecánica, se realiza en dos horarios durante el día 5:00 h y 17:00 h todos los días de la semana; la mayor parte de la producción es para la elaboración artesanal de lácteos (Figura 3).



La leche recién obtenida diariamente de las vacas en producción es de aproximadamente 90L, en el pico de la lactación. Se lleva al taller de lácteos para su refrigeración, y se le aplica una pasteurización lenta que corresponde a una temperatura de 63°C durante 30 min.



Figura 3. Ordeño mecánico portátil en la Unidad de Producción de Lácteos Xochimancas (Unidad de Lácteos).

6.1.3 ESTUDIO DE TRAZABILIDAD MICROBIOLÓGICO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

Las muestras consistieron en leche cruda directa de la ubre de 5 vacas, leche cruda del tanque de almacenamiento, leche sometida a pasteurización lenta, productos lácteos pasteurizados y no pasteurizados así como del personal que labora en el taller de lácteos, las cuales se sometieron a un análisis microbiológico para la determinación de mesófilos aerobios, coliformes totales, posteriormente se realizó la identificación de microorganismos patógenos mediante pruebas bioquímicas y como prueba rápida de andén para la leche cruda se realizó la prueba de California para la detección de mastitis subclínica.

La toma de muestras se llevó a cabo en dos periodos (Cuadro 1). El periodo 1 Lactación se realizó en el mes de Mayo de 2012 cuando la cantidad de leche se encontraba en su máxima producción. Se recolectaron 20 mL de leche de cada una de las vacas en producción, para ello se accedió al área de ordeña, para realizarle una limpieza a las glándulas previo a la recolección de la muestra y así estimular a la vaca para que baje la leche, seguido de un secado de la ubre por medio de toallas desechables, después de la limpieza se desinfectó la



ubre con alcohol. Posteriormente se eliminaron los primeros chorros de leche para proceder a la recolección de la muestra. Por último, la ubre es sellada con clorhexidina, este compuesto permite mantener sanos los pezones del ganado y ayuda a eliminar bacterias Gram–negativas, hongos y virus. En el taller de lácteos se muestreó leche cruda del tanque de almacenamiento con un tiempo de refrigeración no mayor a 24 h perteneciente a la ordeña matutina, leche sometida a pasteurización lenta (63°C/ 30min) y se tomaron muestras de 20 g de queso tipo Oaxaca, panela y de yogurt natural. Las muestras de leche y derivados fueron colectadas en frascos de vidrio estéril, con cierre hermético y transportadas en refrigeración menos de 24 h. Se realizó un hisopado de manos y garganta al personal que labora en el taller de lácteos, no hubo un aseo especial para la toma de muestra de manos, solo se sugirió hacerlo como regularmente lo realizan, para la toma de muestra de garganta se hizo la recomendación de un aseo bucal normal. Los hisopos fueron transportados a través de un medio de transporte de Stuart, con un tiempo transcurrido de 3 h aproximadamente, bajo condiciones de refrigeración al laboratorio de microbiología del departamento de Rumiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM) para su análisis microbiológico.

a) Determinación de bacterias mesofílicas: Se utilizó la técnica de cuenta en placa, por la técnica de Miles y Misra (Munsch et al, 2007). Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa (Anexo A) (Figura 4).





Figura 4. Análisis microbiológico realizado en Laboratorio de Microbiología del Departamento de Medicina y Zootecnia de Ruminantes Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

b) Determinación de bacterias coliformes: Se utilizó la técnica del Número Más Probable (NMP), modificada de la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable (Anexo B). Ambos métodos son utilizados en el departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ-UNAM).

c) Aislamiento e identificación bacteriana: Se colocaron 30 μL de la muestra en una placa de agar sangre y agar Mac Conkey en la primera estría para realizar el primocultivo, ambas placas se incubaron a 37°C durante 24h en condiciones de aerobiosis, en caso de no observar crecimiento se incubaron durante 48 h mas hasta descartar crecimiento bacteriano. Los cultivos fueron examinados para determinar la morfología macroscópica de las colonias desarrolladas y su número relativo de acuerdo al número de estrías presentes en el agar en donde se observó crecimiento bacteriano.



A partir de las colonias representativas que tuvieron crecimiento en agar sangre y/o McConkey se realizó un frotis fijo teñido con Gram para verificar la morfología, afinidad tintorial y agrupación bacteriana, de tal forma que se pudiera guiar la identificación bioquímica recomendada por Carter *et al* (1984).

Para la identificación de *Escherichia coli* se utilizaron las siguientes pruebas bioquímicas: como prueba primaria se realizó la determinación de oxidasa, complementaria a esta prueba se realizaron las pruebas Triple Azúcar Hierro (TSI), SIM, Citrato y urea.

Para la identificación bioquímica de *Staphylococcus aureus* se utilizaron las siguientes pruebas bioquímicas: como prueba primaria la determinación de la enzima catalasa, complementaria a esta prueba se realizaron la prueba de coagulasa, manitol anaerobio, crecimiento en agar P y resistencia a Polimixina B.

6.2 SEGUNDA ETAPA DE MUESTREO. “DECLIVE DE LA LACTACIÓN” (NOVIEMBRE)

6.2.1 ESTUDIO DE TRAZABILIDAD MICROBIOLÓGICO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

El periodo 2. Declive de la Lactación, se realizó en el mes de Noviembre 2012, que corresponde al periodo donde la producción de leche se encontraba disminuida (“secado de las vacas”).

En el área de ordeña se colectaron 20 ml de leche cruda de vaca raza Jersey de las últimas 2 vacas en producción, del tanque de almacenamiento mantenida en refrigeración con un tiempo de aproximadamente 17 h, depositadas en frascos de vidrio estéril, con cierre hermético, se utilizaron similares técnicas que en la primera etapa de muestreo (Lactación) para la determinación de bacterias mesofílicas, bacterias coliformes y aislamiento e identificación bacteriana. Se realizó un segundo hisopado de manos y garganta al personal del taller de lácteos, así como en la máquina ordeñadora, el tanque de almacenamiento y la mesa de trabajo, los hisopos fueron transportados en medio de Stuart a 4°C al laboratorio de microbiología del departamento de Rumiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM) para su análisis microbiológico (Figura 5).





Figura 5. Áreas correspondientes a la segunda etapa de muestreo en la Unidad de Producción de Lácteos Xochimancas (Unidad de Lácteos).



Cuadro 1. Etapas de muestreo en la Unidad de lácteos Xochimancas.

ESTRATEGIA DE MUESTREO XOCHIMANCAS			
Periodo 1. Lactación	Determinaciones microbiológicas	Periodo 2. “Declive de la Lactación”	Determinaciones microbiológicas
Mayo		Noviembre	
<p>Área de Ordeña</p> <ul style="list-style-type: none"> Leche cruda directa de la glándula de 5 vacas en producción Tanque de almacenamiento¹ Tanque de almacenamiento 2 	<ul style="list-style-type: none"> Mesófilos aerobios Coliformes totales Prueba de California para la detección de mastitis subclínica Pruebas Bioquímicas <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> 	<p>Área de Ordeña</p> <ul style="list-style-type: none"> Leche cruda directa de la glándula Pezoneras de la máquina ordeñadora Tanque de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Mesófilos aerobios Coliformes totales Prueba de California para la detección de mastitis subclínica Pruebas Bioquímicas <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
<p>Taller de Lácteos</p> <ul style="list-style-type: none"> Leche sometida a pasteurización Productos de leche pasteurizada: queso panela y yogurt Productos de leche no pasteurizada: queso Oaxaca 	<ul style="list-style-type: none"> Mesófilos aerobios Coliformes totales Pruebas Bioquímicas <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> 	<p>Taller de Lácteos</p> <ul style="list-style-type: none"> Hisopado del personal: 3 operarios manos y garganta 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas Bioquímicas <i>Streptococcus spp</i>
<ul style="list-style-type: none"> Hisopado del personal: 3 operarios manos y garganta 	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas Bioquímicas <i>Streptococcus spp.</i> 		



6.3 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA LECHE

La evaluación de calidad de la leche como materia prima (antes de su transformación) se realizó mediante implementación de pruebas rápidas de campo en el área de ordeña (prueba de California para la detección de mastitis subclínica) y de andén en el taller de lácteos (pruebas sensoriales: olor, color, sabor y textura, fisicoquímicas: temperatura, pH, acidez, densidad, termo estabilidad (prueba de alcohol).

6.3.1 PRUEBAS DE SANIDAD DE UBRE

La prueba de California es una prueba sencilla y útil a nivel de campo para diagnosticar la mastitis clínica y subclínica en el ganado bovino lechero, mediante el conteo de células somáticas de la leche. No proporciona un resultado semicuantitativo, sino más bien un estimado del conteo celular indicando si éste es elevado o bajo; todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso (Blowey, 1999).

Esta prueba previene que la leche inapropiada, sea trasladada al taller de lácteos para su transformación. También es un buen indicador para conocer a las vacas candidatas a padecer infecciones latentes con respecto a una observación directa de la ubre.

Pasos a seguir para la realización de la Prueba de California:

1. Se desecha la leche del pre ordeño.
2. Se ordeñan uno o dos chorros de leche de cada cuarto en cada una de las placas de la paleta.
3. Se inclina la paleta de modo que se desecha la mayor parte de esta leche.
4. Se añade a la leche un volumen igual de reactivo alquiril – aril – sulfonato de sodio.
5. Se mezcla el reactivo y se examina en cuanto a la presencia de una reacción de gelificación. Antes de continuar con la vaca siguiente se debe enjuagar la placa.

Los resultados se emiten en cinco clases: Desde el resultado negativo en el que la leche y el reactivo siguen siendo acuosos, hasta el recuento de células más elevado en el que la mezcla de la leche y el reactivo casi se solidifica. Esto se determina con arreglo a la reacción de gelificación. La reacción consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquil-aril



sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de las células presentes y éste se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto mayor será la formación de la gelatina, traduciéndose en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. Además, la prueba posee un colorante (púrpura de bromocresol) que indica los cambios de pH ocurridos en la leche a raíz de la inflamación (Blowey y Edmonson, 1995) (Figura 6).



Figura 4. Prueba de California para la detección de mastitis subclínica realizadas en la Unidad de ordeña Xochimancas.

6.3.2 PRUEBAS RÁPIDAS DE ANDÉN EN LECHE

En lo que refiere al análisis de la calidad de la leche para la elaboración de lácteos, se realizaron pruebas sensoriales: olor, color, sabor y textura, fisicoquímicas que consistieron en la medición de temperatura, pH, acidez, densidad y termoestabilidad (“prueba de alcohol”) (Anexo C). Cabe indicar que la prueba de fosfatasa no se realizó, debido a que se pensó en un montaje y realización de pruebas de andén lo mas practico y rápido posible. Aunque se hace la recomendación para implementar esta técnica y que el personal que labora en el taller de lácteos determine la eficiencia de su pasteurización.

Para implementar las pruebas rápidas de andén se realizó una capacitación que tuvo una duración aproximada de 6 horas. Posteriormente se montaron las pruebas rápidas de andén para descartar dudas y al personal que labora en el taller de lácteos se le proporcionó una carpeta para el registro de datos (Anexo G).



7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 ETAPAS DEL SISTEMA LECHERO CON MANEJO ORGÁNICO EN XOCHIMANCAS

El manejo de la leche en la empresa Xochimancas se divide en las siguientes etapas: 1) ordeña, 2) tanque de almacenamiento, 3) pasteurización, 4) transformación en lácteos. Estas etapas requieren de mayor atención de riesgos microbiológicos; ya que la eliminación de microorganismos no puede ser garantizada por ninguna etapa posterior al proceso de pasterización. (Figura 7).

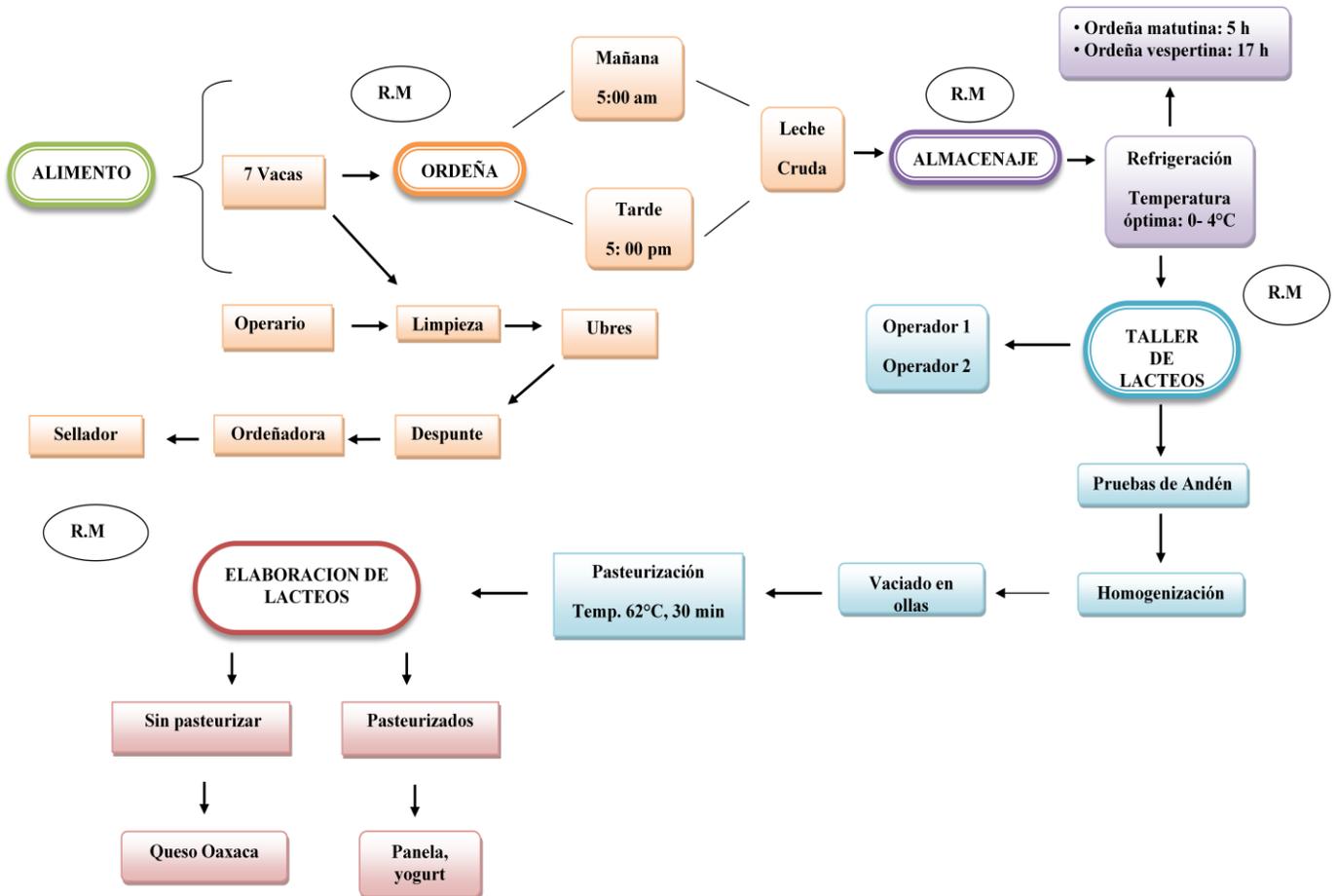


Figura 5. Esquema de proceso de la Unidad de Producción de Lácteos

Este tipo de procesos es similar al de otras unidades de producción de lácteos del país (Díaz, 2003). En general, los aspectos de inocuidad más relevantes se encuentran en la ordeña y el almacenaje posterior a la ordeña.

7.2 ESTUDIO DE TRAZABILIDAD MICROBIOLÓGICO DE LECHE Y LÁCTEOS

Para evaluar y garantizar la inocuidad se diseñó una estrategia de trazabilidad de las muestras de leche en cada una de las etapas del sistema lechero. Con la intención de identificar en qué etapa del proceso se encuentran riesgos microbiológicos.

7.2.1 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS LACTACIÓN (MAYO)

a) Determinación de bacterias mesofílicas. La leche del primer tanque de almacenamiento para leche bronca se obtuvieron un total de 14×10^6 UFC/mL, para la leche del segundo tanque de almacenamiento se obtuvieron 3200 UFC/mL y para la leche sometida a pasteurización lenta 920 UFC/mL, siendo las muestras con la cuenta bacteriológica más alta (Cuadro 2).

b) Determinación de bacterias coliformes. Las ocho muestras de leche obtenida de la ubre en general presentaron menos de 3 coliformes/mL de leche, excepto para una con 23 coliformes/mL (NMP). La leche bronca del primer tanque de almacenamiento se obtuvo 15×10^7 coliformes/mL (NMP) (Cuadro 2). De acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010, el límite máximo permitido es de 10 UFC/mL.

c) Aislamiento e identificación bacteriana. Se aislaron e identificaron dos agentes microbianos específicos: *Escherichia coli*, en todas la muestras incluyendo la leche de tanque y leche pasteurizada y *Staphylococcus aureus* solamente en la muestra de leche bronca. (Cuadro 2).

De acuerdo con los análisis de bacterias mesofílicas aerobias obtenidas en el área de ordeña, para la vaca marcada con el arete 1799 se encontró un elevado conteo de mesófilos aerobios (Figura 8), esto se puede atribuir a un inadecuado control higiénico – sanitario ya que después del ordeño, la leche queda expuesta a contaminación por las manos del operador, material y equipo empleado durante el desarrollo de la práctica de ordeño, no se debe descartar una inadecuada desinfección y limpieza de la ubre. En el caso de la leche del tanque de almacenamiento que se mantuvo en refrigeración con un tiempo no mayor de 24 h, la causa de su conteo alto de mesofílicos (Figura 10) pudo deberse a diversos factores como una mala higiene personal por parte del operador, mala higiene de los tanques utilizados para el almacenamiento de la leche, ubres sucias o no higienizadas previo al



ordeño y algo que es de gran importancia que no se cumple en esta Unidad de Lácteos Xochimancas, es la no refrigeración rápida de la leche bronca hasta los 4°C.

La NOM-243-SSA1-2010, establece que la leche cruda deberá cumplir con un límite de menos de 100,000 UFC/mL (NOM-243-SSA1-2010). En comparación con otros estudios (Perdomo, 2010) los resultados obtenidos difieren con el análisis de leche que se hizo en 4 abastecedoras de productos lácteos en Michoacán, México, donde se reportaron altos índices de mesofílicos aerobios 50,000,000 UFC/mL de muestra y la muestra con menor carga de 35,206,500 UFC/mL de muestra.

En los análisis para bacterias coliformes la muestra de leche del tanque de almacenamiento tomada en la Unidad de Lácteos Xochimancas está por encima del límite máximo permitido 10 UFC/mL de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010.

Cuadro 2. Determinación de microorganismos mesofílicos y coliformes en leche de la Unidad de Lácteos Xochimancas.

ETAPA DEL PROCESO	UNIDAD DE MUESTREO	NÚMERO DE MESOFÍLICOS (UFC/mL)	NÚMERO DE COLIFORMES (NMP/mL)	ESPECIES BACTERIANAS IDENTIFICADAS MEDIANTE PRUEBAS BIOQUÍMICAS
Ordeña	Vaca 1799	4.60x10 ²	≤ 3	<i>E. coli</i>
	Vaca 9081	6.00x10 ¹	≤ 3	<i>E. coli</i>
	Vaca 1764	2.60x10 ²	2.30x10 ¹	<i>E. coli</i>
	Vaca 764	1.20x10 ²	≤ 3	<i>S. aureus</i>
	Holstein	2.00x10 ²	≤ 3	<i>E. coli</i>
Almacenamiento	Tanque de Leche bronca1	*14x10 ⁶	**15x10 ⁷	<i>E. coli</i>
	Tanque de Leche bronca2	3.20x10 ³	≤ 3	<i>E. coli</i>
Pasteurización	Tanque leche pasteurizada	9.20x10 ²	≤ 3	<i>E. coli</i>

* = por encima del límite máximo permitido por la NOM-243-SSA-2010, ** = por encima del límite máximo permitido por la NOM-243-SSA-2010.



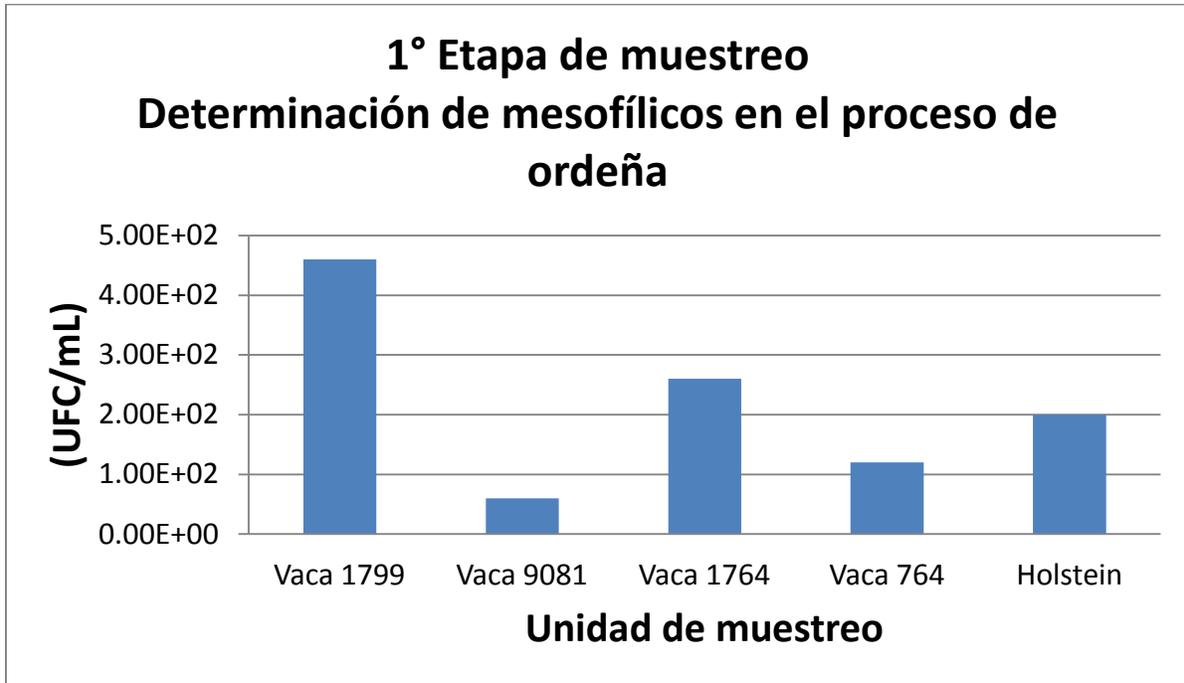


Figura 8. Determinación de mesofílicos en el proceso de ordeña.



Figura 9. Determinación de mesofílicos en el proceso de almacenamiento.

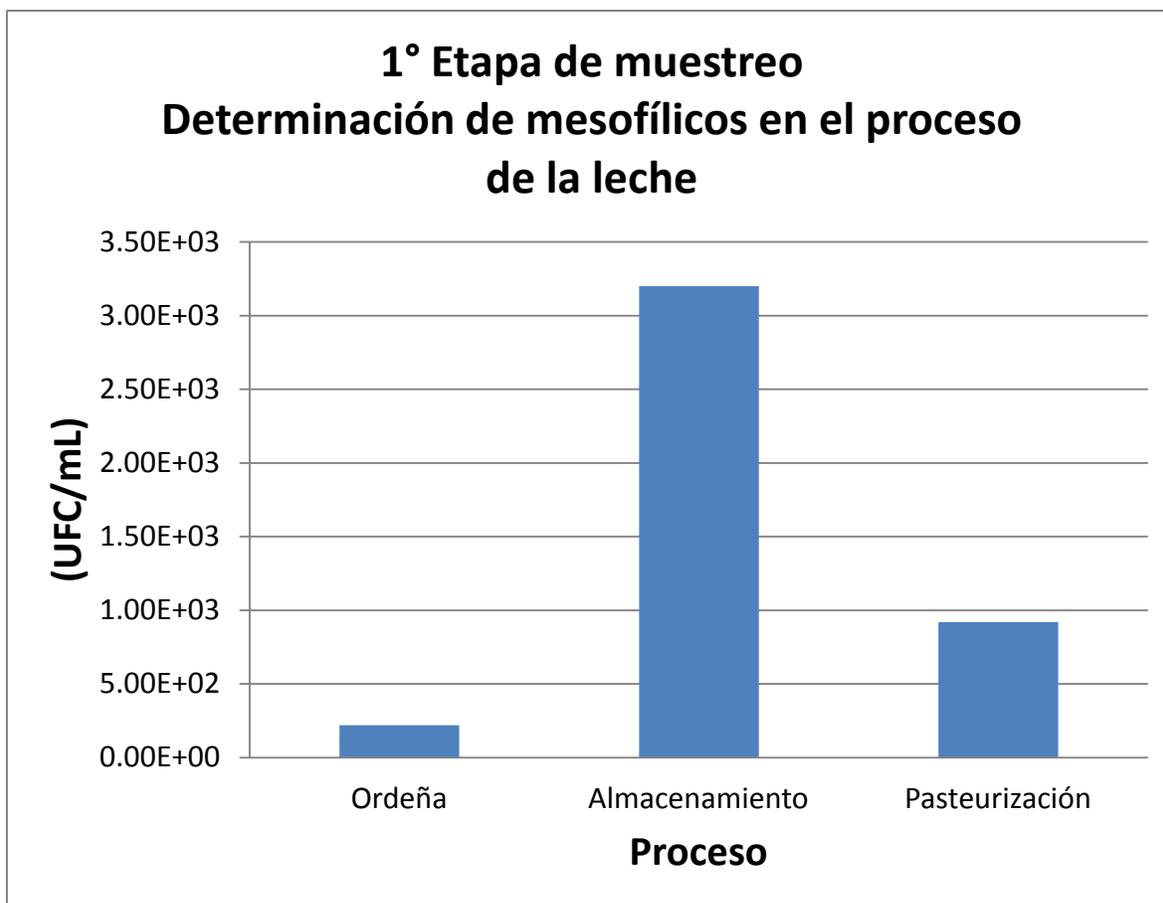


Figura 10. Determinación de mesofílicos en el proceso de la leche.

Un estudio similar realizado en el estado de Michoacán (Perdomo, 2010) en 4 abastecedoras de productos lácteos se obtuvo que la leche con mayor grado de contaminación se encontraba por encima de 3,000,000 UFC/mL. Esto nos da como comparativo que la calidad higiénico sanitaria, en plantas procesadoras de leche de otras regiones del país, existe un mismo problema, el cual nos lleva a tener en el mercado, productos lácteos de mala calidad sanitaria, poniendo en riesgo la salud del consumidor.

La empresa Xochimancas productos del Campo y para el Campo aún está deficiente en sus prácticas sanitarias, de higiene en el almacenamiento de la leche. La presencia de coliformes es un indicador del grado de contaminación fecal. Esta situación se puede resolver mediante limpieza y mejorando las prácticas de higiene durante todo el proceso de la leche.

La identificación y aislamiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en 20 mL de muestra de leche cruda y pasteurizada, representa un problema de salud pública; para esto se recomienda mejorar el control sanitario de las instalaciones, de todo el equipo e utensilios

que se utilice durante el proceso de la obtención, almacenamiento y transformación de la leche, para la protección de los consumidores, para ello se deben establecer programas de capacitación del personal en el manejo higiénico del alimento y aplicación de sistemas de buenas prácticas de manufactura durante el procesamiento de los alimentos.

7.2.2 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS EN LÁCTEOS

a) Determinación de bacterias mesofílicas. En el caso de los productos lácteos la NOM-243-SSA1-2010, no especifica el límite permitido para bacterias mesófilas aerobias, ya que puede incluir a las bacterias lácticas que son microorganismos deseables y las cuentas serían elevadas debido a la presencia de estas bacterias por lo que no es parámetro para indicar la calidad sanitaria (Romero, 2009). En el caso del queso panela se obtuvieron 10×10^7 UFC/g y en el tipo Oaxaca se obtuvieron 11×10^7 UFC/g. Esto es un indicador de que hay problemas de contaminación durante el proceso, pudiendo ser los utensilios para la elaboración de productos lácteos, agua, empaquetado, higiene de la mesa de trabajo, operador, refrigeración inadecuada (Cuadro 3). Es necesario adoptar buenas prácticas de higiene, limpieza de utensilios y las instalaciones.

b) Determinación de bacterias coliformes: En cuanto a los productos lácteos frescos y de suero la NOM-243-SSA1-2010, especifica que deberán contener ≤ 3 NMP/g como máximo. Para el queso Oaxaca se obtuvieron 70×10^3 coliformes/g (NMP) y en queso panela se obtuvieron 90×10^5 coliformes/g (NMP), por lo que rebasan el límite máximo permitido por la Norma, esto revela las deficientes condiciones de higiene a las cuales estuvo expuesto el queso y se debe a factores como el contacto con superficies sucias como es el caso de las manos o ropa de los operarios, malas prácticas de manufactura y transporte (Cuadro 3). Esta situación puede ser resuelta mejorando la limpieza y desinfección del área de trabajo, así como de los utensilios empleados para la elaboración de los productos lácteos, también se debe tener en cuenta la implementación de las buenas prácticas de higiene por parte del personal que labora en el área de lácteos Xochimancas (Figura 11).

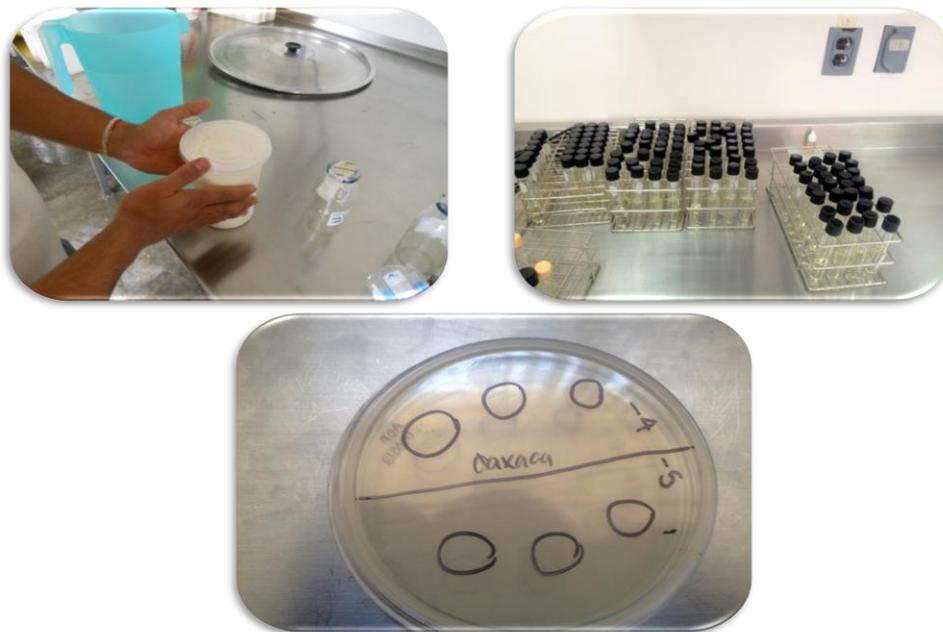


Figura 11. Análisis microbiológico en lácteos en Laboratorio de Microbiología del Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM – método.

Cuadro 3. Registro de resultados para microorganismos mesofílicos y coliformes en lácteos producidos en Unidad de Lácteos Xochimancas.

PRODUCTO LÁCTEO	NÚMERO DE MESOFÍLICOS (UFC/g)	NÚMERO DE COLIFORMES (NMP/g)
Queso panela	* 10×10^7	** 90×10^5
Queso Oaxaca	* 11×10^7	** 70×10^3
Yogurt	50×10^2	≤ 3

* = NOM-243-SSA-2010, no existe límite máximo permitido, ** = por encima del límite máximo permitido por la NOM-243-SSA-2010.

En un estudio realizado en ciudad Obregón Sonora, se encontró que productos alimenticios de consumo fresco, el 32% de las muestras de lácteos rebasaron la especificación microbiológica para microorganismos mesofílicos aerobios y más del 70% de las muestras analizadas superaron las especificaciones sanitarias para coliformes totales y fecales (Félix; 2004). En el año 2005 se realizó un estudio por Vargas y Hernández en el estado de Tabasco, sobre la calidad microbiológica de los quesos, se encontró que el 41.7% de las muestras se encuentran contaminados por coliformes fecales, no encontrando microorganismos patógenos (Vargas y Hernández, 2005), esto nos indica que en otras plantas procesadoras de lácteos, también presentan grandes problemas de contaminación durante su proceso de elaboración de lácteos, sin descartar problemas en la obtención y almacenamiento de la leche bronca, esto representa un problema de salud pública debido a que más del 50% de las muestras analizadas en estos estudios, presentan contaminación por coliformes totales y fecales.

7.2.3 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS EN EL PERSONAL Y LOS IMPLEMENTOS

En el análisis bacteriológico realizado en manos y garganta del personal que labora en el taller de lácteos, sólo en un operador se identificó a *Streptococcus* spp. en su mano derecha. Este microorganismo es parte de la microbiota de fosas nasales, garganta y también puede estar presente en leche cruda. El origen de este microorganismo puede explicarse debido a que el operador no tuvo una adecuada higiene personal ya que su mano pudo haber estado en contacto con sus fosas nasales o la boca, también pudo haber tenido alguna infección de garganta. Una medida para superar esta situación es mejorar la higiene del personal y la incorporación de bata, cubre bocas y guantes durante el proceso. Es importante que operador notifique al encargado del área que sufre de una enfermedad contagiosa ya que existe la posibilidad de que la leche o los productos lácteos se contaminen.

A partir de las colonias representativas que tuvieron crecimiento en agar sangre y/o McConkey se realizó un frotis fijo teñido con Gram para verificar la morfología, afinidad tintorial y agrupación bacteriana, de tal forma que se pudiera guiar la identificación bioquímica recomendada por Carter *et al* (1984).

Para la identificación bioquímica de *Streptococcus* spp se utilizaron las siguientes pruebas bioquímicas: como prueba primaria la determinación: Catalasa, utilización de Carbohidratos (glucosa, lactosa, sorbitol, manitol, trehalosa), Crecimiento en NaCl al 65% e Hidrólisis de esculina.



7.2.4 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS DECLIVE DE LA LACTACIÓN (NOVIEMBRE)

a) Determinación de bacterias mesofílicas: Para la vaca identificada con el arete 1799 se obtuvieron 50×10^3 UFC/mL de leche directa de la ubre, para la muestra de leche cruda de tanque de almacenamiento se contabilizaron 15×10^6 UFC/mL, siendo las muestras con la mayor cuenta bacteriológica (Cuadro 4).

b) Determinación de bacterias coliformes: Para la muestra de leche cruda de tanque de almacenamiento se obtuvieron 15×10^4 coliformes/mL (NMP), esto indica que la carga de coliformes en la muestra rebasa el límite máximo de 10 UFC/mL permitido por la NOM-243-SSA1-2010 (Cuadro 4).

Cuadro 4 Determinación de microorganismos mesofílicos y coliformes en leche de la Unidad de Lácteos Xochimancas.

ETAPA DEL PROCESO	UNIDAD DE MUESTREO	NÚMERO DE MESOFÍLICOS (UFC/mL)	NÚMERO DE COLIFORMES (NMP/mL)
Ordeña	Vaca 1799	$*50 \times 10^3$	≤ 3
	Vaca 1503	12×10^3	≤ 3
Almacenamiento	Tanque de Leche bronca	$*15 \times 10^6$	$**15 \times 10^4$

* = por encima del límite máximo permitido por la NOM-243-SSA-2010, ** = por encima del límite máximo permitido por la NOM-243-SSA-2010.

De acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010, la leche cruda deberá cumplir con un límite máximo de menos de 100,000 UFC/mL de leche (NOM-243-SSA1-2010). El conteo de mesofílicos aerobios para leche cruda directa de las vacas, con respecto al obtenido en el primer muestreo, reflejan un inadecuado manejo de la rutina del ordeño, por ello es necesario la desinfección de los pezones antes y después del ordeño, lavado y secado. La mala higiene de las manos del operador, maquina ordeñadora y el entorno, representan un medio de contaminación más factible para la leche cruda. El área de almacenamiento de la Unidad de Lácteos Xochimancas, representa una principal fuente de contaminación para la leche cruda, debido a que el conteo bacteriológico para la determinación de bacterias mesofílicas realizado en las dos etapas de muestreo del presente trabajo, no hubo mejora alguna, debido



a la falta de limpieza de los tanques de almacenamiento, malos hábitos de higiene de los operarios y una deficiente refrigeración de la leche, esta se mantenía a una temperatura de hasta 22°C por aproximadamente menos de 24 horas, esto requiere de una mayor atención ya que la temperatura y el tiempo que se mantiene la leche en refrigeración son por mucho inadecuados para el consumo y transformación de lácteos.

Al realizar un comparativo con los resultados obtenidos en la primera etapa de muestreo para la determinación de bacterias coliformes, se aprecia una mejora ya que la cuenta es significativamente menor, aunque se debe seguir haciendo hincapié en la importancia de las prácticas de limpieza de los tanques de almacenamiento y desinfección de manos por parte del personal que labora en la Unidad de Lácteos Xochimancas.

7.2.5 EVALUACIONES MICROBIOLÓGICAS EN EL PERSONAL Y LOS IMPLEMENTOS

De todo el personal que labora en el taller de lácteos, se logró aislar a *Streptococcus spp* de la garganta, como se mencionó en la discusión de la primera etapa, este microorganismo es parte de la microbiota bucal del ser humano y esto implica que exista una contaminación hacia la leche y los productos lácteos debido a la poca higiene y nula capacitación de las buenas prácticas de manufactura por parte del personal que labora en el taller de lácteos (Figura 12).



Figura 12. Evaluación microbiológica en el personal. Unidad de lácteos Xochimancas.

En la evaluación microbiológica de las pezoneras 1 y 4 de la máquina ordeñadora, se detectó la presencia de *E. coli*, debido a una contaminación exógena presente en el área de ordeña, ya que la maquina ordeñadora no cuenta con ningún tipo de protección contra insectos, roedores, polvo, etc. Es conveniente que el operario realice una inspección visual a las pezoneras antes del ordeño para así evitar el contacto de las glándulas de la vaca con

residuos de leche de una ordeña anterior u otro tipo de contaminación, asimismo se recomienda que el operador realice una desinfección de las pezoneras de la máquina de ordeño entre vaca y vaca.

7.3 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA LECHE

7.3.1 PRUEBA DE CALIFORNIA E IMPLICACIONES EN LA CALIDAD DE LA LECHE COMO MATERIA PRIMA

A partir del desarrollo de esta investigación, Xochimancas incorporó la prueba de California para la detección de mastitis subclínica. Los resultados de la prueba de California evidenciaron que la salud de la ubre de las vacas es buena, pues la mayoría de ellas no presentan mastitis subclínica.

Únicamente en la vaca con arete 1764 se identificó la presencia de aproximadamente 5 millones Cs/mL, esto provoca que se libere una mayor concentración de ADN por lo cual será mayor la formación de gel, esto es un indicador de que el animal tiene alto riesgo de presentar cuadros clínicos de mastitis clínica, por el alto contenido de células somáticas presentes en la muestra y esto repercute en los análisis de procesos posteriores y en la elaboración de lácteos (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Interpretación de la prueba de California para mastitis sub clínica.

SÍMBOLO	INTERPRETACIÓN	REACCIÓN	NÚMERO DE CÉLULAS /mL
-----	Negativa (N)	Sin evidencia	0 a 200 000
T	Traza	Precipitación leve	150 000 a 500 000
1	Positivo leve	Sin formación de gel, mezcla espesa	400 000 a 1 500 000
2	Positiva	Mezcla espesa cierta formación del gel	800 000 a 5 000 000
3	Positiva fuerte	El gel causa formación de una superficie convexa	más de 5 000 000
+	Leche alcalina	Fuerte color morado	Actividad secretora reducida
++	Leche ácida	Color amarillo	pH 5.2, fermentación de lactosa por bacterias

Fuente: Modificado de Fuentes, 2012.



Cuadro 6. Registro de resultados para la prueba de California para el control de Mastitis Sub clínica en el hato de ganado Xochimancas.

IDENTIFICACION	SECCIONES DE LA GLÁNDULA			
	A.D	A.I	P.D	P.I
764	T	1	1	1
1806	T	N	1	1
1503	T	T	T	T
1799	T	1	1	1
1764*	1	1	3	2
Holstein	T	T	T	N

T= traza; N = negativo. A.D= anterior derecho, A.I = anterior izquierdo, P.D = posterior derecho, P.I= posterior izquierdo. (*)= animal que obtuvo un alto grado de células somáticas.

La vaca identificada con el arete 1764 presentó mastitis subclínica fue tratada a fin de recuperar la salud de la ubre (Cuadro 5). La leche producida por este animal fue separada y no se utilizó en el proceso de la elaboración de lácteos. El uso de esta leche pudo impactar sobre la calidad de sus derivados principalmente en la elaboración de queso, debido a que leches que presentan un alto contenido de células somáticas, tienen un porcentaje elevado de microorganismos y las enzimas proteolíticas dañan la caseína y los glóbulos de grasa se vuelven más susceptibles a la lipólisis provocando sabores rancios y una vida de anaquel menor. La mayor parte del daño enzimático ocurre dentro de la ubre, antes del ordeño. Entonces, al aumentar la concentración de células somáticas aumentan las pérdidas de proteínas y de materia grasa, que se pierden en el lacto suero. El CCS/mL alto, indica que la pérdida de leche debido a la mastitis subclínica es mayor de 10% mermando los ingresos del productor (Sagarpa, 2005).

También cabe mencionar que la pezonera es utilizada en todo el hato, sólo se realiza una limpieza al final el ordeño, por lo que la recomendación para el personal encargado del área de la ordeña, es que si algún animal presenta alguna alteración en la ubre o cuarto se requiere de la aplicación de la ordeña manual o evitar el ordeño, esto con la finalidad de no lastimar al animal. Es importante mencionar que la leche que no es utilizada en la elaboración de lácteos por presentar alguna contaminación, se emplea en la generación de agro insumos tales como el supermagro (biofertilizante).

7.3.2 PRUEBAS RÁPIDAS DE ANDÉN: IMPLICACIONES EN LA CALIDAD DE LA LECHE COMO MATERIA PRIMA

Las pruebas rápidas de andén se implementaron con la intención de ofrecer una rutina práctica que contribuyera al control de calidad como materia prima. En el caso de Xochimancas estas pruebas permitirían definir la transformación a diversos lácteos en función de las características de la leche bronca y pasteurizada. Por ejemplo en si la acidez es baja, el personal de lácteos agregará a la leche ácido cítrico a fin mejorar la calidad del producto.

Se implementaron seis pruebas rápidas de andén en el taller de lácteos, éstas constaron de pruebas sensoriales: olor, color, sabor y textura, fisicoquímicas: medición de temperatura, medición de pH, determinación de acidez, evaluación de la densidad, evaluación de la termoestabilidad (prueba de alcohol), con la intención de proporcionar a Xochimancas una rutina de valoración para fundamentar las decisiones sobre el tipo de producto que se elabore por día o por semana y favorecer la subsecuente estandarización de calidad en los productos lácteos (Figura 13).

Como parte de la implementación de las pruebas rápidas de andén, se realizó un programa de capacitación en pruebas sensoriales y fisicoquímicas mencionadas con anterioridad, se llevó a cabo en el mes de Septiembre, tuvo una duración de aproximadamente 6 h. Posterior a la capacitación se realizó un montaje de las pruebas rápidas de andén junto con el personal encargado del taller de lácteos. Para obtener un mejor control sobre estas pruebas se diseñó e implementó un formato de registro de los resultados obtenidos en cada lectura (Anexo G).



Figura 13. Capacitación e implementación de pruebas de andén. Unidad de lácteos Xochimancas.

a) EVALUACIÓN SENSORIAL

Son el color, olor, sabor y textura que caracterizan la leche desde el punto de vista comercial. Estas pruebas son de gran importancia en la práctica, por que los consumidores, al apreciar un producto lácteo aseguran ante todo de las particularidades del mismo que ellos pueden determinar con los sentidos (CALEC, 2004).

Se obtuvieron registros en cuatro fechas de realización de las pruebas rápidas de andén. Para la leche cruda se analizaron muestras de los dos horarios de ordeña, 5:00 y 17:00 h las cuales no presentaban anomalías respecto al atributo del color, únicamente presentaban un color amarillo claro que se atribuye al tipo de raza, Jersey cuya leche es la más concentrada en grasa y sólidos totales, lo que le confiere la tonalidad más amarillenta (Jersey Cattle Society, 2008). Esto sucede cuando la leche se deja en reposo la grasa al ser más ligera que el agua contenida en la leche, flota denotando una capa amarilla en la superficie, lo cual se puede deducir al color amarillo debido al contenido de grasa.

Las muestras de leche pasteurizada presentan un color amarillo, a consecuencia de una mala homogeneización, que se debe realizar para dispersar los glóbulos de grasa de manera uniforme en la leche y evitar una capa de nata en la superficie de la leche, lo cual hará más agradable el sabor y color más blanco, brillante y atractivo.

En cuanto a la evaluación del atributo de sabor, sólo se realizó para leche pasteurizada, debido a que en la muestra de leche bronca la carga bacteriana estaba por encima del límite permitido por la NOM-091-SSA-1994 para bacterias mesofílicas y la NOM-184-SSA-2002 para coliformes y cabe mencionar que en estas muestras se identificó la presencia de *E.coli*

(Cuadro 2). Es por éstas razones no era aconsejable catar la leche, a causa del peligro de infección con organismos patógenos.

Una muestra de leche pasteurizada presentó un sabor ligeramente salado, esto puede deberse a su mayor cantidad de grasa y sales minerales, lo que le da un sabor más salino. El diagnóstico de un grado 3, en la prueba de detección de mastitis subclínica, puede repercutir en el sabor de la materia prima y lácteos.

Otro factor que pudo modificar ésta muestra fueron las condiciones de los animales, pues cuando están en periodo avanzado de lactación, la leche resulta ligeramente salada por contener mayor cantidad de cloruro sódico (Chávez y Ávila, 2010).

La valoración del olor resultó normal en todas las observaciones. La leche tiende a absorber olores característicos del animal o del medio que lo rodea, pero este olor desaparece con la aireación a medida que transcurre el tiempo.

Esta valoración es la primera que se debe realizar, ya que por este medio se suele descubrir si la leche a empezado a agriarse, o adquirir malos sabores.

En la evaluación de textura una muestra de leche bronca del tanque 1 presentó residuos de pastura, debido a una contaminación exógena y mal manejo de la muestra de la leche bronca por parte del personal encargado del área de ordeña. Este error puede verse reflejado en etapas posteriores del proceso, provocando un cambio en el sabor de la materia prima y provocando en los lácteos una falta de higiene y un aspecto desagradable.

Se considera que las pruebas sensoriales implementadas en Xochimancas resultaron una aportación valiosa que permite mejorar la calidad y detección oportuna de problemas de manera inmediata como un sabor anormal y materia extraña en la leche, debido a que con estas evaluaciones sensoriales el personal que labora en el taller de lácteos podrá tomar la decisión de rechazar la materia prima para evitar que en procesos siguientes sufra de alguna anormalidad.

b) FISICOQUÍMICAS

MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Una muestra de leche bronca de la ordeña matutina 5:00 h y tres muestras pertenecientes a la ordeña vespertina 17:00 h, no cumplen con el intervalo de temperatura sugerido de 0-4°C de acuerdo por la NMX-F-715-COFOCALEC-2006. Se ven elevados por aproximadamente 17°C. Las muestras de leche bronca que corresponden a la ordeña vespertina, la



refrigeración no se realizaba inmediatamente sino hasta terminar de ordeñar a todas las vacas y toda esta leche es almacenada en un sólo contenedor, en tres muestras de leche bronca la temperatura resultó estar muy por encima de la recomendada por la norma. Esto favorece la proliferación de microorganismos causantes de problemas de salud para el consumidor, también esta inadecuada temperatura de almacenamiento, puede explicar las cuentas elevadas de microorganismos en los dos periodos de muestreo (Cuadro 2 y 4).

La temperatura elevada, mayor al intervalo sugerido favorece la propagación de microorganismos y la alteración del atributo del sabor, debido a que el desarrollo microbiano ocasiona una serie de modificaciones químicas, muchos de sus componentes pueden degradarse, pero las alteraciones más recurrentes son la degradación de lactosa, proteínas y grasa. La condición identificada en este estudio se explica porque el personal que labora en el taller de lácteos no se cercioró de monitorear la temperatura del refrigerador ni del tanque de almacenamiento. Se recomienda que al término de la ordeña de cada vaca se refrigere inmediatamente la leche y procurando que el refrigerador mantenga una temperatura de 0-4°C para la muestra.

Con respecto a la muestra de leche pasteurizada, el control de medición de la temperatura se realiza para cerciorarse que la temperatura de pasteurización sea la adecuada, todas las muestras cumplieron con la condición de la pasteurización lenta 63°C, 30 min, este tipo de tratamiento térmico es adecuado para la eliminación de microorganismos patógenos y en la Unidad de lácteos Xochimancas este tratamiento es adecuado para procesar las cantidades de leche que producen aproximadamente 90 L diarios.

MEDICIÓN DE pH

La muestra de leche bronca perteneciente a la ordeña matutina 5:00 h, sobrepasó el intervalo normal de la prueba 6.5 -6-7, esto se puede atribuir a ciertos cambios en la composición química de la leche debido a que la muestra con la que se trabajó pertenecía a la etapa final del ciclo de lactación de la vaca (Cuadro 7).

Un estudio realizado (Briñez, Valbuena, 2008) en leche cruda para vacas de raza Holstein y pardo suizo en Maracaibo, Venezuela demostró que cuando la etapa de lactación es más avanzada, el pH de la leche se torna alcalino, relacionándose con la época del año y número de partos sobre la producción de leche y su concentración de la misma.

Esto se relaciona con los resultados obtenidos en Xochimancas.

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

Todas las muestras, tanto las de leche bronca de ambas ordeñas y las de leche pasteurizada, registraron un valor de acidez de aproximadamente 9°D mayor al intervalo considerado normal por la Norma NMX-F-700-COFOCALEC-2012. (Cuadro 7 y 8). Esto puede asociarse a la presencia de la elevada carga de microorganismos mesofílicos y coliformes presentes en la leche bronca de los tanque de almacenamiento obtenidos en las dos etapas de muestreo (Cuadro 2 y Cuadro 4), así como a la temperatura que se mantiene la leche cruda y pasteurizada, por lo que se debe de evitar que la leche esté expuesta al ambiente, una buena limpieza de los tanques de almacenamiento y enfriar la leche a una temperatura de 0-4°C después del ordeño, esto con el fin de conservar la calidad inicial y evitar la propagación de microorganismos causantes de elevar la acidez.

En algunas plantas procesadoras de leche se utiliza la prueba de acidez para aceptar o rechazar la muestra debido a que puede alterar la calidad sensorial del producto final. Se dice (Santos A, 2003) que leches con una acidez mayor a 1-6°D es debido a la acción bacteriana. La prueba de acidez da mayor tolerancia a ciertos hatos o razas, como es el caso de vacas de raza Jersey esta presenta una mayor acidez en comparación con la raza Holstein.

EVALUACIÓN DE DENSIDAD

Dos muestras de leche bronca que corresponden a la ordeña matutina y vespertina, presentaron un valor de densidad más bajo 1.024 y 1.023 g/mL , respecto al intervalo 1.029 - 1.032g/mL recomendado por la NMX-F-700-COFOCALEC-2012 (Cuadro 7 y 8). Esto pudo deberse a que la temperatura (15°C) de la leche no era la adecuada para realizar la prueba. Uno de los parámetros más variables en la leche es la densidad que resulta de la combinación de densidades de los diferentes componentes de la leche entre ellos: agua (1.000g/L), grasa (0.931g/L), proteína (1.346g/L), lactosa (1.666g/L), minerales (5.500g/L) y sólidos no grasos (1.616g/L), para la leche bronca se reporta un promedio aproximado de 1.032g/L (Schlimme, Bucheim, 2002).

La densidad de la leche puede ser muy variable si la materia grasa está completamente líquida o la grasa se solidifica (de forma lenta), esto provoca que la densidad de la leche aumente. Por lo que la densidad de la leche se eleva cuando incrementa el contenido en sólidos no grasos, pero disminuye conforme aumenta el contenido en materia grasa. (Walstra, et al 2001).



La temperatura es un factor que modifica la densidad de cada uno de sus componentes. En este caso se trabajó con muestras de leche recién salidas del refrigerador y la temperatura óptima (15°C) para realizar la evaluación de la densidad no se alcanzaba, por lo tanto la muestra de leche se tomaba lo más pronto posible y se mantenía en temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura óptima (15°C) ó se procedía a realizar la corrección de temperatura mediante una tabla de corrección para la gravedad específica de la leche, esta tabla le fue proporcionada al personal que labora en el taller de lácteos.

EVALUACIÓN DE LA TERMOESTABILIDAD EN LECHE (PRUEBA DE ALCOHOL)

La prueba del alcohol es usada como prueba presuntiva para evaluar la estabilidad de la leche a los tratamientos térmicos y con ello detectar leches ácidas que provocan que las proteínas de la leche bronca pierdan estabilidad frente a las temperaturas utilizadas en la pasteurización y con ello obtener productos lácteos de mala calidad. (Potter y Hotchkiss,1999).Con respecto a las muestras evaluadas con esta prueba, no se obtuvieron resultados positivos, esto implica que la leche perteneciente a la Unidad de lácteos Xochimancas es apta para ser transformada en lácteos y no se verá afectada por la pasteurización. Esta prueba se interpreta de la siguiente forma:

- Positivo: formación de grumos, como pequeñas partículas o grandes cantidades de cuajada.
- Negativo: no se observa afectación alguna en la leche por lo tanto será apta para aplicarle un tratamiento de pasteurización y posteriormente transformada en productos lácteos.

Cuadro 7. Registro de resultados para pruebas rápidas de andén en leche cruda en la Unidad Producción de Lácteos

PRUEBAS CON LECHE BRONCA		FECHA								INTERVALO NORMAL DE LA PRUEBA	
		06-oct-12	06-oct-12	13-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	27-oct-12		
Horario de Ordeña		05:00	17:00	05:00	17:00	05:00	17:00	05:00	17:00		
Sensorial	Olor	N	N	N	N	N	N	N	N		
	Color	B	B-A	B	B	B	B-A	B-A	B		
	Textura	L	E	L	L	*D	L	L	L		
Fisicoquímicas	Temperatura	0.4°C	**17°C	2.6°C	15.3	1.4°C	3.7°C	22.2°C	15°C	0-4°C	
	pH	6.69	6.64	6.7	6.7	6.9	6.8	6.8	6.8	6.5-6.7	
	Densidad (g/ml)	1.032	1.032	1.034	1.024	1.031	1.034	1.023	1.026	1.029- 1.032	
	Alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sin Coagulación (-)
	Acidez	33°D	29°D	25°D	22°D	23°D	28°D	24°D	28°D	13 – 16°D	

N=normal, A= amarillo, B= blanco, E= espesa, D= densa, L= líquida, *= con residuos de pastura, **= en reposo más de 30 min

Cuadro 8. Registro de resultados para pruebas rápidas de anden en leche pasteurizada en la Unidad de Producción de Lácteos.

PRUEBAS CON LECHE PASTEURIZADA		FECHA				INTERVALO NORMAL DE LA PRUEBA
		6-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	
Sensorial	Olor	N	N	N	N	
Fisicoquímicas	Sabor	D	S	D	D	
	Color	A	A	A	B-A	
	Textura	L	D	L	L	
	Temperatura	63°C	64°C	63°C	65°C	63°C Pasteurización lenta
	pH	6.5	6.49	6.5	6.7	6.5-6.7
	Densidad(g/ml)	1.029	1.032	1.033	1.033	1.029- 1.032
	Alcohol	-	-	-	-	Sin Coagulación (-)
	Acidez	25°D	24°D	28°D	24°D	13 – 16°D

N=normal, A= amarillo, B= blanco, L= líquida, D= densa, S= salado, D= dulce.

8. CONCLUSIONES

- El conteo microbiológico para mesofílicos y coliformes es bajo en leche bronca directa de la ubre, sin embargo cuando es depositada en los tanques de almacenamiento ésta incrementa su cuenta microbiológica por encima de la NOM-243-SSA1-2010 para bacterias mesofílicas aerobias y los límites que establece para bacterias coliformes; por lo que se recomienda la refrigeración inmediata a una temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ en todo momento, deben lavarse y desinfectarse diariamente los tanques de almacenamiento y el refrigerador. La leche bronca refrigerada debe transformarse en un periodo no mayor a 12 horas posterior a su ingreso al refrigerador.
- El hecho de detectar la presencia *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en leche bronca, indica malas prácticas de higiene por parte del personal y una refrigeración inadecuada, que puede afectar la salud del consumidor. Se recomienda implementar buenas prácticas de higiene y de manufactura por parte del personal de la unidad de lácteos Xochimancas.
- Al comparar la carga microbiológica presente en leche pasteurizada y quesos elaborados en la Unidad de lácteos Xochimancas, se encuentra un aumento en bacterias mesofílicas y coliformes en productos lácteos; esta situación es grave debido a que se comercializan y puede provocar daños a los consumidores. Se debe evitar la contaminación microbiológica del producto final, ya que afecta la credibilidad de la empresa.
- A lo largo de las etapas de lactación se mantiene el problema asociado con un deficiente manejo higiénico de la leche bronca almacenada. A pesar de que se hicieron las recomendaciones al personal de la unidad de lácteos Xochimancas, se ha encontrado fuerte resistencia al cambio en las formas de proceder. Esto es un aspecto a mejorar si se quiere incrementar la calidad de la leche y cumplir con la normatividad.
- Para una mejor evaluación sobre la calidad de la leche de tanque de almacenamiento y pasteurizada, se debe implementar como rutina diaria las pruebas rápidas de



andén, para favorecer la subsecuente estandarización de calidad en los productos lácteos.

- Se debe implementar la prueba de fosfatasa para establecer la eficiencia de la pasteurización.
- En general la calidad bacteriológica y fisicoquímica de la leche de tanque de almacenamiento y pasteurizada que se produce en la Unidad de lácteos Xochimancas, no es la adecuada para su transformación; algunos aspectos como la temperatura de almacenamiento, acidez y análisis sensorial no cumplen con los parámetros establecidos y repercuten en la calidad del producto final. Es indispensable trabajar de inmediato en el mejoramiento de esta situación.

RECOMENDACIONES

Buenas Prácticas Pecuarias para la salud del animal

1. El hato debe obtener una constancia de “hato libre de tuberculosis y brucelosis”.

Buenas Prácticas Pecuarias en el Ordeño.

1. El personal que labora en el área de ordeña, debe utilizar la vestimenta adecuada, overol y botas, debe tener limpias y cortadas las uñas de las manos y no debe utilizar anillos o pulseras.
2. Realizar un estudio para observar la calidad sanitaria del agua de acuerdo a la NOM-230-SSA1-2002.
3. El personal debe lavarse las manos con jabón y agua, para lo cual utilizarán cepillo y se enjuagarán con agua que contenga alguna solución desinfectante, antes de la ordeña.
4. El personal que presente alguna enfermedad contagiosa, síntomas de gripe, tos, infección en la piel o algún problema gastrointestinal, debe repórtalo al responsable del área, mantenerse alejado del área de ordeña y ocuparse en otras actividades.
5. Si el trabajador presenta cortadas o heridas, debe cubrirlas.
6. La ubre debe ser lavada con agua potable y secada con toallas de papel desechables.
7. Depositar los tres primeros chorros de la leche de cada pezón en una tasa de fondo negro y observar que no contenga sangre o grumos, si los contiene separar al animal ya que su leche no puede utilizarse para consumo humano.
8. Realizar la Prueba de California, para el diagnóstico de mastitis subclínica, se debe realizar por lo menos una vez al mes, si se identifica algún grado 4 ó 5, se evitará ordeñar la ubre afectada.
9. Antes de colocar la máquina ordeñadora, se debe revisar que el pezón se encuentre seco, limpio y desinfectado.
10. Durante la ordeña no deben estar presentes animales de otras especies.



11. Al finalizar con el ordeño, se debe realizar el sellado de la ubre con una solución desinfectante.
12. Inmediatamente después de llenar el bote de la ordeñadora con leche, éste debe vaciarse al tanque de enfriamiento y refrigerar inmediatamente a una temperatura de 0 -4°C sin llegar a la congelación.
13. Mantener tapada y en un lugar limpio la máquina ordeñadora.

Transporte y Almacenamiento

1. Rotular con fecha y hora de ordeña los tanques de almacenamiento.
2. Los utensilios y tanques de almacenamiento deben encontrarse limpios y desinfectados antes y después su uso. Deben ser lavados con agua potable de preferencia caliente de 35 a 40°C y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 100 ppm y por último deben ser enjuagados con agua potable (INIFAP, 2011).
3. La leche debe enfriarse inmediatamente después de que se extrae de 0 – 4°C y no debe mantenerse por más de 24 horas (INIFAP, 2011). Para acelerar el enfriamiento se recomienda vaciar la leche cruda del tanque de la ordeñadora a otro tanque limpio y desinfectado, previamente almacenado en el refrigerador.
4. Verificar constantemente y anotar en la bitácora la temperatura del refrigerador donde es almacenada la leche; asegurarse de que sea < 4° C hasta su pasteurización.
5. La pasteurización de la leche cruda debe realizarse antes de 24 horas de su obtención y antes de la transformación a derivados lácteos.

Proceso de Transformación de lácteos

1. Las reglas de higiene del personal en cada una de áreas, serán colocadas a la vista de todo el personal que labora en Xochimancas.
2. Higiene del personal (lavado de manos antes de iniciar labores, después de ir al baño, de tocar alimentos crudos, y antes de manipular otros alimentos, después de tocar heridas, cortaduras, Barros, cuerpo, nariz, ojos y boca.)
3. Mantener las uñas limpias, cortas y sin barniz.
4. Utilizar cofia y uniforme limpio.



5. No fumar, comer ni masticar chicle.
6. Los recipientes, utensilios y equipos que se empleen durante la elaboración de lácteos deben mantenerse limpios y desinfectarse después de ser usados y no deben ser usados en otras etapas del proceso.

Capacitación del Personal.

1. Siempre que llegue personal nuevo al área de ordeña y elaboración de productos lácteos se le debe dar la capacitación sobre las Buenas Prácticas de Higiene y Producción.
 - La capacitación traerá un aumento de la productividad y calidad.
 - Perderá menos tiempo y materiales.
 - Ofrecerá nuevos y mejores métodos de hacer las cosas.

Instalaciones y Áreas.

1. Se debe proteger ventanas y puertas, para evitar la contaminación de las materias primas y el producto terminado.
2. Todas las puertas y ventanas que den al exterior deben estar protegidas con mosquiteros.
3. Todas las instalaciones del establecimiento como áreas de recepción, almacenes, refrigeradores, cocinas y anaqueles. Se deben mantener limpias y desinfectadas.
4. No se debe permitir la entrada de plagas y animales domésticos, cuidando el buen estado de puertas y ventanas, coladeras y otras posibles entradas.
5. No se debe de dejar restos de alimentos o mugre en gabinetes, pisos o paredes.
6. Se deben mantener cerrados los botes de basura, independientemente de que tengan bolsas de plástico, se deben sacar con frecuencia.
7. Se recomienda realizar análisis a la leche de manera periódica.

Prueba	Frecuencia
Cuenta de Mesófilos	Dos semanas
Cuenta de Coliformes	Dos semanas
Densidad	Diario
Acidez	Diario
Análisis Sensorial	Diario
Temperatura	Diario
pH	Diario
Termoestabilidad	Diario

Las determinaciones para mesófilos y coliformes deben realizarse preferentemente cada 2 semanas, esto dependerá de la frecuencia con que se realice la limpieza y desinfección durante todo el proceso.

Es muy importante archivar los resultados de estos análisis, para llevar un buen control de ellos. En la Unidad de Producción se pueden realizar las Pruebas de determinación de acidez, pH, temperatura, densidad y termoestabilidad (prueba de alcohol) en leche, no es necesario realizarlas en un laboratorio.

9. BIBLIOGRAFÍA

Alais, Ch. (1998). Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Decima segunda reimpression. Compañía editorial Continental. S.A.de C.V. México, Pág.223-241.

Arriaga, J. C, Espinoza O A, Albarrán P B, Castelán O. (2000). Perspectivas y retos de la producción de leche en pequeña escala en el Centro de México. Los pequeños productores rurales ante las reformas. México D.F.

Aumaitre, A. (1999). Quality and safety of animal products. Livest. Núm. 2, Vol. 59. Pág. 113-124.

Barkin, D. (2001) "Superando el paradigma neoliberal: desarrollo popular sustentable" en N. Giarracca (Comp.) "¿Una nueva realidad en América Latina?" CLACSO, Buenos Aires, Argentina, Pág. 81-99.

Bessièrre, J. (1998) "Local Development and Heritage: Traditional Food and Cuisine as Tourist Attractions in Rural Areas" en Sociologic Ruralis. Vol. 38, Núm. 1, Pág. 21-34.

Blowey, R. y Edmondson, P. (1995). Control de la Mastitis en Granjas de Vacuno de Leche. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Briñez, W. Faría, J. Aranguren, J. (1996). Efectos del mestizaje, etapa de lactación y número de partos de la vaca sobre la producción y algunos parámetros de calidad en leche. Revista Científica, FCV –LUZ. Vol. (VI, N° 1), Pág. 59-66.

Briñez, W. Valbuena, E. Castro, G. (2008). Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito. Revista Científica, Vol. 18, Núm. 5, Maracaibo Ven.

Briz, J. (2003). Las nuevas tecnologías de información y comunicación en la cadena alimentaria, J Briz et al. Internet, trazabilidad y seguridad alimentaria, Mundi-Prensa, Madrid.

Briz, J y De Felipe, I. (1998). Análisis de subsistemas agroalimentarios. Workshop sobre cadenas alimentaria. Red Capa. FAO. Rio de Janeiro. Diciembre.



Boyazoglu, J. and P. Morand-Fehr, (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. *Small Ruminant Res.* Núm.1, Vol. 40, Pág. 1-11.

Cameron, J.M. (1985). "Traceability". *Journal of Quality Technology*, 7,193.

Cantarelli, F. (2000). "El observatorio internacional para la valorización de los alimentos tradicionales de los países mediterráneos de la Unión Europea" en *Agroalimentaria*. Vol. 10, Pág. 45-51.

Castro L., Sánchez G., Iruegas E., y G. Saucedo. (2001). "Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México" en *FIRA Boletín Informativo*, 2001. Vol. XXXIII, Núm. 317. 9a. Época. Año XXX. Septiembre. México, D.F.

Castellán, O., Matthewman R.W., González M E, Burgos G R. (1997). Caracterización y evaluación de los sistemas campesinos de producción de leche. El caso de dos comunidades del Valle de Toluca, *Ciencia Ergo Sum*. Pág.316-326.

Castillo, M., Suniaga, J., Rojas, G., Hernández, J. (2008). Prevalencia de mastitis subclínica en la Zona Alta del Estado Mérida. *Revista Científica Agricultura Andina*. Vol. 13. Venezuela.

Cayot, N. (2007). "Sensory Quality of Traditional Foods" en *Food Chemistry*. Vol. 102, Número 2, Pág. 453.

Contreras, J. (1992). *Enfermedades de los Bovinos*. Ediciones Impresos Apilit. Barquisimeto. Venezuela. Pág. 742

Cottrino, V. y Gaviria, B.C. (2004). Como se determina la Calidad Microbiológica de la leche cruda. *Memorias del Council Mastitis National Association*. Pág. 23-41.

Chávez, GA, Ávila, TS. (2010). *Producción de leche con ganado bovino*. Editorial Manual Moderno S.A.de C.V México D.F.

Díaz, C. (2000). *Microbiología de la leche y de los productos lácteos*. Vol. I. Editorial Venezolana C.A. Mérida. Venezuela. Pág. 270.

Díaz, S. G. (2003). *Elaboración de productos lácteos*. Primera edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, Pág.50.

Dun, N. Organic milk- a growth market. Dairy Industries International. (2001). Pág. 56.

Ellner, R. (2000). Microbiología de la leche y de los productos lácteos. Ediciones Díaz de Santos. S. A. Madrid, España.

Ericsson, H. Lindberg, A. Persson, K. Ekman, T. Ar-tursson, K. Nilsson-O, M. y Bengtsson, B. (2009). Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. Veterinary Microbiology, Vol.137, Pág. 90-97.

Espinoza-Ortega A., Álvarez –Macías A, Del Valle MC, Chauvete M. (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el estado de México. Tec Pecu Méx, Pág. 39-56.

Espinoza, O A. (2004). Reestructuración de la lechería en la región noroeste del Estado de México, en el marco del proceso de globalización (tesis de doctorado). México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.

Félix, F.A, Meza M.M. (2004). Calidad Sanitaria de Alimentos disponibles al público de Ciudad Obregón, Sonora, México.

Figuroa, P. Bedolla JI. Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [Actualizado 2008], vol. IX. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63617098002>. (Ultimo acceso 23 de Enero de 2013.)

Flores, MAB. Cuevas, RV, Romero, SF, Espinoza, GJA, Vélez IA, Jolalpa BJL y Vázquez GR (2006) “Organización de productores para la comercialización de leche en la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo”. En ganadería, desarrollo sustentable y combate a la pobreza. Los grandes retos. Coord. Cavalloti VBA, Hernández MMdC, Ramírez VB y Marcof ACF. Universidad Autónoma Chapingo.

Frazier, C.W. Westhoff. D.C. (1993). Microbiología de los alimentos 4a. ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). (2001). Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. Boletín informativo XXXIII (317): Pág.1-131.

Friedrich, NK, (2005). Vacas lechera. 1ª ed. México. Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C.V.

García, Aboín, O. (1999). Mejorar la calidad y la seguridad de los alimentos. Informe SESPAS. Pág. 1-10.

González, P. (2000). "El Queso y su Ilustre Familia. Los Quesos Artesanos Aragoneses". Institución Fernando El Católico. Zaragoza, España.

Harmon, R. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. J. Dairy Sci. 77(7):2103-2112.

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.

Hough, G. (2003), Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. In: Journal of Food Science. Vol. 68, Pág. 359-362

Houghton, M. y Poole, A. (1990) Organic milk production. Genus Information Unit. Report Number 70. Milk Marketing Board.

IFOAM, (2005), International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)- Los Principios de la Agricultura Orgánica. [En línea] (Actualizado al 2005). Disponible en: http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_spanish.pdf (ultimo acceso 08 de abril de 2013).

IFOAM, (2000), International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) - Manual de capacitación en agricultura orgánica para los tropicos áridos y semiáridos. [en línea] (Actualizado al 2009). Disponible en: http://shop.ifoam.org/bookstore/download_preview/intro_TM_Arid_Spanish.pdf (último acceso 27 de Febrero de 2013).

INIFAP, (2011). Mejora continúa de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. Manual de capacitación, SAGARPA. Pág. 5-55.

Institute for International. Cooperation in Animal Biologics. An OIE Collaborating Center Iowa State University College of Veterinary Medicine. 2000. [En línea] (Actualizado al 5 de Mayo de 2010). Disponible en: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/streptococcosis.pdf>. (Último acceso 20 de Noviembre de 2012.)

Leistner L. (2000), Métodos combinados de conservación de alimentos. En: Manual de Conservación de Alimentos. Ed. por Rahman M. S. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza. España.

López, A. Villanueva, A. Jordán M. (2010). Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del centro de México. Estudio soc. 2010, Vol.19, Núm. 38, Pág. 165-193. México.

Makatouni, A. (2002). "What Motivates Consumers to Buy Organic Food in the UK Results from a Qualitative Study" en *British Food Journal*. Vol. 104, Número 3- 5, Pág. 345-352.

Martínez, B y Salas, Q. (2002): Pasado y presente de la ganadería lechera en México. En globalización e integración regional en la producción y desarrollo tecnológico de la lechería Mexicana. Porrúa ed. II; UNAM. México.

Muchnik, J. (2006) "Identidad territorial y calidad de los alimentos, procesos de calificación y competencias de los consumidores" en *Agroalimentaria*. Vol. 22, Pág. 89-98.

Munsch, A. Rita, H. Alastossava, T. (2007). A faster and more economical alternative to the standard plate count (SPC) method for microbiological analyses of raw milks. Department of Food Technology, University of Helsinki, University of Helsinki, Finland. [En línea] (Actualizado al 19 de Febrero de 2013). Disponible en: <http://www.formatex.org/microbio/pdf/Pages495-499.pdf> (último acceso 19 de Abril de 2013).

Norma Mexicana NMX-F-700- COFOCALEC-2004.Sistema producto leche-Alimento lácteo leche cruda de vaca – Especificaciones físico-químicas y sanitarias y métodos de prueba. México D.F. Pág. 2-41.



PHILPOT, N. y NICKERSON, S. (2000). Ganando la lucha contra las mastitis. Naperville (USA) Pág. 192.

Prescott. H.K. (2000). Microbiología. Cuarta edición. Mc Graw –Hill. Interamericana. México.

Pérez DM. (1992). Manual sobre ganado productor de leche. México D.F. Edit. Villcana. Pág. 710-744.

Perdomo, N. (2010). Evaluación de la calidad microbiológica de leche y queso fresco “de prensa” artesanal elaborado en el municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura de la Universidad Veracruzana. Pág. 44-56. Veracruz. México.

Potter, N. Hotchkiss, J. (1999). Ciencia de los alimentos.5ª edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia.

Rodgers, S. (2004) “Value Adding with Functional Meals” en Food Service Technology. Vol. 4, Pág. 149-158.

Romero-Castillo, Leyva- Ruelas, Cruz-Castillo (2009). Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicanos de la región de Tonalá, Chiapas. Revista Mexicana de Ingeniería Química, Vol.8, Núm. 1, sin mes, Pág. 111-119.Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa. México.

Rosell JM. (1992). Método Analítico de Laboratorio Lactológico y Microbiología de las Industrias Lácteas. Editorial Labor S.A. Quebec Canadá. Pág. 60-72.

SAGARPA. (2010). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Alimentación, Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México.

SAGARPA- SENASICA, (2005), Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina. 1ª ed. México (D.F). Pág.24-80.

Santos A. (2003). Leche y sus derivados.5ª reimpresión. México (D.F.). Ed. Trillas.

Schlimme, E y Buchheim, W. (2002).La leche y sus componentes propiedades químicas y físicas. Madrid, Acribia. Pág. 89-103.

Slack, M. Wheldon D.B. (1977). A simple and safe volumetric alternative to the method of Miles, Misra and Irwin for counting viable bacteria. Department of Bacteriology and Regional Public Health Laboratory, Radcliffe Infirmary, Oxford. Journal Med. Microbiology, Vol.11 (1978). Pág. 541-545.

Secretaria de salud:

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

Norma Oficial Mexicana NOM-091-SSA1-1994, Bienes y servicios. Leche pasteurizada de vaca. Disposición especificaciones sanitarias.

Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA1-2002 Productos y Servicios. Leche, formula láctea y producto lácteo combinado.

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1. 1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. "Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable.

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

Trichopoulou, A. et al. (2006) "Traditional Foods: Why and How to Sustain Them" en Trends in Food Science & Technology. Vol. 17, Pág. 498-504.

Vargas, G.R.V, Hernández V.R.M. (2005). Calidad Microbiológica de los quesos frescos en Tabasco.

Villegas de Gante, A. (2004). Tecnología Quesera. Editorial TRILLAS. México.

Villegas de Gante, A. (2010). La maduración en los quesos artesanales mexicanos. En: CARNILAC Industrial. Alfa-Editores Técnicos.

Walstra, P, Geurts T. Norman A. (2001). Ciencia de la leche y Tecnología de los Productos Lácteos. España, España, Acribia, S.A.

Weeb, B. Johnson, A. Alford, J. (1974). The composition of milk, in: Fundamentals of Dairy Chemistry. Cap. 1. Pág.: 1- 57. Second edition. The AVI Publishing Company, inc. Westport, Connecticut.

Winter, M. (2003) "Embeddedness, the New Food Economy and Defensive Localism" en Journal of Rural Studies. Vol. 19, Pág. 23-32.

Anexo A. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESOFÍLICAS CON BASE EN LA NOM-092-SSA1-1994.

Se homogeneizó la muestra durante 30 segundos, se tomaron 10 mL de leche y 10 g en caso de los quesos y se mezclaron con 90 mL de agua peptonada estéril, ésta constituyó la primera dilución de la muestra (10^{-1}) posteriormente se realizaron diluciones decimales seriadas transfiriendo 1 mL de la dilución inicial a 9 mL de agua peptonada estéril hasta la dilución 10^{-8} . Una vez terminadas las diluciones, se utilizó la técnica descrita por Miles y Misra, en el cual el inóculo fue depositado en la superficie del medio de cultivo en este caso agar para cuenta en placa, por goteo con pipeta calibrada, el volumen de la gota fue de 50 μ L, realizando el goteo desde una altura de 2.5 cm y depositando 3 gotas por cada dilución, una vez que se secaron las gotas se incubaron durante 24 h a 30 °C. Transcurrido este tiempo, se revisó el crecimiento de colonias bacterianas en cada una de las diluciones descartando aquellas colonias que se encontraban fuera del área de inoculación, se seleccionó aquella dilución en la cual se observó la presencia de colonias lo suficientemente separadas (no confluentes) para realizar el conteo en las 3 gotas inoculadas, se obtuvo un promedio de las colonias y se multiplicaron por el factor de multiplicación (20) para obtener el número de colonias bacterianas presentes por mL de muestra, ajustando el resultado de acuerdo a la dilución en la que se realizó el conteo.

Anexo B. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES CON BASE EN LA NOM-112-SSA1-1994

Para determinar la presencia de bacterias coliformes se utilizó la técnica del Número Más Probable, la cual consistió en realizar diluciones decimales seriadas como se mencionó anteriormente llegando hasta la dilución 10^{-8} , se inocularon con 1mL de cada dilución cada uno de los 3 tubos para cada una de éstas, dichos tubos contenían 10 mL de caldo lactosado simple con tubo de Durham invertido para determinar la presencia de gas y se incubaron durante 24 h a 37 °C, transcurrido este tiempo se revisaron los tubos que presentaron formación de gas, es decir, aquellos tubos en los que se observó la presencia de burbujas en los tubos de Durham y se volvieron a incubar 24 horas más aquellos tubos que fueron negativos a la presencia de gas, transcurrido este tiempo se procedió a la lectura de los resultados, se seleccionó la dilución más alta en la cual se observó la presencia de gas

en los 3 tubos con caldo lactosado simple, el resultado se reporta de acuerdo a la tabla de NMP para conocer el número más probable de organismos coliformes por mL, posteriormente se tomó una asada de los tubos con gas para sembrarla por primocultivo (estrías en 4 cuadrantes) en una placa de agar MacConkey para determinar si el gas se debió a la presencia de bacterias coliformes esta placa se incubó 24 h a 37 °C, se determinó la presencia de bacterias coliformes fecales las cuales se caracterizan por fermentar lactosa y presentar un color rosa. A estas colonias se le realizó una tinción de Gram para conocer la afinidad tintorial, morfología y agrupación bacteriana.

Para la identificación de *Escherichia coli* se utilizaron las siguientes pruebas bioquímicas: como prueba primaria se realizó la determinación de oxidasa, complementaria a esta prueba se realizaron las pruebas Triple Azúcar Hierro (TSI), SIM, Citrato y urea.

Anexo C. AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN BACTERIANA

Para identificar bacterias facultativas en la leche, se colocaron 30 µL de la muestra en una placa de agar sangre y agar Mac Conkey en la primera estría para realizar el primocultivo. Ambas placas se incubaron a 37°C durante 24 h en condiciones de aerobiosis, en caso de no observar crecimiento se incubaron durante 48 h más hasta descartar crecimiento bacteriano. Los cultivos fueron examinados para identificar la morfología macroscópica de las colonias desarrolladas y estimar su número relativo, de acuerdo al número de cuadrantes del agar en donde se observó crecimiento bacteriano.

A partir de las colonias representativas que tuvieron crecimiento en agar sangre y/o McConkey se realizó un frotis fijo teñido con Gram para verificar la morfología, afinidad tintorial y agrupación bacteriana, de tal forma que se pudiera guiar la identificación bioquímica recomendada por Carter *et al* (1984).

Para la identificación bioquímica de *Staphylococcus aureus* se utilizaron las siguientes pruebas bioquímicas: como prueba primaria la determinación de la enzima catalasa, complementaria a esta prueba se realizó la prueba de coagulasa, manitol anaerbio, crecimiento en agar P y resistencia a Polimixina B.

Se realizó un hisopado de garganta, palma de la mano, los dedos y entre ellos del personal del taller e lácteos. El hisopo se mantuvo en refrigeración en un medio de transporte de Stuart que permite la viabilidad de los microorganismos presentes en la muestra sin que exista crecimiento significativo. Los hisopos se sembraron en placa de agar sangre y agar MacConkey, las placas se incubaron a 37°C durante 24 h en condiciones de aerobiosis.

Posteriormente a partir de las colonias representativas se realizó un frotis fijo teñido con Gram para conocer la afinidad tintorial, morfología y agrupación bacteriana.

Las pruebas de identificación bioquímica para *Streptococcus spp* fueron las siguientes: como prueba primaria se realizó la determinación de catalasa, complementaria a esta prueba se realizó la determinación de utilización de Carbohidratos, hidrolisis de la esculina y crecimiento en NaCl al 6%.

Anexo D. PRUEBAS DE CAMPO

La prueba de California para mastitis sub clínica consistió en recolectar uno o dos chorros de leche de la vaca de cada cuarto y colocarlos en cada una de las placas de la paleta a la cual se le adiciona igual volumen de un reactivo compuesto por un detergente aniónico (alquil-aril-sulfato) que provoca la liberación de ADN de las células presentes, y este se convierte, en combinación con agentes proteicos de la leche en un compuesto gelatinoso.

Anexo E. PRUEBA DE CALIFORNIA

La ubre se conforma por cuatro glándulas sudoríparas modificadas, las cuales están divididas por medio de estructuras anatómicas, tomando en cuenta la dirección hacia la cabeza de la vaca (vista por la región caudal), el ligamento suspensorio medio será el que divide a las glándulas en dos porciones la izquierda y derecha, posteriormente una membrana interglandular dividirá a esa porción de glándulas en otras dos porciones las craneales y caudales, quedando de esta manera conformada la ubre por una glándula anterior derecha (AD), glándula anterior izquierda (AI), glándula posterior derecha (PD) y glándula posterior izquierda (Figura 14).

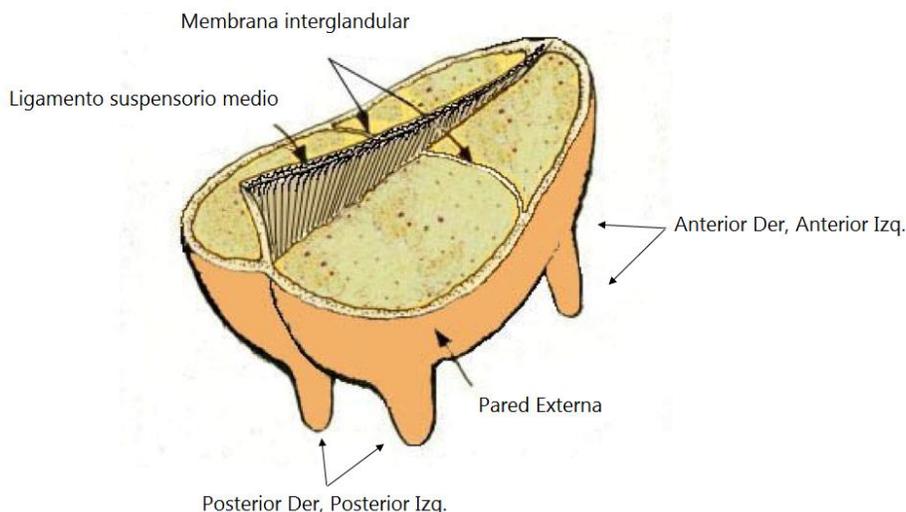


Figura 14. Representación de una glándula mamaria de vaca (adaptación propia con datos del autor). Tomado de “Producción de leche con ganado bovino” (Ávila, 2010).

Anexo F. PRUEBAS RÁPIDAS DE ANDÉN

- Para la determinación de temperatura, se debe tomar 30 mL de muestra de leche de vaca, previamente bien homogeneizada e introducir el termómetro digital calibrado y se registra la temperatura. Se debe lavar el termómetro con agua y jabón y desinfectarlo con alcohol. La muestra se desecha en el drenaje.
- El análisis sensorial se realizó tomando 5 a 10mL de la muestra colocándola en un vaso de plástico transparente, con un fondo blanco de preferencia. Se evaluaron color, sabor, textura y olor. Se vaciaron los resultados evaluados en la tabla de registro de datos.
- La evaluación de termoestabilidad (prueba de alcohol) tiene la finalidad de detectar la estabilidad térmica de la leche cruda; es decir si la leche tiene la capacidad de resistir altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación. Esta se realizó tomando 5 mL en un tubo de ensayo, se agregaron 5 mL de alcohol deslizándolo por las paredes y mezclar por inversión, sin agitar, se observó la existencia de coagulación a contra luz.
- Para la determinación de pH se colocaron 30 mL de la muestra en un vaso de precipitados, se encendió el equipo y se introdujo en la muestra analizada, cuando la medición fue constante, se oprimió el botón Hold, registrando el resultado. Por último

se limpio correctamente el sensor del potenciómetro evitando dejar residuos de leche. Esto se realizó con un piseta y agua destilada.

- La prueba de acidez se desarrollo tomando 9 mL de leche cruda o pasteurizada colocándola en un matraz Erleneyer de 50 mL, titulando con NaOH 0.1 N hasta observar un viraje a color rosa. Se registraron los mililitros gastados de NaOH 0.1N.
- Para realizar la prueba de densidad, la muestra debió estar totalmente homogeneizada y se vertió en una probeta de 250 mL hasta el aforo evitando hacer espuma. Se introdujo el lactodensímetro dejándolo que flote libremente hasta un nivel constante. Leyendo la parte superior del menisco y anotando la temperatura del termómetro interno del lactodensímetro de Quevenne.

Anexo G. Registro taller de lácteos Xochimancas.

PRUEBAS CON LECHE BRONCA		Fecha								INTERVALO NORMAL DE LA PRUEBA
Horario de Ordeña		05:00	17:00	05:00	17:00	05:00	17:00	05:00	17:00	
Sensorial	Olor									
	Textura									
	Temperatura									0-4°C
	pH									6.5-6.7
	Densidad (g/ml)									1.029- 1.032
	Alcohol									Sin Coagulación (-)
	Acidez									13 – 16°D

Glosario

- Alimento artesanal: alimento elaborado por artesanos, completamente a mano o con la ayuda de herramientas manuales o mecánica, estos productos son elaborados sin restricciones en términos de cantidad y utilizando materias primas de recursos renovables (López, A, 2010).
- Bacterias mesofílicas: Se incluyen en él a todas las bacterias, mohos y levaduras que en aerobiosis muestran capacidad para formar colonias visibles, bajo las condiciones en las cuales se ejecuta el ensayo con crecimiento a temperatura óptima para los mesófilos. Es evidente que en una situación particular podrían quedar incluidos microorganismos patógenos
- Bacterias coliformes: Bacterias Gram-negativas, no formadoras de esporas y en forma de varas que fermentan lactosa a gas. Éstas son frecuentemente usadas como organismos indicadores en el control de procesos, pero se encuentran ampliamente en la naturaleza (NOM-112-SSA1-1994).
- Calidad: es la totalidad de las características de un producto – servicio, que le confieren la capacidad de satisfacer las exigencias establecidas e implícitas de los clientes. Comprende la mejora continua, la satisfacción del consumidor y el cumplimiento de los requisitos.
- Células Somáticas: están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión. Las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre.
- Inocuidad: concepto que implica que los alimentos no causaran daño al consumidor cuando se preparan y/o consumen de acuerdo con el uso previsto.



- Leche cruda: Producto obtenido por uno o más ordeños higiénicos de la ubre de una o varias vacas, que se ha refrigerado y al que no se añadió ni sustraído nada.
- Pasteurización: Proceso de calentamiento de un líquido (especialmente la leche), hasta una temperatura que oscila entre los 55°C y los 70°C para destruir las bacterias perjudiciales, sin modificar los materiales en la composición, sabor o valor nutritivo del líquido. Fue ideado por Luis Pasteur en 1865 para inhibir la fermentación del vino. La leche se pasteuriza a 63°C durante 30 minutos, luego se enfría con rapidez y se envasa a 10°C. la cerveza y el vino se pasteurizan a 60°C durante 20 minutos o a 70°C durante 30 segundos y se envasan en condiciones estériles.
- Pasteurización lenta LTLT (low temperatura low time): consiste en calentar la leche a temperaturas entre 62 y 64°C y mantenerla a esta temperatura durante 30 minutos. Luego de estos 30 minutos, la leche es enfriada a temperaturas entre 4 y 10°C según la conveniencia. El uso de esta técnica es adecuada para procesar cantidades pequeñas de leche hasta aproximadamente 2000 litros diarios, de lo contrario no se aconseja.
- Sistema de producción orgánica: Sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo.
- Trazabilidad: capacidad de encontrar y seguir el proceso completo, a lo largo de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal o un ingrediente destinado a la producción de alimentos.