

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**GUIA DE EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA PARA SU
PROCESAMIENTO EN UNA PLANTA DE LACTEOS EN GUATEMALA**

Vanessa Maribel Salazar Pinot

MAESTRIA EN GESTION DE LA CALIDAD CON ESPECIALIDAD EN
INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

Guatemala, julio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



Trabajo de Graduación presentado por:

VANESSA MARIBEL SALAZAR PINOT

Para optar al grado de Maestro en Artes

**MAESTRIA EN GESTION DE LA CALIDAD CON ESPECIALIDAD EN
INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS**

Guatemala, julio de 2013

**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D	DECANO
PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A	SECRETARIO
LICDA. LILIANA VIDES DE URIZAR	VOCAL I
SERGIO ALEJANDRO MELGAR VALLADARES, Ph.D.	VOCAL II
LIC. LUIS ANTONIO GALVEZ SANCHINELLI	VOCAL III
BR. FAYVER MANUEL DE LEÓN MAYORGA	VOCAL IV
BR. MAIDY GRACIELA CORDOVA AUDON	VOCAL V

**CONSEJO ACADEMICO
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D
MSc. VIVIAN MATTA DE GARCIA
ROBERTO FLORES ARZU, Ph.D
JORGE ERWIN LOPEZ GUTIERREZ, Ph.D
Msc. FÉLIX RICARDO VELIZ FUENTES

TRABAJO QUE DEDICO A

A DIOS

Por sus infinitas bendiciones

A MI MADRE Y HERMANOS

Por ese apoyo incondicional en todo momento.

A MI ESPOSO Y MI HIJA

Por ser mi alegría de vivir.

AGRADECIMIENTO

TREBOLAC

Por darme la oportunidad de realizar mi tesis.

INDICE

1.	
INTRODUCCION.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. MARCOTEORICO.....	3
3.1 Situación Lechera Guatemala.....	3
3.2 Bases teóricas de la leche	6
3.3 Composición de la leche	7
3.3.1 Densidad y Gravedad Especifica	7
3.3.2 Punto de Congelación	8
3.4 Características Organoléptica de la leche.....	8
3.4.1 Sabor	8
3.4.2 Olor	8
3.4.3 Color	8
3.5 Métodos para evaluar la frescura de la leche	9
3.5.1 pH y grado de Acidez de la leche	10
3.5.2 Pruebas de reducción	12
3.6 Adulterantes de la leche	12
3.7 Microbiología de la leche	15
3.7.2 Bacterias Acido lácticas	15
3.7.3 Coliformes	15
5.7.3 Células somáticas.....	16
3.8 Pasteurización de la Leche	17
3.8.2 Proceso vat	17
5.8.2 Proceso HTST	17
4. OBJETIVOS	19
6.1 Objetivo General	19
6.2 Objetivos Específicos.....	19

5. METODOLOGIA.....	20
6. RESULTADOS	21
7. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	33
8. CONCLUSIONES	35
9. RECOMENDACIONES.....	36
10. BIBLIOGRAFIA.....	37

RESUMEN EJECUTIVO

La leche es la secreción de la glándula mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción, y destinados al consumo en forma líquida o a elaboración ulterior. La leche debido a su compleja composición bioquímica y por su alto contenido de agua, es un buen sustrato para los microorganismos saprófitos y también para los patógenos que la utilizan como sustrato para su reproducción, por lo que es muy importante el monitoreo de la calidad de la leche durante su almacenamiento y transporte previo a entregar a las empresas procesadoras de lácteos.

La cadena láctea involucra a muchas personas y empresas en su funcionamiento. Es generadora de mucho empleo, el cual en el 60 % es rural y es para los 365 días del año las 24 horas. La producción de leche en Guatemala en su mayoría es suplida por fincas familiares de pequeños y medianos productores, los cuales no poseen una adecuada competitividad y poseen limitaciones en el campo de producción y comercialización de la leche cruda

Por todos los inconvenientes que causa una leche de mala calidad en la industria láctea, las empresas optaron por un pago de calidad. Esto implica que se realiza un muestreo microbiológico y fisicoquímico a la leche que se entrega en los centros de acopio y en base a sus resultados existe una tabla de precios. Esto castiga a aquellos productores, que aunque tienen una muy buena calidad de leche en su contenido de sólidos, pero su calidad microbiológica es mala por lo que es penalizada con descuentos en su pago.

Con este estudio se preparo una guía con pruebas sencillas para ser utilizadas en los centros de acopio para garantizarse leche de buena calidad a la industria. Para aquellos centros de acopio donde se recolectan leches de distintas fincas se evitara el mezclar y dañar leche de buena calidad con las de mala calidad.

Los beneficios son de ambas vías ya que la industria estará satisfecha con la leche recibida, no tendra problemas en sus procesos y el productor recibirá un mejor pago por su leche.

La guía tuvo muy buena aceptación en el centro de acopio donde se dio la capacitación a los encargados de la sala de ordeño. Es recomendable que las pruebas sean confirmadas en un laboratorio de fisicoquímica especializado en lácteos.

Es importante que para obtener una leche de buena calidad se apliquen las buenas prácticas de ordeño, mantener una buena cadena de frío y la limpieza periódica de las instalaciones de la sala de acopio.

1. INTRODUCCION

La leche es uno de los alimentos de mayor importancia en muchos países del mundo. No obstante, este alimento, cuando no es manejado de manera adecuada, es un excelente vehículo para la transmisión de enfermedades al hombre, tanto las de carácter zoonótico como las ocasionadas por patógenos que se producen por la contaminación de los productos durante los procesos de obtención y transformación de la leche.

Las condiciones de higiene y sanidad en las lecherías tienen un efecto importante en la calidad microbiológica de la leche, cuanto mayores sean los cuidados aplicados a la obtención higiénica de la leche y a la sanidad de los animales productores de leche, menores serán los contenidos microbianos en la misma.

La calidad microbiológica de la leche cruda cambia significativamente durante su manejo y transporte, particularmente cuando no se cuenta con los medios para su enfriamiento inmediato una vez obtenida.

El desarrollo microbiano en la leche ocasiona una serie de modificaciones químicas que pueden dar lugar a procesos alterativos y a procesos útiles. Muchos de sus componentes pueden degradarse, pero las alteraciones más acusadas resultan de la degradación de los tres componentes fundamentales: lactosa, proteínas y grasa.

Uno de los efectos más importantes por efecto de las bacterias en la leche es la acidificación, con todas sus consecuencias como coagulación, sabores ácidos, rancidez y un efecto sobre la disminución en el rendimiento de la leche. Por lo que la creación de una guía de evaluación de la leche cruda en un centro de acopio o en la recepción de leche cruda en una planta de lácteos se hace de gran utilidad tanto para el productor como para el industrial.

En el presente trabajo se presentan las distintas evaluaciones que se pueden realizar a la leche cruda para determinar su calidad previo a su procesamiento en una planta procesadora de lácteos.

2. JUSTIFICACION

La leche es un alimento completo y fuente importante de nutrientes esenciales que ayuda al desarrollo de cuerpos saludables y huesos fuertes, razón por la cual es un alimento básico en una dieta balanceada.

Debido a su composición la leche es un producto que favorece el crecimiento de bacterias si no se siguen normas de higiene desde la producción primaria. La calidad de la leche para las industrias procesadoras es muy importante ya que de esto depende la calidad de los productos finales.

Con el presente estudio se pretende crear una guía para evaluar mediante técnicas sencillas, la calidad de la leche cruda previo a someterla a un proceso térmico como la pasteurización y con esto evitar que leche que no esté apta para una planta ingrese en la producción ya que esto provoca productos con sabores y texturas no deseadas.

3. MARCO TEORICO

3.1 Situación Lechera en Guatemala

Guatemala tiene actualmente una capacidad instalada de más de 3 millones de litros diarios de producción de leche que serían suficiente para cubrir las necesidades nacionales y exportar al resto de la región. En los últimos años han ingresado al país lácteos de distintos países convirtiendo a Guatemala en el mayor importador de Centroamérica de lácteos con la importación del 66% de lo que se consume en Guatemala esto se traduce a Q.1,300,000 de quetzales que se va a otros países, pasando de ser el país con la mayor producción de leche de la Región a mayor importador de productos lácteos en 40 años teniendo un retroceso Sectorial notable. (lecheros, 2008)

El vaso escolar como parte de una iniciativa de la Cadena Láctea Nacional estructurada dentro del plan para el apoyo de la seguridad alimentaria y nutricional de los niños en edad escolar, fue planteado una iniciativa al gobierno de Guatemala y su Gabinete ejecutivo constituido por el Presidente de la República del Licenciado Oscar Berger. Uno de los requisitos principales era que el vaso escolar debía de ser preparado con leche fluida 100% Guatemalteca es así que para el mes de febrero del 2006, el programa arranca atendiendo 414,000 niños de 3,260 escuelas de primaria y pre-primaria de 91 municipios del país. En las que se planificó entregar más de 13 millones de raciones. (escolar, vaso escolar guatemala, 2006)

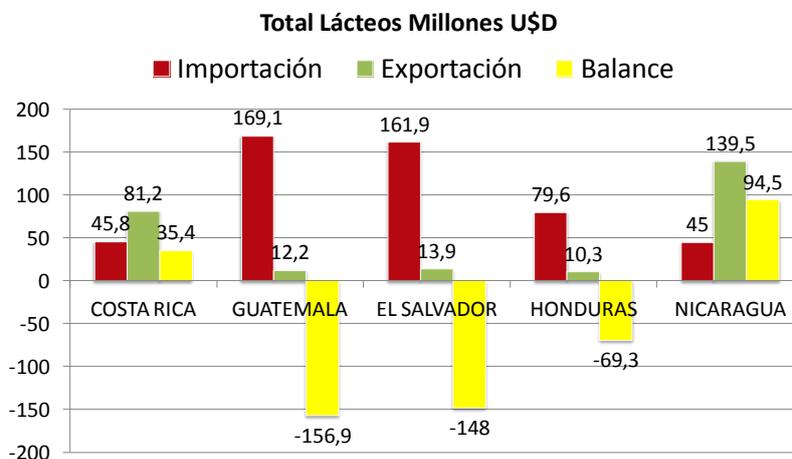
Como Cadena Láctea el programa reactivo al sector lechero impulsando la inversión en las fincas, cadena de frío y equipo. Lamentablemente el programa finaliza en el 2008, esto deprime a los productores y plantas procesadora por lo que sector queda pasivo creando una expectativa ante el próximo gobierno. Ya han pasado cuatros años y el sector lechero de Guatemala no ha visto oportunidades ni un ambiente de confianza para poder atraer las inversiones necesarias para lograr que nuestra capacidad sea utilizada. (escolar, vaso escolar guatemala, 2006)

La Cadena láctea involucra a muchas personas y empresas en su funcionamiento, es generadora de mucho empleo, el 60 % del empleo generado es rural y es para todo el año los 365 días del año las 24 horas. La producción de leche en Guatemala en su mayoría es suplida por fincas familiares de pequeños y medianos productores, los cuales no poseen una adecuada competitividad esta confrontan unas limitaciones en el campo de producción y comercialización de la leche cruda. La leche y sus derivados es uno de los sectores agroalimenticios más importantes en Guatemala desde el punto de vista económico y social.

Desde 1,999 se han realizado actividades y acciones con el objetivo de reactivar y fortalecer la cadena láctea. Los esfuerzos han sido de forma sectorial, el reto es unir a los sectores, más de 140 empresas y entidades involucradas con un objetivo institucional.

Grafica N°1.

Total Comercio Lácteos Centro América



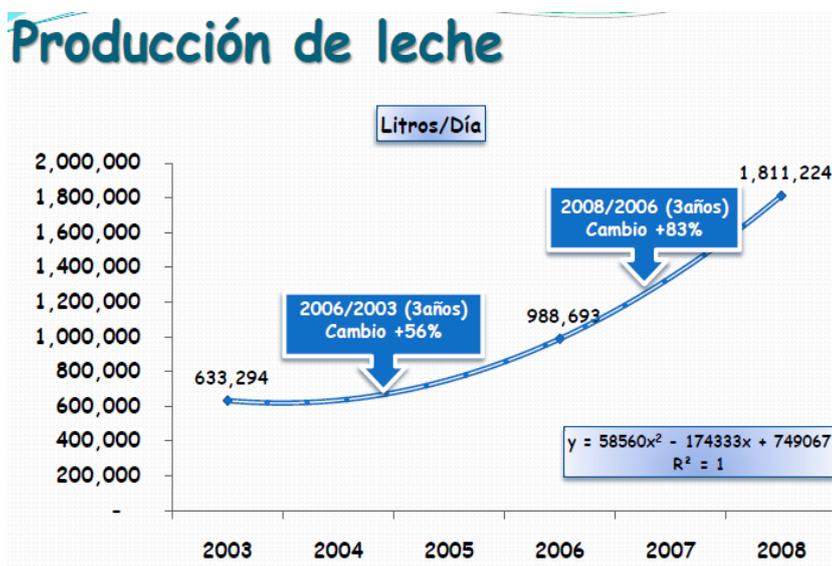
Fuente: Cámara de productores de leche de Guatemala.

De acuerdo a la grafica 1. El comercio de lácteos en Centro América se observa que Guatemala es uno de los países con más importaciones de lácteos, Guatemala tiene una invasión extranjera de lácteos tanto de leches en polvo, como quesos y leches UHT. Los países que más exportan a Guatemala son Costa Rica seguido por Nicaragua de según estadística de fenagh. (fenagh, 2012)

En el 2012 el valor del CIF de importaciones de lácteos en Guatemala fue de 237,212.04 cifras en dólares según datos del banco de Guatemala.

La Cámara de Productores de Leche espera una mejoría en el sector de un 5 a un 10 % a partir del 2012, atribuido a un creciente interés por parte de productores de carne bovina en incursionar en la crianza de vacas productoras de leche.

Grafica N°2



Fuente: cámara de productores de leche de Guatemala.

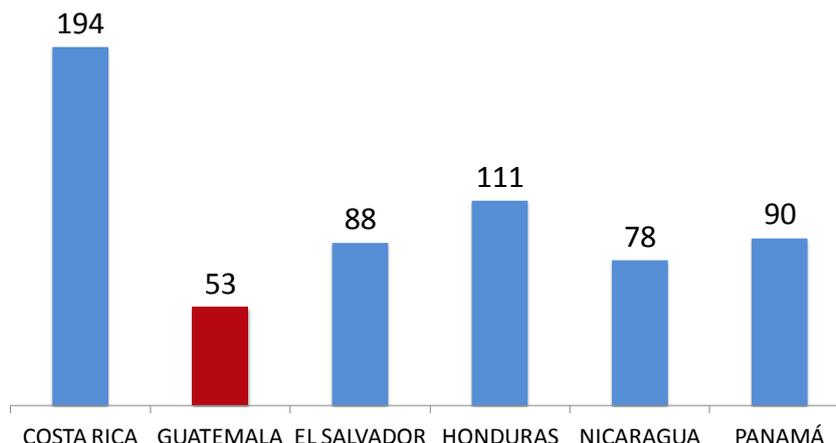
En la grafica 2 se puede observar el aumento en la producción de leche en Guatemala. Estos datos cambian, según la última estadística de la cámara de productores de leche en el 2011, ya que revelan que en Guatemala se producen 1.450.692 millones de litros de leche diarios, teniendo un total de vacas en ordeño de 450.630 y un promedio por vaca 3.27 lts/día. Los cuales están distribuidos de la siguiente forma; el sector artesanal mercado informal 1.015.484 litros/día que equivale al 70% de la producción, el sector industrial 290.138litros/día que equivalen el 20% de la producción y por último el autoconsumo con 145.069 con el 10% de la producción. (lecheros, 2008)

Según FAO (2000) la producción de leche es de 484'895.261 TM. Los principales productores de leche son los países de la Comunidad Europea (CE), siguiéndole en orden de importancia Estados Unidos, India, Rusia, Brasil (en America del Sur) y Nueva Zelanda en Oceanía.

En los últimos 5 años se han invertido miles de quetzales mejorar las líneas de producción, plantas nuevas y distribución esto para aumentar el consumo de leche en Guatemala.

Grafica N° 3.

CONSUMO PER CAPITA (Lts/hab/años)



Fuente: Cámara de productores de leche de Guatemala

El consumo de leche según la FAO por persona es de 120 kg/per cápita anual, en países desarrollados el consumo per cápita es de 200kg/per cápita. De acuerdo con la grafica 3. En Guatemala el consumo de kg de leche es de 53 kg/per cápita anual ubicándonos en el país de Centro América con menos consumo de leche por persona. Según datos de la cámara de productores de leche de Guatemala (Fepale, 2012)

3.2 Bases Teóricas de Leche

La leche es la secreción de la glándula mamaria normal de animales lecheros obtenidos mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinados al consumo en forma líquida o a elaboración ulterior. (Codex alimentarius)

La leche debido a su compleja composición bioquímica y por su alto contenido de agua, es un buen sustrato para los microorganismos saprófitos y también para los patógenos que la utilizan como sustrato para su reproducción. (Cuellar, 2008, p.23).

La actividad de las bacterias saprófitas prácticamente no tiene influencia sobre la salud, pero son indicadoras de la higiene en el ordeño y la posterior conservación de la leche.

Las condiciones de higiene y sanidad en las lecherías tienen un efecto importante en la calidad microbiológica de la leche, cuanto mayores sean los cuidados aplicados a la obtención higiénica de la leche y a la sanidad menor será el recuento de bacterias, el número de microorganismos presentes en la leche varía de cuarto a cuarto y de vaca

a vaca, dependiendo de los sistemas de limpieza y desinfección utilizados; cuando es obtenida en condiciones asépticas, oscila entre 10 y 1000 UFC/ml. En la práctica, la leche recién obtenida contiene de 1,000 a 10,000 UFC/ml, constituidos por contaminantes procedentes del entorno de la ubre, el equipo de ordeño y los manipuladores. (Heer, 2008, p.16).

Durante su transporte y almacenamiento, así como durante la elaboración de los productos, las fuentes de contaminación son las superficies que contactan con los mismos: botes lecheros, pipas, tanques de almacenamiento, bombas, tuberías, filtros, agitadores, envasadoras, transportadores, tinas, utensilios, etc. También pueden ser vehículo de contaminación para los productos.

Las fuentes de contaminación de la leche se pueden resumir en la siguiente escala:

Bacterias provenientes del aire 100 – 1.500 UFC/ml
 De la ubre 300 – 4.000 UFC/ml
 Piel de los pezones 500 – 15.000 UFC/ml
 Infecciones de la ubre 300 – 25.000 UFC/ml
 Equipamiento desde miles hasta millones de UFC/ml.
 (James, 2002, p. 76).

3.3 COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Tabla 1 componentes de la leche de vaca

Compuesto	Porcentaje
Agua	88%
Grasa	3.40%
Proteína	3.2%
Lactosa	4.5% (azúcares de la leche)
Vitaminas y Minerales	0.72%

Fuente. (James, 2002).

Sus principales características físicas y fisicoquímicas de determinación son las siguientes:

- Densidad a 15° C **1.030 – 1.034**
- Color Especifico: **0.93**
- Punto de congelación: **0.530**
- pH: **6.60 6.80**

Estas cifras se refieren a la leche fresca y normal. La leche tiene una ligera tensión superficial, forma espuma abundante cuando se agita.

3.3.1 DENSIDAD Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA LECHE

La densidad indica el peso de una sustancia con relación a su volumen a una temperatura dada. La gravedad específica de la leche fresca depende de la grasa, lactosa, proteína en total, caseína y minerales.

3.3.2 PUNTO DE CONGELACIÓN

El punto de congelación de la leche fresca se encuentra entre 0.50 y 0.61 °C. Son responsables para el punto de congelación la lactosa y los minerales, que son las partes en perfecta solución y que son muy constantes. El índice de refracción es el grado de desviación de un rayo de luz por la superficie de una sustancia.

3.4 CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

3.4.1 SABOR DE LA LECHE

Es muy difícil describir el sabor y el olor típico de la leche fresca, debido a que todo se relaciona con los órganos de los sentidos humanos por lo que es muy subjetivo. Puede decirse sin embargo que el sabor y olor de la leche deben de ser puros, frescos y sin deficiencias.

3.4.2 OLOR DE LA LECHE

El olor natural de la leche es poco expresado. Se encuentran muchas variaciones y deficiencias anormales causadas por diferentes factores como variaciones propias de la vaca si está en condiciones fisiológicas anormales: leche de vacas enfermas, especialmente de enfermedades de la ubre. La primera leche de una lactación (calostro) y la última leche de una lactación (15 días antes del parto).

El alimento de la vaca puede provocar sabores extraños y olores extraños del alimento pueden entrar en la sangre y pasar a la leche (ensilaje, remolacha, cebollas silvestres, pasto de centeno, cerdasa etc).

Por absorción de olores a los cuales se encuentra expuesta la leche, ensilaje, harina de pescado y similares en el establo, establo sucio etc.

Por descomposición por microorganismos leche infectadas por falta de higiene durante el ordeño y la recolección.

Material extraño presente en la leche, leche sucia, antibiótico, detergentes, insecticidas, etc.

De cambios por acción químicas el sabor oxidado causado por oxidación de ácidos grasos, muchas veces catalizado por metales (Cu,Fe,Mn) y exposición a la luz del sol.

Las proteínas, en general, se descomponen tras la coagulación de la leche, dando lugar a sabores y olores desagradables. La materia grasa es hidrolizada por las lipasas microbianas, reacción lenta, que influye rápidamente sobre el sabor de la leche.

3.4.3 COLOR DE LA LECHE

El color es blanco amarillento, el blanco viene de la reflexión de la luz por los glóbulos grasos, el caseinato de calcio, y el fosfato coloidal. El amarillo viene de la carotina, provitamina A, que es soluble en la grasa. Por esto quedan más amarillas la crema y la mantequilla. En la figura 1 podemos ver el color de la leche natural de vaca. (Cuellar, 2008, p. 22-35).

Figura 1. Color de la leche



Fuente: Investigador

3.5 METODOS PARA EVALUAR LA FRESCURA DE LA LECHE

Los métodos de rutina para revisar si una leche es fresca y sanidad de la ubre se basa en la conductividad eléctrica (pH), el contenido de catalasa y el grado de acidez.

Para ver si la ubre esta sana se realiza el conteo de células somáticas. Los métodos más utilizados en las plantas leches son el pH y la acidez para evaluar la frescura.

También existen distintas pruebas que se pueden realizar como la prueba de ebullición ya que una leche acidificada se coagula al calor. La prueba es muy rudimentaria porque indica un grado de acidez superior a 0.27% de ácido láctico, por tal razón tiene poco valor práctico.

Una prueba rápida muy utilizada en los centros de acopio por su costo que es muy bajo, porque no necesita mucho entrenamiento para interpretar, además los resultados indican la estabilidad térmica de una leche, dato muy importante durante la pasteurización. (Wehr, 2004, p. 23).

Figura 2. prueba de alcohol
Negativa



Fuente: Investigador

Figura 3. Prueba de alcohol
Positiva



Fuente: Investigador

En la figura 2. Se observa el resultado negativo de una prueba de alcohol la cual se realiza mezclando partes iguales de alcohol a una concentración no menor de 68% de alcohol etílico y leche si al mezclar no presenta formación de grumos la prueba se considera negativa y se calcula una acidez menor a 0.18%.

En la figura 3. Se observa el resultado positivo de una prueba de alcohol en donde a la leche se le forman pequeños coágulos como resultado de la precipitación de la proteína calculando una acidez superior a 0.18% de ácido láctico y su estabilidad térmica no es buena.

Algunas industrias aumentan el porcentaje de alcohol de 70 a 72% o podemos utilizar partes dobles de alcohol al 68% que también indicarían una acidez de de 0.14 a 0.17% y buena estabilidad térmica.

Estas pruebas son muy sencillas y se practican regularmente durante la recolección en fincas.

3.5.1 PH Y GRADO DE ACIDEZ DE LA LECHE

El pH normal de la leche está entre 6.6 y 6.8 un pH inferior a 6.4 una acidez titulable superior a 0.18-0.20% indican un contenido excesivo de ácido láctico producido por microorganismos productores de este ácido. Tal leche está infectada y no puede usarse para la elaboración de productos lácteos. Leche de vacas enfermas por mastitis pueden tener la acidez elevada o disminuida según el tipo de infección y el tiempo que ha pasado desde que fue ordeñada. Un pH superior a 6.8 indican una infección de la leche por microorganismo causantes de mastitis. Tal leche no puede usarse para la elaboración de leche fluida. (Acevedo, 2009, p.116)

Figura 4. Titulación ácido base



Fuente: Investigador

Figura 5. Viraje de color



Fuente: Investigador

En la figura 4 se ejemplifica una titulación ácido base para la cual se agregan 9 ml de leche a un beaker o recipiente transparente se adicionan 3 gotas de indicador de fenolftaleína, la fenolftaleína es un indicador de pH que en soluciones ácidas permanece incoloro pero en presencia de bases toma un color rosa o rojo. La titulación se realiza con NaOH 0.1N se anota el volumen gastado (26)

Formula:

$$\% \text{ de acidez (ácido láctico)} = \frac{(\text{Volumen de NaOH gastado}) (\text{Normalidad del NaOH}) (9)}{(\text{Volumen de la muestra}) (\text{Densidad de la leche})}$$

Fuente: Coguanor 34 046 h9

Para la determinación de mastitis en leche se pueden utilizar distintos métodos en el campo uno de los utilizados es el california mastitis test que indica un rango de infección por células somáticas

Tabla N.2 Tabla de Interpretación de la mastitis california test

Una reacción de T (trazas) o más indica que hay mastitis subclínica en el cuarto. Grado de CMT	Rango de Células Somáticas	Interpretación
N (Negativo)	0 – 200,000	Cuarto Sano
T (Trazas)	200,000 – 400,000	Mastitis Subclínica
1	400,000 – 1,200,000	Mastitis Subclínica
2	1,200,000 – 5,000,000	Infección Seria
3	más de 5,000,000	Infección Seria

Fuente: (Reyes, 2001).

figura.6 N= Negativo (no infectado)



Fuente: California mastitis test

Figura. 7 T= Trazas (Posible infección)



Fuente: California mastitis test

Figura. 8 1= Positivo Débil (infectado)



Fuente: California mastitis test

Figura. 9 2= Positivo Evidente (Infectado)
3= Positivo Fuerte (infectado)



Fuente: California mastitis test.

3.5.2 Pruebas de reducción.

Prueba del azul de metileno: es una prueba que no se usa mas, salvo en queserías muy pequeñas. Se ponen 10 ml de leche en un tubo de ensayo y 1 ml de azul de metileno (5mg. de azul de metileno en 100 ml de agua destilada). Cada tubo identificado corresponde a la leche total de una finca. Se tapa el tubo, se mezcla y se incuba a 37°C en baño de agua. El azul de metileno debido al metabolismo de las bacterias se reduce a su leucobase incolora. La prueba se controla cada 30 minutos hasta completar 6 horas e incubación. En las observaciones, los tubos decolorados se retiran y se anotan. Si un tubo está decolorado más de 2/3 también se retira. La leche que mas rápido se decolora es la más contaminada y la que no se decolora hasta las 6 horas la menos contaminada. (Bedolla, 2004)

Debe tenerse en cuenta que esta prueba mide en cierta la “actividad” de las bacterias. Hay bacterias que en 6 horas aún no entran en actividad. Esta prueba no sirve para leche fría, porque las bacterias necesitan adaptarse a la temperatura de 37°C lo cual daría un resultado erróneo. Cabe mencionar que esta prueba en la actualidad ya no se utiliza debido al largo tiempo de espera y los resultados poco confiables.

3.6 ADULTERANTES EN LA LECHE CRUDA.

Un adulterante físico durante el proceso de elaboración de la leche sería el agregado de agua en la misma, esto altera las proporciones en que se encuentran los componentes de la leche, una forma de descubrirlo es por el punto crioscópico de la leche, así como de la concentración de los sólidos totales. (Heer,2008).

Un adulterante químico muchas veces es agregado cuando la leche tiene mucha acidez lo que se le agrega es una sal de sodio para disminuirla y así consiguen que la leche se encuentre dentro del rango de acidez solicitada. Además han utilizado otras sustancias químicas como peróxidos, cloro.

Un adulterante biológico de la leche es por bacterias, las más comunes son las coliformes, también pueden ser *staphylococos*, etc. Esto es debido a las malas condiciones higiénicas durante el ordeño, transporte y almacenamiento del mismo.

Figura. 10 Análisis colorimétrico de Peróxido en leche



Fuente: Investigador

En la figura 10 se muestra el resultado positivo de una prueba de peróxido de hidrogeno, este es uno de los adulterantes más utilizados por los centros de acopio que no poseen un sistema de enfriamiento ya que su función es bacteriostática y acción bactericida, esto varía según el tipo de microorganismo, el grado de contaminación, la concentración del producto, la duración del tratamiento y la temperatura a que se haga. El inconveniente de la utilización de este adulterante es la producción de radicales libres dañinos para la salud. El sabor de la leche no se ve alterado, La adición de un 0.04% (en peso) de agua oxigenada ocasiona una pérdida de ácido ascórbico del 54%, el 78%, el 85% y el 92.5% respectivamente en las leches mantenidas durante 20 horas a las temperaturas de 15°, 22°, 26° y 32° respectivamente mientras que la pérdida es del 84%.

1. El agua oxigenada concentrada oxida las proteínas y da lugar a la formación de aldehídos, cetonas y ácidos; las soluciones diluidas carecen de ese efecto. El tratamiento de la leche con agua oxigenada (0.04%) aumenta el contenido de albúmina y disminuye el de caseína. Una parte de la caseína se disocia al cabo de 5 ó 6 días de conservación de la leche a 4°C con 0.01% o un 0.04% 4 en peso de agua oxigenada. (infortambo, 2012)

Para destruir el exceso de H_2O_2 por adición de catalasa, la leche ha de estar relativamente fría.

El kit colorimétrico para la detección de peróxidos es muy útil por su fácil interpretación, existen otros kits para la determinación de este adulterante como espectrofotómetros que nos dan resultados cuantitativos. En muchas empresas existen políticas de calidad donde la detección de estos adulterantes en la leche automáticamente indican un rechazo de la misma, normalmente esta prueba se realiza previo a subir la leche a la cisterna estas pruebas deben de realizarse a la vista de los encargados de las salas de ordeños o los centros de acopio. Los peróxidos pueden llegar a interferir dentro de las salas de procesos principalmente en la elaboración de quesos. (infortambo, 2012)

Figura. 11 Análisis colorimétrico de cloro
En leche



Fuente: Investigador

En la figura 11 se muestra el resultado de una prueba colorimétrica de cloro otro adulterante utilizado por los centros de acopios que no poseen sistema de enfriamiento o que no posee buenas prácticas de ordeño, la función del cloro es bactericida lo cual resulta de beneficio para el productor si su leche es entregada en plantas donde otorgan bonos económicos por recuentos microbianos bajos, este al igual que los peróxidos resulta ser dañino a la salud, además de provocar problemas en el proceso de quesos frescos o madurados. (Wehr, 2004, p.25)

Figura 12. Prueba de antibiótico en leche



Fuente: Investigador

Son varios los antibióticos cuyo uso están ampliamente difundidos en la ganadería lechera, constituyéndose en los principales contaminantes de la leche, a la vez que la hace inapto para el consumo humano. (Intertambo, 2012)

El uso indiscriminado de estos fármacos, especialmente cuando no es aplicado por el profesional Médico Veterinario, determina su presencia en la leche, con consecuencia grave en la salud del consumidor, como son: sensibilidad, resistencia, alergias, cambios en la flora intestinal. (Acevedo, 2009, p.114)

Los hábitos de consumo cotidiano va a estibar el riesgo constante de la población de adquirir la leche fresca o sus derivados contaminados con residuos de antibióticos.

Ello conlleva a la imperiosa necesidad de efectuar muestras continuas que faciliten su detección e impedir la comercialización del producto, en vista de que estos fármacos no se metabolizan en su totalidad, ni se inactiva con la industrialización

En la figura 12 se muestra la prueba de detección de antibióticos de la marca snap es una prueba colorimétrica muy sensible y rápida para saber si la leche contiene residuos de antibióticos.

3.7 MICROBIOLOGIA DE LA LECHE

3.7.1 Bacterias ácido lácticas

En la actualidad este grupo está compuesto por 12 generos de bacterias Gram-positivas la *Camobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Weisella*. Aunque el grupo de los acidoláctico esta definido con poca exactitud con límites imprecisos todos comparten la propiedad de producir ácido láctico a partir de las hexosas.

Los microorganismos existentes en la leche de vaca fresca están compuestos por lo que pueden hallarse presentes en la ubre y en la piel de la vaca y los existentes en los utensilios o líneas de ordeño. En condiciones de manipulación y conservación adecuadas, la flora microbiana predominante es Gram-positiva. (James, 2002, p.80)

3.7.2 Coliformes

El grupo coliforme esta constituido por bacterias Gram negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 horas de incubación a 35°C. Este grupo esta constituido por cuatro géneros principalmente *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. (Acevedo, 2009, p. 115)

Es un indicador microbiológico no patógeno frecuentemente asociados a estos utilizados para reflejar el riesgo de presencia de agentes causales de enfermedades.

El grupo coliforme es constante abundante y casi exclusivo de la materia fecal humana, sin embargo, la característica de sobrevivencia similar a la de los patógenos y la incapacidad para multiplicarse fuera del intestino solo se observan en agua relativamente limpias. Por ello el grupo coliforme se utiliza como indicador de contaminación fecal exclusivamente en el agua. En consecuencia, conforme se eleva el número de coliformes en una muestra de agua, mayor será la posibilidad de estar frente a un caso de contaminación fecal reciente. En alimentos es un indicador de prácticas sanitarias evaluando la calidad del mismo.

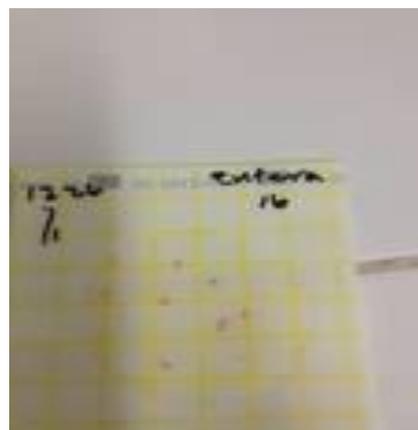
En las figuras 13 y 14 se muestran la presencia de coliformes totales, *E. coli* y recuento de mesófilos totales en leche cruda, un recuento elevado de estas células demuestran malas prácticas de ordeños así como deficiencia en el enfriamiento de la leche.

Figura 13 Recuento de *E.coli* y coliformes totales



Fuente: Investigador

Figura 14 Recuento de mesofilos



Fuente: Investigador

3.7.3 Células Somáticas

Las 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.

Se denomina a las células de la leche, a aquellas células propias del cuerpo (somáticas) en la leche. Estas provienen de la sangre y del tejido de la glándula mamaria. El contenido de células somáticas en la leche nos permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido a su cercana relación con la composición de la leche un criterio muy importante de calidad de la leche. (Bradley, 2005, p.315).

Tabla 3. Tipos de células en leche normal

Tipo	Porcentaje
Macrófagos	60%
Linfocitos	25%
Neutrófilo	25%

Fuente: (cuellar, 2008).

3.8 PASTEURIZACION DE LA LECHE

La pasteurización es un proceso térmico realizado a los alimentos: los procesos térmicos se pueden realizar con la intención de disminuir las poblaciones patógenas de microorganismos o para desactivar las enzimas que modifican los sabores de ciertos alimentos. No obstante, en la pasteurización se emplean generalmente temperaturas por debajo del punto de ebullición (en cualquier tipo de alimento), ya que en la mayoría de los casos las temperaturas superiores a este valor afectan irreversiblemente ciertas características físicas y químicas del producto alimenticio. (Coguanor, comisión guatemalteca de normas)

Tabla N. 4 Tiempo y Temperaturas de pasteurización

Temperatura	Tiempo
*63°C (145°F)	30 minutos
*72°C (161°F)	15 segundos
89°C (191°F)	1 segundos
90°C (194°F)	0,5 segundos
94°C (201°F)	0,1 segundos
96°C (204°F)	0,05 segundos
100°C (212°F)	0,01 segundos

Fuente: PMO de leche pasteurizada

3.8.1 Proceso de pasteurización Lenta (VAT)

Fue el primer método de pasteurización, aunque la industria alimenticia lo ha ido renovando por otros sistemas más eficaces. El proceso consiste en calentar grandes volúmenes de leche en un recipiente a 63 °C durante 30 minutos, para luego dejar enfriar lentamente. Debe pasar mucho tiempo para continuar con el proceso de envasado del producto, a veces más de 24 horas.

3.8.2 Proceso de pasteurización a temperatura alta por breve tiempo (HTST).

Este método es el empleado en los líquidos a granel, como la leche, es el más conveniente, ya que expone al alimento a altas temperaturas durante un período breve y además se necesita poco equipamiento industrial para poder realizarlo, una necesidad de este proceso es contar con personal altamente cualificado para la realización de este trabajo, que necesita controles estrictos durante todo el proceso de producción.

Existen dos métodos distintos bajo la categoría de pasteurización **HTST**: en "batch" (o lotes) y en "flujo continuo". Para ambos métodos la temperatura es la misma (72 °C durante 15 segundos).

En el **proceso "batch"** una gran cantidad de leche se calienta en un recipiente marmita. Es un método empleado hoy en día, sobre todo por los pequeños productores debido a que es un proceso más sencillo.

En el **proceso de "flujo continuo"**, el alimento se mantiene entre dos placas de metal, también denominadas intercambiador de calor o bien un intercambiador de calor de forma tubular. Este método es el más aplicado por la industria alimentaria a gran escala, ya que permite realizar la pasteurización de grandes cantidades de alimento en relativamente poco tiempo.

Existen asociaciones locales e internacionales que apoyan al sector lechero a través de programas y proyectos como es el caso de la Cámara de Productores de Leche y de La Federación Panamericana de Lechería FEPAL (www.fepale.org) la cual trabaja para estimular la producción de lácteos en los países latinoamericanos, ya que para ellos el consumo de leche es beneficioso para el desarrollo físico e intelectual infantil, además de disminuir la capacidad de sufrir osteopatías y otros padecimientos. La Cámara de Productores de Leche (www.lecheros.org) en conjunto con la Industria Nacional, realizan durante el año una diversidad de actividades orientadas a fomentar el consumo de leche y sus derivados, dirigidas especialmente a la niñez.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- 4.1.1** Crear un documento que sirva de guía para evaluar la calidad de la leche cruda de forma rápida y segura previo a su procesamiento en una planta de lácteos

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICO

- 4.2.1** Definir las características de la leche para evitar su proceso al no cumplir con las pruebas de calidad para una planta procesadora de lácteos.
- 4.2.2** Determinar las pruebas que definen el efecto de la calidad microbiológica de la leche acopiada para las plantas procesadoras de lácteos para garantizar la calidad previo a su procesamiento.

5. METODOLOGIA

5.1 Revisión bibliográfica sobre la aplicación de pruebas para la evaluación de la calidad de la leche cruda.

5.2 Elaboración de la guía incluyendo aspectos como:

- Determinación de la acidez en la leche mediante el método de gravimetría, se utilizó titulador alcalino con indicador de fenolftaleína para calcular la acidez de la leche. Se utilizaron parámetros de referencia según bibliografía de 0.14% a 0.17% de ácido láctico.
- Evaluación de adulterante utilizando métodos colorimétricos para detección de cloro y peróxido. Esto se realizó mediante utilización de pruebas rápidas de tiras con indicadores de color dando en valor aproximado del contenido de cada adulterante, los valores normales esperados en los adulterantes es cero partes por millón.
- La detección de antibióticos utilizando el kit de snap que determina presencia de beta-lactámicos y tetraciclinas, este método es colorimétrico y se utiliza un horno y pruebas rápidas de cassette. El valor normal en este método es de cero partes por millón de antibióticos.
- Pruebas sensoriales para determinar sabor color y olor de la leche. Estas se realizaron con muestras de leche fresca según metodologías indicadas en el marco teórico (inciso 3.4)

INDICE

Objetivos de la guía	23
Evaluación de Limpieza de instalaciones	24
Toma de Muestra	25
Pruebas Organolépticas	27
Evaluación de adulterantes	28
Prueba de estabilidad Térmica	29
Almacenamiento y transporte de muestras	30
Hoja de registro de Leche	31
Resultados de la Guía	32

OBJETIVOS DE LA GUIA.

1. Elaborar una herramienta de adiestramiento tanto para el personal que labora en los centros de acopio como a los recolectores de leche cruda que se dedican a la venta en industrias.
2. Brindar las pautas para mantener el proceso de recolección y enfriamiento de leche bajo control y adecuar la calidad del producto a un nivel óptimo deseable para la industria.

EVALUACION DE LA LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES

El encargado de la sala de ordeño

1.



Se debe de utilizar ropa adecuada para Trabajar en el centro de acopio la cual constar de gabacha, Botas de hule y gorro.

2.



Verificar la limpieza de mangueras donde se cargara la leche.

La limpieza de las instalaciones es la eliminación de todos los residuos de leche para evitar presencia de vectores en la sala de ordeño, la finalidad primordial de una limpieza adecuada es la destrucción de microorganismos patógenos y no patógenos a un nivel donde no puedan alterar la calidad de la leche cruda.

Utilizar ropa adecuada como gabacha de plástico, botas de hule y gorro para cubrir el cabello son utensilios necesarios para trabajar dentro de una sala de ordeño.

TOMA DE MUESTRA

El encargado de la sala de ordeño



Debe de conectar el agitador en el tanque de leche 15 minutos antes de tomar la muestra.



Supervisa que el recolector tome la temperatura del tanque



Verifica que el recolector tome una muestra de leche para análisis fisicoquímicos y micro biológicos

Conectar el agitador del tanque de enfriamiento ayuda a la obtención de una muestra más homogénea en el contenido de grasa y proteína.

La toma de temperatura se debe de realizar con un termómetro calibrado en un rango de -10 a 100°C con divisiones no menores de 1°C, evitar el uso de termómetros de vidrio.

Deben dejarse suficiente tiempo dentro del tanque para que la temperatura se estabilice

El termómetro debe de desinfectarse antes de introducirse en la leche.

La toma de muestra se debe de realizar con utensilios desinfectados para evitar contaminar la leche y colocarse en bolsas o frascos estériles que cierren herméticamente.

Para obtener buenos resultados es indispensable una buena toma de muestra, esta debe de ser tomada por una persona sana, capacitada y autorizada. La cantidad de leche necesaria para un análisis de campo el cual se realiza en la sala de ordeño desde el punto fisicoquímico que será de 200-500mL, mientras que para un análisis microbiológicos pueden ser desde 150ml. La leche debe ser refrigerada de 3-5°C, evitar congelarla.

PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

El encargado de la sala de ordeño



Verifica que el recolector revise
El color y olor de la leche



El recolector realiza una prueba
de sabor para garantizar que n
Presenta sabores extraños.
No se debe tragar la leche

En una planta leche estas pruebas se deben de realizar diariamente en cada entrega, Leche con sabores y olores extraños no deben de ser cargadas en la pipa hasta que no se corroboren con las pruebas que confirman que la leche se encuentra en buenas condiciones.

Clasificación	Puntaje	Descripción del sabor
Excelente	40-45	Sin criticismo
Buena	38-39.5	Sabor ligeramente astringente, salado, carente de frescura, sabor ligero definido a cocido, a pienso o sin sabor.
Regular	36-37.5	Sabor ligeramente a establo y oxidado, definitivamente astringente y sala carente totalmente de frescura, pronunciado sabor a cocido o sin sabor
Pobre	35 o menos	Sabor ligero definido a acido, rancio y sucio, ligero definido o pronunciado a establo, amargo, extraño a ajo/metálico, pronunciado astringente, salado.
Insalubre	Sin punteo	Sabor pronunciado a acido, rancio y sucio.

Tomado de Nelson and Trout (1964)

EVALUACION DE ADULTERANTES

El encargado de la sala de ordeño



8.

Verifica los resultados de la prueba
De adulterantes como peróxidos,
Cloro y antibióticos.

Resultados positivos en adulterantes indican rechazo en la leche y está no debe de cargarse a la pipa, se deben de verificar la presencia de peróxidos, residuos de desinfectantes como cloro, así como la presencia de antibióticos.

ESTABILIDAD TERMICA

El encargado de la sala de ordeño



Verifica que el recolector tome
Partes iguales de leche y alcohol
Al 68%



Revisa que no exista precipitación
de la proteína de leche.

Cualquier incremento en la acidez de la leche lo podemos verificar con esta prueba, la descomposición del azúcar de la leche, (lactosa) en ácido láctico se da por acción de las bacterias dando como resultados un aumento en la acidez de la leche.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

El encargado de sala de ordeño.

11.



Debe de revisar que se identifique Correctamente la muestra con el nombre de la finca y fecha

12.



Observar que las muestras sean transportadas con hielo.

Las muestras deben de estar bien identificadas con nombre y fecha, deben de verificar que las muestras estén bien cerradas y se transportan en hieleras con hielo.

REGISTROS

Nombre de Recolector de leche _____

Nombre del Centro de Acopio _____

1. Limpieza de instalaciones y toma de muestra

Limpieza de manguera limpias Sucias

Tiempo de Agitación _____ Tiempo mínimo 15 min.

2. Temperatura del tanque _____ Valor referencia 3-5°C

Pruebas Organolépticas

Color _____ Olor _____ Sabor _____

Evaluación de adulterantes

Cloro _____ Peróxido _____ Antibióticos _____

Estabilidad Térmica

Prueba de alcohol 72° _____ valor de referencia Negativo

Firma de encargado de sala
De ordeño

Resultados de la Guía

En la guía se aplicaron técnicas sencillas que revelaron que son útiles para la evaluación de la calidad de la leche cruda.

La aplicación correcta de la guía garantiza el recibo de la leche cruda en la industria láctea.

La guía puede ser utilizada en salas de acopio, como en los laboratorios de la industria láctea.

7. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

En la guía se presentaron una serie de pruebas que se deben de realizar para garantizar la calidad higiénica de la leche cruda previo a su proceso en una planta de lácteos con el propósito de establecer la calidad sanitaria.

Determinaciones de temperatura, pruebas organolépticas, así como determinación de adulterantes hacen posible reconocer algunas leches inaceptables, evitando que se dañen la leche de buena calidad al mezclarse en los camiones cisternas o en los tanques de almacenamiento. Otras pruebas como la de alcohol nos permiten ver el comportamiento que tendrá esta leche frente a un choque térmico por lo que esta prueba tiene mucha importancia y debe de realizarse para garantizar su estabilidad térmica. (Cuellar, 2008)

A las referidas pruebas de calidad se suman las determinaciones de adulterantes como la adición de inhibidores o la adición de agua, a veces enmascarada por la adición de cloruros u otros.

La toma de muestra es un requisito indispensable para la obtención de resultados correctos por lo que la debe de realizar una persona capacitada, estas deben de ser representativas y evitar la contaminación posterior. (Heer, 2008)

La determinación de la temperatura de la leche cruda al ser entregada en la planta es por consiguiente un buen indicio del cuidado que se ha dado desde el centro de acopio o durante su transporte, esto ha adquirido importancia en las plantas ya que muchas tienen implementado el pago por buena calidad microbiológica.

Las pruebas organolépticas de la leche constituyen una plataforma que permite la segregación de las leches de peor calidad, para esto se debe de entrenar bien al personal que mediante experiencia pueden detectar cuando una leche ha sido mal refrigerada o que ha estado en contacto con desinfectantes, hasta leches mastíticas. (Acevedo, 2009)

La prueba de inhibidores como los antibióticos son de gran utilidad en la industria láctea ya que estos compiten con cuajos microbianos, así como con los cultivos de en quesería, yogurt o crema, por lo que esta prueba es importante para la producción,

además que afecta directamente la salud de las personas creando resistencia a los antibióticos o alergias a personas sensibles.

Todas las pruebas que se realizan deben tener un registro de las mismas, es importante que el encargado de la sala de ordeño firme de conformidad de los resultados de las pruebas, esto crea transparencia entre el recolector y el vendedor.

Esta guía es útil para los productores de leche que entregan en centros de acopios comunitarios, donde un productor puede llegar a dañar la leche de varios acopiadores. Por ello se hace necesario realizar las pruebas explicadas en la guía las cuales garantizaran que la leche cumple con los requisitos de frescura y limpieza. Así mismo, si este centro de acopio desea entregar a una industria láctea la leche, no tendrán problemas de aceptación en la planta por fallar en el de control de calidad de la planta.

8. CONCLUSIONES

1. Se elaboró una guía de evaluación de leche cruda la cual garantiza el cumplimiento de los requisitos básicos de calidad para la aceptación en una industria láctea.
2. Se definieron las características organolépticas de una leche fresca y quedó establecido que permite conocer el producto y detectar con mucha más facilidad una desviación de calidad, previo a su entrega en la planta procesadora de leche evitando pérdidas económicas por rechazos posteriores a la entrega.
3. Se definieron las pruebas que ayudan a tener un mejor control de la calidad microbiológica de la leche, permitiendo realizar acciones inmediatas al momento de detectar una desviación de calidad.

9. RECOMENDACIONES

1. Aplicar esta guía de evaluación de leche cruda en los centros de acopio previo a la entrega en la industria láctea para garantizar su aceptación.
2. Confirmar todas las pruebas recomendadas en la guía en un laboratorio especializado en leche, ya que estas pruebas rápidas son carácter colorimétrico.
3. Llevar un ordenado registro de los resultados de las pruebas, los cuales deben ser analizados por el responsable de la sala de ordeño, verificar las causas cuando las pruebas detecten desviaciones de calidad en la leche así como la eliminación de los factores que causaron el problema en la leche.
4. La aplicación de las buenas prácticas de ordeño de forma correcta para evitar rechazos en las entregas de leche, el personal debe estar en constante capacitación para garantizar que la operación se realiza de forma adecuada.
5. Informar a la industria láctea a la que se entrega la leche de salir positiva alguna de las pruebas de la guía previa al recibo o mezcla de leche de ordeños distintos, para evitar pérdidas económicas.

10. BIBLIOGRAFÍAS

1. Acevedo, V. (2009). *Mastitis afecta la producción y la calidad de la leche*. Ecuador: Intervet. 103-115
2. Bedolla, C. y. (2004). *Métodos de detección de mastitis bovina*. Mexico: Mimeo. 45-48
3. Bradley, A. y. (2005). Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. *Journal of the british veterinary* , 310-315.
4. Coguanor Comisión Guatemalteca de normas NGO: 34:146 norma de leche pasteurizada
5. Cámara de comercio. Recuperado el 03 de noviembre de 2012, de www.negociosguatemala.com
6. Cámara de productores de leche. (noviembre 2008). www.lecheros.org. Recuperado el 03 de noviembre del 2012 de www.lecheros.org
7. Codex Normas Internacionales de alimentos Norma Codex Stand 206 Norma General para usos de términos Lecheros.
8. Cuellar, N. (2008). *Ciencia tecnología e industria de los alimentos*. Colombia: Grupo latino. 22-40
9. Fenagh.(septiembre de 2011) www.fenagh.net Recuperado el 03 de noviembre del 2012 del www.fenagh.net/noticias.html
10. Fepale. (marzo 2011) www.fepale.org/sialaleche.php. Recuperado el 3 de noviembre de 2012 de www.fepale.org
11. Heer, E. G. (2008). *Microbiología de la leche*. Argentina: UNL. 14 - 23
12. infortambo. (abril de 2012). www.infortambo.com adulterantes. Recuperado el 03 de noviembre del 2010 de <http://www.infortambo.com>
13. Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta agropecuaria 2003. Disco Laser
14. James, J. (2002). *Microbiología moderna de los alimentos*. Zaragoza España: Acribia, S.A. 75-89
15. Lácteos, Productos lácteos. (marzo 2000) www.fda.gov. Recuperado el 03 de noviembre de 2012 de <http://www.fda.gov/downloads/ICECI/UCN280461.pdf>
16. Mercosur, *chile alimentos*. Recuperado el 03 de noviembre de 2012, de <http://www.chilealimentos.com>

