

Relación entre el resultado de la prueba de California para mastitis y las características físico- químicas y microbiológicas de la leche en seis ganaderías lecheras en Sonsonate, El Salvador

Fuentes Cabrera, FZ

Estudiante tesista

Departamento de Zootecnia,

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: fatimafuentes13@gmail.com

Mancía Aguilar, BE

Estudiante tesista

Departamento de Zootecnia,

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: esmeraldamancia@hotmail.com

Portillo Henríquez, BC

Estudiante tesista

Departamento de Zootecnia,

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: cecyph@hotmail.com.

Torres de Ortiz BE

Docente Director

Departamento de Zootecnia,

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: eugeniatorre@gmail.com

Corea Guillén EE

Docente Director

Departamento de Zootecnia,

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: elmercorea@hotmail.com

Resumen

El estudio se realizó de octubre a abril de 2015 en seis ganaderías lecheras, con ordeño mecánico, en los municipios de Caluco y Sonsonate, departamento de Sonsonate, El Salvador. Para la investigación, se realizaron en todas las vacas de cada una de las seis ganaderías, dos pruebas de californias para mastitis (CMT) separadas por dos meses, categorizándolas como negativo, subclínico y positivo. Por cada categoría se tomaron tres muestras de leche del medidor de la ordeñadora más una muestra del tanque de enfriado durante los muestreos. Las muestras fueron tomadas en frascos estériles y transportados a 4 °C al laboratorio para su análisis dentro de las siguientes 24 horas.

Las muestras de leche fueron analizadas para los parámetros nutricionales: proteína, grasa, lactosa y sólidos no grasos, realizadas con el analizador Lactostar® Gerber; parámetros físico densidad, pH y acidez titulable; también los parámetros microbiológicos: células somáticas con un aparato DCC DeLaval®, recuento en placa de unidades formadoras de colonias (UFC) para bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales, prueba de reductasa, prueba de antibióticos, y se estimó la prevalencia de mastitis por ganadería. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa INFOSTAT, con el método no paramétrico denominado Kruskal Wallis, confrontando parámetros físico-químicos y microbiológicos contra la categorización del CMT. Las diferencias se consideraron significativas a una probabilidad menor al 5% ($P < 0.05$).

La composiciones nutricionales para leches de vacas con resultados CMT negativas, subclínicas y positivas fueron 3.28, 3.15 y 3.09% para proteína; 3.77, 3.76 y 3.56 % para grasa, 4.98, 4.81 y 4.72% para lactosa y 8.95, 8.72 y 8.67 para sólidos no grasos, respectivamente.

No se encontraron diferencias significativas por efecto de las categorías de CMT en éstos parámetros, sin embargo se observó una disminución en el contenido de los nutrientes en la medida en que hay más reacción a CMT.

En el análisis físico, la densidad y acidez titulable fueron similares entre las categorías de CMT, mientras que en el pH aumentó significativamente tendiendo a ser más básico con el aumento de la reacción a CMT en negativas (6.72), subclínicas (6.78) y positivas (6.86), respectivamente.

En los recuentos bacterianos se tuvo gran variabilidad entre muestras de la misma categoría de CMT. Se observó recuentos más altos de bacterias aerobias mesófilas totales en vacas con reacción a CMT, positivas (594,583 ufc/ml), subclínicas (311,333 ufc/ml) y negativas (250,194 ufc/ml), pero las diferencias no fueron significativas. De igual forma en coliformes totales las positivas a CMT tuvieron recuentos más altos (179,000 ufc/ml) que las subclínicas (21,792 ufc/ml) y las negativas (22,806 ufc/ml) y tampoco las diferencias fueron significativas.

El recuento de células somáticas aumentó con respecto al grado de CMT que fue mayor en vacas positivas (1,720,194 CS/ml) que en subclínicas (673,333 CS/ml) y negativas (137,028 CS/ml).

Se concluyó que el grado de mastitis afectó negativamente la calidad de la leche, ya que en la mayoría de los casos la reacción positiva disminuyó la concentración de nutrientes, aumentó el recuento de bacterias aerobias mesófilas, además aumentó el pH y el recuento de células somáticas de manera significativa.

Palabras clave: Calidad de leche, mastitis, microbiología de la leche, nutrientes de la leche.

Abstract

The study was conducted in the period from October to April 2015, on six dairy farms with milking, in the municipalities of Caluco and Sonsonate, Sonsonate, El Salvador.

For research, were conducted in each of the farms, California two tests for mastitis (CMT) separated by two months, on all cows, categorizing them as negative and positive subclinical, each category three samples of milk taken meter milking more sample tank cooled during sampling. The samples were taken in sterile jars and transported at 4 ° C to the laboratory in the Faculty of Agricultural Science for analysis within 24 hours.

Milk samples were analyzed for nutritional parameters: protein, fat, lactose and solids non-fat, made with the analyzer Lactostar® Gerber; physical parameters density, pH and titratable acidity; and microbiological parameters: somatic cells with DCC DeLaval® apparatus, plate count of colony forming units (CFU) for aerobic mesophilic bacteria and total coliforms test reductase test antibiotics and prevalence of mastitis by livestock.

Statistical analysis was performed using the program INFOSTAT with the nonparametric method called Kruskal Wallis, comparing physical, chemical and microbiological parameters against the categorization of CMT. Differences were considered significant at a probability of less than 5% ($P < 0.05$).

The nutritional compositions milks cows with negative results, subclinical and positive CMT were 3.28, 3.15 and 3.09% for protein; 3.77, 3.76 and 3.56% for fat, 4.98, 4.81 and 4.72% for lactose and 8.95, 8.72 and 8.67 respectively for non-fat solids.

No significant differences due CMT categories in these parameters were found, however a slight decrease was observed in the content of nutrients to the extent that more reaction CMT.

In physical analyzes, density and acidity were similar between categories of CMT, while the pH increased significantly tending to be basic with increasing negative reaction to CMT (6.72), subclinical (6.78) and positive (6.86) respectively.

In bacterial counts great variability among samples of the same category was CMT. highest total counts of aerobic mesophilic bacteria in cows with a CMT reaction, positive (594.583 cfu / ml), subclinical (311.333 cfu / ml) and negative (250,194 cfu / ml) was observed, but the differences were not significant; similarly in total coliform-positive CMT had higher counts (179,000 cfu / ml) that subclinical (21.792 cfu / ml) and negative (22.806 cfu / ml) and the differences were not significant.

The somatic cell count increased from the positive was higher in cows (1,720,194 CS / ml) CMT degree in subclinical (673.333 CS / ml) and negative (137.028 CS / ml).

It was concluded that the degree of mastitis negatively affected the quality of milk since in most cases the positive reaction decreased nutrient concentration, increased the count of aerobic mesophilic bacteria also increased the pH and the somatic cell count of significantly.

Key Words: Milk quality, mastitis, milk microbiology, nutritional milk.

Introducción

Actualmente en El Salvador las ganaderías lecheras se enfrentan a nuevos retos, debido a las exigencias de generaciones más informadas en cuanto a la calidad de leche y sus derivados, así, como la competencia de productos lácteos que se importan, cuyos estándares se regulan con normas internacionales que toman en cuenta valores físico-químicos y microbiológicos.

El surgimiento del sector lácteo en El Salvador data desde la época colonial originándose principalmente por empresas artesanales, con el tiempo el sector ha evolucionado y se ha convertido en un proceso más complejo cuya meta es comercializar los productos transformándose en empresas de mayor tamaño que utilizan técnicas adecuadas para mejorar la calidad y la producción de los lácteos. La producción de leche en el periodo 1990 a 2001 aumentó en aproximadamente un 18%, eso quiere decir que hubo crecimiento en la productividad por vaca en país que puede ser atribuida a un cambio de sistemas de producción hacia ganadería especializada de leche (UCA 2001).

Si bien la producción de leche a partir del 2001 hasta el 2012 ha tenido altos y bajos, es de mucha importancia mencionar que siempre ha sido más a la tendencia del alza teniendo a finales del año 2012 una producción total de 508,780 litros (MAG 2011).

La calidad integral de leche adquiere una gran importancia, no solamente desde el punto de vista de la salud pública, sino también del industrial, estando relacionada a la composición general, mineral, sabor, aroma, a la presencia de contaminantes, a sus propiedades, etc., y obviamente necesita de todos los sectores involucrados en la producción primaria, conservación, transporte y almacenamiento (Sbodio *et al.* 1988). Otro aspecto que evalúa la calidad de la leche cruda hace referencia al recuento de bacterias aerobias mesófilas; valores menores de 300,000 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por mililitro, es el indicador de la calidad higiénica según lo establecido para El Salvador por la normativa NSO 67.01.01:06 (CONACYT 2006)

La mastitis bovina es muy persistente en el ganado lechero usualmente es tratada o prevenida con antibióticos intramamarios; representando una carga económica muy alta a los productores de leche en todo el mundo. Las pérdidas mundiales, anuales debido a la mastitis, se han estimado en 35 billones de dólares americanos (Wellenberg *et al.* 2002).

Se considera que esta enfermedad representa el 70% de los gastos totales para los ganaderos lecheros (Dos Santos *et al.* 2002).

La prueba para California mastitis (CMT, por sus siglas en inglés) ha sido empleada durante décadas y sigue siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico de mastitis en el ganado lechero (Radostits *et al.* 2002). Es una prueba sencilla que no proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es bajo o elevado (Bedolla 2008).

La prueba de RCS (Recuento de células somáticas) es una buena herramienta con la que se cuenta al momento de realizar el diagnóstico de la mastitis y hace referencia al número de células somáticas contenidas en la leche, las cuales están formadas por células epiteliales de descamación natural del interior de la ubre, y por leucocitos o glóbulos blancos (98%) que proceden de la sangre y linfa (Sears *et al.* 1993).

La mastitis es un proceso inflamatorio de la glándula mamaria considerada como una enfermedad altamente prevaeciente en el ganado lechero, y es una de las más importantes que afecta mundialmente la industria lechera; pues ocasiona pérdidas económicas muy fuertes a todos los productores de leche en el mundo debido a la disminución de la calidad y cantidad de leche producida (Cerón *et al.* 2002)

El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre el resultado de la prueba CMT y los parámetros nutricionales, físicos y microbiológicos de la leche. De esta manera las ganaderías tendrán en cuenta la importancia que posee mantener a su hato libre de mastitis, lo que permitiría brindar leche de mejor calidad a la población salvadoreña, y conformar empresas de competitividad a nivel internacional.

Materiales y métodos

Ubicación y ganaderías utilizadas en el estudio

El estudio se realizó en la zona occidental de El Salvador, en el departamento de Sonsonate durante los meses de octubre a abril 2015. Las ganaderías incluidas en el estudio se ubican entre los 70 y los 425 msnm en los municipios de Sonsonate y Caluco (ZONU 2003).

Metodología de campo

Se escogieron seis ganaderías con ordeño mecánico para el estudio, a las cuales se les realizó dos pruebas de California para Mastitis (CMT) a todas las vacas separadas por un mes, registrando los resultados de cada cuarto y cada animal individual como positivo, subclínica y negativo de acuerdo a la descripción elaborada por García (2004).

Se realizó un muestreo de leche a no más de tres días de realizada cada prueba CMT. Se tomó del medidor nueve muestras de vacas individuales (Fig 1.), con tres resultados positivos, tres con resultados subclínicos y tres con resultados negativos a CMT; además se obtuvo una muestra directamente del tanque de enfriamiento al final del ordeño para tener un resultado homogéneo (Fig 2.).

Las muestras se recolectaron a la hora del ordeño de la tarde, entre las 4:00 y 7:00 pm. Se tomaron en frascos de vidrio estériles de 250 ml, siguiendo el procedimiento descrito en el Capítulo 33 de los métodos oficiales para el análisis (AOAC, 2000).

Una vez recolectadas las muestras fueron identificadas con nombre y número de registro, se ubicaron en cajas térmicas manteniendo una temperatura promedio de 4°C, evitando que estas se congelaran. Se transportaron de inmediato hacia la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para realizar los análisis respectivos.

Análisis químico de la leche

Determinación de nutrientes de la leche. El contenido de nutrientes en cada una de las muestras fue determinado por medio de un analizador de leche Lactostar Funke, Gerber® Alemania, obteniendo datos de lactosa, grasa, proteína y sólidos no grasos, todos en porcentaje (Fig 3.).

Análisis físico de la leche

Densidad. Estos datos se midieron al igual que los parámetros anteriores por medio del lactostar (Lactostar, Funke Gerber® 2008).



Figura 1. Toma de muestra.



Figura 2. Toma de muestra del tanque de enfriamiento.

pH. La medición del pH se hizo por medio de un pH-metro marca InoLab.

El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución (Fig 4.). Es adecuado para el uso en leche y fue calibrado con solución buffer para obtener datos más acertados (Gaviria 1980).

Acidez Titulable. La determinación de la acidez en leche se basó en la titulación de una muestra de leche con una solución 0.1 N de hidróxido de sodio (NaOH) en la cual cada mililitro neutraliza un mililitro de ácido láctico (Fig 5.) (Manual de química, UES 2008).



Figura 3. Equipo para determinación físico química de lácteos. a) Equipo Lactostar; b) Procesado de muestras.

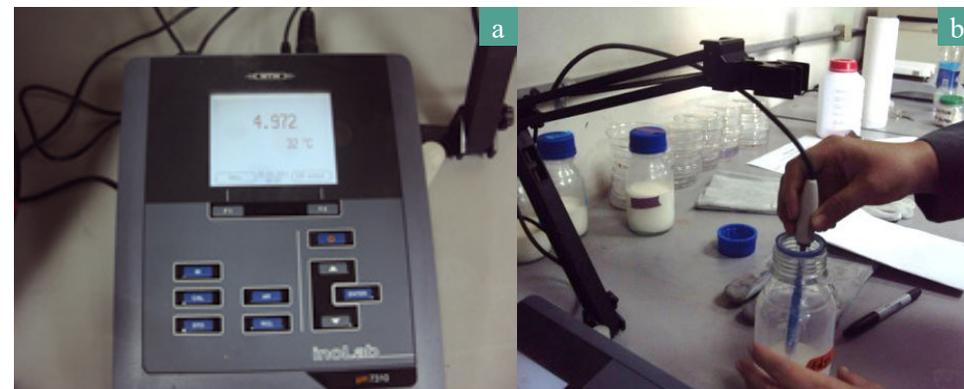


Figura 4. a) pH-Metro marca InoLab; b) Medición de pH.



Figura 5. Medición de acidez. a) Medición de acidez; b) Materiales para realizar la prueba.

Análisis microbiológico

Bacterias aerobias mesófilas y Coliformes Totales. Se realizaron diluciones en una cámara de flujo laminar (Fig 6.), siguiendo el proceso descrito por el BAM (2001). Se prepararon diluciones decimales de 10^{-2} , 10^{-3} , etc. a partir del homogeneizado de la muestra o de muestra líquida directa. Para ello se transfirió un mililitro de muestra de leche a un tubo con nueve mililitros de diluyente. Se agitó y se procedió de igual forma para las diluciones siguientes (Fig.7).

La preparación de medios de cultivo se realizó con Agar Plate Count utilizado para recuento de bacterias aerobias mesófilas y con el Agar VRB utilizado para coliformes totales (Fig. 8).

Para la siembra y la inoculación de las diluciones se utilizaron cajas Petri de vidrio. Se inoculó un mililitro de la dilución correspondiente a 1:1000 y 1:10,000 (Fig. 9). La dilución y siembra se llevaron a cabo en una cámara de flujo laminar marca Safe Classic. Las condiciones de incubación de las bacterias fueron a una temperatura de 35 °C, durante un periodo de 24 horas (Swanson *et al.* 2001). La lectura se realizó 24 horas después de la siembra, el conteo fue realizado utilizando un contador de colonias para facilitar y agilizar el proceso (Fig. 10).

Prueba de reductasa

La carga o contenido microbiano de la leche se evaluó mediante la prueba de la reductasa con el método de reducción de azul de metileno (Fig. 11). Se realizaron las lecturas cada 30 minutos para observar la decoloración de la leche e interpretar resultados (CONACYT 2006) Cuadro 1.



Figura 6. Determinación Bacterias Aerobias Mesófilas y Coliformes. a) Cámara de flujo laminar del laboratorio; b) Materiales en autoclave.



Figura 7. Preparación de diluciones de las muestras de leche.



Figura 8. Preparación de medios de cultivo. a) Plate count; b) Bilis rojo violeta.



Figura 9. Siembra en caja Petri. a) Rotulación de cajas Petri; b) Colocación de la dilución.



Figura 10. Conteo de colonias en caja Petri.



Figura 11. Prueba de reductasa. a) Baño María a 37°C; b) Verificación de cambio de color

Cuadro 1. Relación entre el número de bacterias y reacción a reductasa en la leche.

Calidad de la leche	Tiempo de coloración
Grado A	6 horas o más
Grado B	4 horas y menos de 6 horas
Grado C	Menos de 4 horas

Fuente: CONACYT 2006

Conteo de células somáticas

Los resultados de las muestras se expresaron en células por mililitro de leche, para la cual se hizo una conversión multiplicando por 1,000 la cantidad dada por el equipo DeLaval, ya que este expresa las cantidades de células por microlitros (μ) en el visor exactamente 45 segundos después de haber insertado el cassette (DeLaval 2005) (Fig 12.).

Determinación de antibiótico en leche

El procedimiento se realizó con el Kit para detección de Antibiótico de la marca Delvotest SpNt. Un color amarillo indicó ausencia de sustancias antibacterianas. Un color amarillo-púrpura indicó la presencia de sustancias antibacterianas cerca del límite de detección del test (Delvotest SP NT, 2011) (Fig. 13).

Metodología estadística

Las variables fueron analizadas a través de métodos de estadística descriptiva según el tipo de resultados de prueba CMT para los parámetros analizados presentados como promedio (\bar{x}) y la desviación estándar (DE).

Variables independientes

Resultados del test california mastitis. Las vacas individuales fueron clasificadas en tres grupos, según su resultado a CMT como positivas, subclínicas y negativas.

Variables dependientes

Las variables respuesta se clasificaron en grupos.

Composición nutricional. Proteína %, Grasa %, Lactosa %, Sólidos no grasos %.



Figura 12. Coconteo de células somáticas.

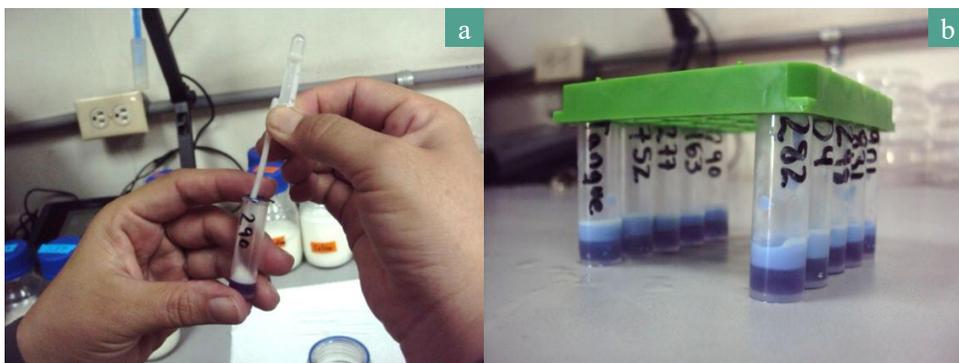


Figura 13. Determinación de antibiótico. a) Colocación de muestra. b) Resultado de la prueba.

Parámetros físicos. Densidad (g/cm³), pH y Acidez titulable.

Parámetros microbiológicos. Recuento de bacterias aerobias mesófilas (ufc/ml), coliformes totales (ufc/ml), recuento de células somáticas (células/ml), presencia de antibiótico y prueba de reductasa (horas).

Los datos obtenidos de las muestras de vacas individuales fueron analizados por medio de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis con un nivel de significancia del 5%. Se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2008, el cual es un software para análisis estadístico de aplicación general.

Los datos obtenidos de las muestras de tanque no se analizaron con el método anterior, estas únicamente se analizaron realizando una comparación con las normas de leche cruda establecidas por la Norma Salvadoreña NSO 67.01.01:06 (CONACYT 2006).

Resultados y discusión

Análisis Nutricional de Leche Cruda

Proteína

Los contenidos de proteína en leche de vacas con resultados negativos, subclínicas y positivas al CMT de las seis ganaderías en estudio que se presentan en el Cuadro 2. Los valores promedio de proteína variaron desde 3.09 a 3.28 % y tienden a disminuir con la reacción a CMT, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas ($P= 0.22$).

Cuadro 2. Contenido de proteína en leche (%), de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis, en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Tipo de mastitis	Ganaderías						Promedio	DE
	1	2	3	4	5	6		
Negativas	3.27	3.48	3.14	3.26	2.95	3.40	3.28	0.36
Subclínicas	3.11	3.37	3.12	3.12	3.03	3.19	3.15	0.28
Positivas	3.29	3.31	3.11	2.70	2.75	3.26	3.09	0.52

La proteína es un nutriente que no presenta grandes variaciones en la leche, algunos estudios reportaron relación entre CMT y la proteína mientras que otros no. Guerra (1999), no observó relación entre la concentración de proteína total y clasificación de CMT, lo cual fue atribuido a la disminución de la caseína y aumento de las proteínas séricas en la leche (inmunoglobulina y seroalbúmina). Por otra parte, Barria y Jara (1998), analizaron el efecto del CMT subclínica sobre la producción de proteína, encontrando una disminución del 0.016-0.014 Kg en la producción diaria de dicho componente, respectivamente por un aumento de células somáticas.

Se considera que la concentración de caseína disminuye durante la mastitis lo cual es en gran parte debido a su degradación post-secretoria por las proteasas procedentes de organismos que causan mastitis, leucocitos o la sangre y en parte a una reducción en la síntesis y secreción de caseína como consecuencia del daño físico en las células epiteliales mamarias por las toxinas microbianas (Auld *et al.* 1998).

Grasa

Los porcentajes de grasa obtenidos en el estudio se presentan en el Cuadro 3, los datos muestran una aparente disminución de la grasa cuando se presenta un grado mayor de mastitis, ya que las vacas negativas y subclínicas tuvieron 3.77 y 3.76% respectivamente, mientras que las positivas tuvieron 3.56%, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P=0.34$).

Cuadro 3. Contenido de grasa en leche (%) de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis, en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganaderías								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	3.82	3.60	3.96	4.05	3.35	3.70	3.77	0.53
Subclínicas	3.69	3.84	3.82	3.69	3.70	3.84	3.76	0.69
Positivas	3.57	3.64	3.87	2.84	3.78	3.76	3.56	0.85

Según Bruckmaier y Bum (2004) una reducción en la síntesis de lactosa y en el volumen de leche conlleva a una síntesis de grasa deprimida ligeramente, o que la reducción sólo se debe a un menor volumen de leche. La aparente disminución de grasa en las muestras de leche en la investigación puede explicarse considerando que ha sido propuesto que la mastitis afecta la calidad de la leche debido al incremento de enzimas proteolíticas y lipolíticas de origen sanguíneo y bacteriano que tienen la capacidad de descomponer la grasa, razón que conlleva a encontrar menor cantidad de grasa en leches mastíticas (Schalm 1997).

Lactosa

El resultado del análisis de lactosa realizado a leches crudas en las ganaderías, clasificadas según la prueba de California para mastitis, se presenta en el Cuadro 4. Se observa valores más pequeños en la medida que hay mayor reacción a CMT, ya que para las vacas con CMT negativo se obtuvo un 4.98%, las de resultados subclínico un 4.81% y las de resultados positivos a mastitis un 4.72%, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas ($P=0.38$). Se encontraron valores de lactosa que variaron de 3,7% a 5,26%.

Cuadro 4. Contenido de lactosa en leche (%) de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis, en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganadería								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	5.12	4.71	5.07	5.26	4.67	5.07	4.98	0.59
Subclínicas	4.65	4.57	5.06	5.09	3.70	4.74	4.81	0.44
Positivas	4.62	4.68	5.03	4.63	4.60	4.72	4.72	0.65

El componente químico que proporciona el sabor a la leche es la lactosa (Francis 2005), este puede verse alterado en procesos de mastitis, patología que provoca una disminución en la concentración de lactosa en leche, lo cual se debe al daño a las células epiteliales alveolares (Auld *et al.* 1998).

Smith (2013), encontró que, aunque los niveles de lactosa varían poco entre razas, cuando hay mastitis el porcentaje de la lactosa en leche disminuye. Este resultado está en concordancia con los hallazgos en este estudio en donde mostramos un decrecimiento en la lactosa por efecto de mastitis que no fue significativo por variación alta en los datos.

Sólidos no grasos

Los valores obtenidos para sólidos no grasos en leche de vacas, clasificadas según CMT presentan un decrecimiento en relación al aumento en la reacción a CMT, el porcentaje en las vacas con CMT positivo fue de 8.67%, en subclínicas 8.72% y en negativas de 8.95% (Cuadro 5). Las diferencias obtenidas dentro del estudio en sólidos no grasos fueron no significativas ($P=0.41$).

Cuadro 5. Concentraciones de sólidos no grasos en leche (%) de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis, en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganadería								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	8.80	9.08	9.57	8.56	8.04	9.62	8.95	0.86
Subclínicas	8.02	8.78	9.59	8.56	8.27	9.09	8.72	0.84
Positivas	8.44	8.96	9.54	7.87	7.98	9.08	8.67	1.25

De acuerdo a Álvarez *et al.* (2012), el porcentaje de los sólidos no grasos disminuye en vacas que poseen CMT clínico ya que esta enfermedad produce una disminución tanto en la proteína como en la lactosa, ambas incluidas dentro de los sólidos no grasos. En ese sentido, Barbosa *et al.* (2013) determinaron que altos recuentos de células somáticas se asociaron con reducción de los sólidos no grasos y Bachman (1994) en la que se observa cambio en leches entre vacas con CMT negativo y subclínico teniendo que se produce una reducción en los sólidos no grasos de la leche.

Análisis nutricional de tanques en leche cruda

En el Cuadro 6, se presentan los componentes nutricionales de los tanques de leche cruda, observando ciertas variaciones en la cantidad de dichos componentes, de manera que, por ejemplo, la ganadería 6 es la que presentó mayor proteína con 3.35%, la ganadería 4 es la que más tuvo mayor concentración de grasa con un valor de 4.15%, la ganadería 3 presentó el mayor contenido de lactosa con un 4.99% y en sólidos grasos con 9.44%.

Se observó que la concentración promedio de proteína en leche en tanque en las seis ganaderías fue de 3.16%, con algunas variaciones entre ellas. Las ganaderías 1, 2, y 6 presentaron la cantidad mínima de proteína cruda que, según la Norma Salvadoreña NSO 67.01.01:06 para leche cruda (CONACYT 2006) es de 3.2% mientras que las ganaderías 3, 4, y 5 presenta valores menores a los que dictamina la Norma.

Debido a que la Norma Salvadoreña no proporciona regulación en componentes como la grasa y la lactosa, éstas se analizan con la Norma Mexicana (COFOCALEC-2004) y costarricense. Según la Norma Mexicana NMX-FX-700 para leche cruda entera la cantidad de grasa requerida es mayor o igual a 3.5%. En el estudio se observó que en todas las ganaderías el porcentaje de grasa es mayor a 3.5% con lo que se puede establecer que las leches cumplen con la norma mexicana. Con respecto a la lactosa, según la Norma Mexicana NMX-FX-700 la concentración en leche debe ser mayor a 4.9%, entre las ganaderías en estudio, solo la ganadería 1 y 2 cumplen con lo establecido. La Norma de Costa Rica RTCR: 395-2006 (La Gaceta Para el Uso de Términos Lecheros 2006) reglamenta que los sólidos no grasos deben poseer un porcentaje de 8%. En el estudio realizado se verifica que en las ganaderías se cumple con este nivel de sólidos no grasos.

Cuadro 6. Composición nutricional de leche de vaca, obtenida en tanques en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Componentes	Ganadería						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
Proteína	3.29	3.34	3.07	2.98	2.92	3.35	3.16
Grasa	4.02	3.51	3.81	4.15	3.97	4.06	3.92
Lactosa	4.96	4.53	4.99	4.84	4.60	4.78	4.78
Sólido no grasos	8.55	8.70	9.44	8.24	7.98	9.16	8.68

Análisis Físico de Leche Cruda

Densidad

En el Cuadro 7 se presentan los promedios de densidad de la leche de las ganaderías consideradas en el estudio. Se encontraron densidades que tendieron a disminuir en vacas más reactivas a CMT, teniendo una densidad de 1.0268, en positivas, 1.0277 en subclínicas y en vacas negativas la densidad fue de 1.0298 (P=0.097).

Según un estudio realizado en Colombia, se relaciona la presencia de valores muy bajos de densidad a la adición de agua (Corpoica 1995). Mientras que, en México, mayores densidades se asociaron a altos porcentajes de proteína y sólidos totales (Bernal *et al.* 2007).

En un estudio realizado por Corbellini (2002), se atribuye que la disminución de la densidad de la leche con CMT subclínica y positiva puede obedecer al descenso del contenido de lactosa y sólidos no grasos en la leche, como consecuencia de la reducción de la actividad sintética del tejido alveolar. Los resultados del estudio en Sonsonate son, en gran medida coincidente con lo anterior ya que se encontró valores promedio más bajos de nutrientes y de densidades en vacas subclínicas y positivas.

Cuadro 7. Densidad en leche de vaca, con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Tipos de mastitis	Ganadería						Promedio	DE
	1	2	3	4	5	6		
Negativas	1.0305	1.0265	1.0302	1.0364	1.0266	1.0287	1.0298	0.0058
Subclínicas	1.0264	1.0253	1.0304	1.0298	1.0267	1.0273	1.0277	0.0045
Positivas	1.0242	1.0262	1.0302	1.0279	1.0256	1.0263	1.0268	0.0061

pH

En el Cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos de la medición de pH de acuerdo a la categorización por CMT. En vacas negativas el pH fue más ácido, en este estudio fue de 6.72, en vacas con mastitis subclínica fue de 6.78 y en vacas positivas fue de 6.86 siendo más neutro en estas últimas. Se encontró diferencia significativa entre las vacas con mastitis negativas y positivas ($P=0.003$), sin embargo no se encontró significancia en vacas con mastitis subclínicas y las otras dos clasificaciones.

Cuadro 8. pH en leche de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganadería								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	6.76	6.70	6.79	6.57	6.82	6.67	6.72 ^b	0.12
Subclínicas	6.80	6.62	6.86	6.71	6.85	6.82	6.78 ^{ab}	0.17
Positivas	7.01	6.81	6.86	6.68	6.91	6.81	6.86 ^a	0.20

Las leches mamáticas deben ser descartadas para su industrialización, ya que poseen una composición profundamente modificada lo que conlleva a un alargamiento en el tiempo de coagulación; las leches que presentan este problema tienen un pH elevado, con frecuencia muy próximo a 7 (Tallamy y Randolph 1970). Según Cabrera *et al.* (1987) los valores de pH para una leche normal deben oscilar entre 6.6 y 6.8, mientras que (Ponce 1988), afirma que la leche por encima 6.75 está asociado con mastitis subclínica.

En el presente estudio se observó que las leches de vacas con CMT subclínica y clínica poseen un pH mayor a 6.75, lo cual está por encima del límite sugerido por la Norma salvadoreña NSO 67.01.01:06 que establece que el pH se debe encontrar en un rango de 6.4-6.7.

Acidez titulable

La acidez titulable en grados Dórnica ($^{\circ}D$) en las leches crudas se presenta en el Cuadro 9, se observa que parece haber una tendencia a aumentar la acidez titulable con el aumento de la reacción a CMT, es así que vacas con CMT positivo presentan el valor más elevado de acidez ($15^{\circ}D$), el grupo de subclínicas tiene una acidez de $14.23^{\circ}D$ y vacas negativas presentaron acidez de 14.63 ($P=0.09$).

Cuadro 9. Acidez titulable en leche de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganadería								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	14.58	15.15	14.13	15.62	12.94	15.39	14.63	1.86
Subclínicas	14.13	15.17	13.98	14.57	13.83	13.68	14.23	2.15
Positivas	14.87	14.43	14.76	16.81	14.43	14.72	15.00	3.01

Valores de acidez titulable por encima de $22^{\circ}D$ y pH inferiores a 6.5 ponen en evidencia leche en vías de alteración por acción de microorganismos, los pH superiores a 6.9 se relacionan con mayores niveles de mastitis (Negri *et al.* 2005).

Calderón *et al.* (2007) determinaron un promedio de $19^{\circ}D$ en leche en Montería, Colombia donde el incremento en la acidez se explicó por la falta de refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y a la alta temperatura ambiental en la zona, que propicia un aumento en el crecimiento bacteriano.

Según Chacón (2004) en Costa Rica, la alta acidez titulable es un indicador del detrimento bacteriológico de la leche y de un mal manejo antes de su recepción en las plantas procesadoras de leche.

Análisis físico de leche en tanques

El Cuadro 10, se presenta los resultados obtenidos del análisis realizado a las leches obtenida de los tanques lecheros de las ganaderías implicadas en la investigación. Estos análisis incluyen la densidad, el pH y la acidez.

Cuadro 10. Análisis físicos de leche de vacas en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganaderías							
Parámetros físicos	1	2	3	4	5	6	Promedio
Densidad	1.0275	1.0253	1.0300	1.0303	1.0253	1.0265	1.0275
pH	6.27	6.71	6.74	6.67	6.77	6.71	6.64
Acidez	16.06	14.73	14.28	16.06	14.59	15.45	15.19

Se midió la densidad de las leches en los tanques la cual se comparó con la NSO 67.01.01:06 que dictamina que debe poseer un rango de entre 1.028 a 1.033, las ganaderías 2, 5 y 6 se encuentran debajo de este nivel. Con respecto a la medición de pH se observó que dos de las ganaderías no cumplen con los estándares establecidos por la Norma Salvadoreña, la ganadería 1 por encontrarse debajo del rango permitido, mientras que la ganadería 5 se encuentra levemente elevada; la NSO 67.01.01:06 dictamina que el pH debe encontrarse en el rango de 6.4 a 6.7, el resto de ganaderías se encuentra en los rangos permitidos.

En acidez titulable, el rango que establece la Norma Salvadoreña NSO 67.01.01:06 es de 14 – 17 °D al realizar la comparación con los datos obtenidos se observa que las seis ganaderías cumplen lo establecido con la norma.

Análisis Microbiológico en Leche Cruda

Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas

Los recuentos de bacterias aerobias mesófilas presentaron una amplia variación entre las ganaderías y el estatus de mastitis por CMT (Cuadro 11). Se observó un incremento en los valores de recuento de bacterias aerobias mesófilas con el aumento de la reacción a CMT, encontrándose promedios de 250,194 ufc/ml en vacas negativas, 311, 333 ufc/ml las subclínicas y 594,583 ufc/ml las positivas, sin embargo, no se encontró significancia en los resultados ($P=0.122$), probablemente debido a la gran variación de las poblaciones de bacterias.

Cuadro 11. Recuento de bacterias aerobias mesófilas en leche de vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Tipo de mastitis	Ganaderías						Promedio	DE
	1	2	3	4	5	6		
Negativas	120,333	27,833	60,167	513,000	357,833	422,000	250,194	206199
Subclínica	134,000	15,167	69,667	604,000	665,167	380,000	311,333	280404
Positivas	421,667	49,000	954,833	1002,500	756,333	383,167	594,583	372719

Los datos de este estudio sugieren que existe una correspondencia entre la calificación de CMT y el número de ufc/ml de bacterias aerobias mesófilas, encontrando recuentos más altos en vacas positivas.

Según Magariños (2000), la cantidad de bacterias en el interior de la ubre de la vaca depende del nivel de higiene que se realice durante el ordeño.

Se ha descrito que la prueba CMT es una medición del grado de infección bacteriana en la ubre, ya que el reactivo CMT reacciona con el ADN (Smith, 1990) de las células blancas que salen a combatir la infección (Medina y Montaldo 2003) y que son proporcionales al grado de la infección.

Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas en Tanque

El recuento bacteriano del tanque de las ganaderías en estudio (Cuadro 12), refleja la carga bacteriana de la leche total producida a diferencia de los recuentos en vacas seleccionadas por grado de CMT, las cuales no necesariamente representan el hato. La ganadería 4 resultó en 1311,000 ufc/ml, un recuento de bacteriano muy por encima del promedio total que fue de 264,167 ufc/ml, caso contrario la ganadería 1 refleja un resultado del recuento total bacteriano disminuido siendo de solo 5,500 ufc/ml.

Cuadro 12. Recuento de bacterias aerobias mesófilas en los tanques de seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Tanque	Ganadería						Promedio	DE
	1	2	3	4	5	6		
	5,500	26,000	69,500	1311,000	80,500	92,500	264,167	513,924

Uno de los parámetros que establece la NSO 67.01.01:06 para la leche cruda en El Salvador es la cantidad de microorganismos presentes. Para la calidad A los microorganismos presentes en la leche deberán ser menores a 300,000, calidad B son entre 300,000 y 600,000 y para la calidad C son de 600,000 a menos de 900,000, sin embargo, no especifica qué clase de microorganismos. Los valores requeridos internacionalmente para países como Australia, Estados Unidos y La Unión Europea con respecto a bacterias aerobias mesófilas son de 100,000 UFC/ml (Norman 2000 y Van Schaik *et al.* 2002). De acuerdo a lo anterior, el promedio de ufc/ml encontrado en los resultados de los tanques de las ganaderías en estudio, muestran que no todas las ganaderías cumplen con los parámetros internacionales. La ganadería 4 presentó los recuentos bacterianos más altos con 1,311,000 ufc/ml, lo cual tendría importantes repercusiones en la calidad de la leche. Si se considera el promedio de las seis ganaderías en estudio, el resultado de ufc/ml de bacterias aerobias mesófilas en leche cumple los requerimientos nacionales, sin embargo, no cumple los requerimientos internacionales de los países antes mencionados.

Recuento de Bacterias Coliformes

Los datos encontrados con respecto al recuento de ufc/ml de coliformes presentan alta variación (Cuadro 13). Los recuentos de coliformes no muestran una relación directa con los agrupamientos por resultado de CMT. Las vacas con CMT negativa y subclínica tuvieron recuento de coliformes parecidos (22,806 y 21,792 ufc/ml respectivamente) mientras que las positivas tuvieron más bacterias coliformes (179,000 ufc/ml), sin embargo las diferencias no fueron significativas ($P=0.286$).

Cuadro 13. Recuento de Bacterias Coliformes en vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganadería								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	46,000	5,000	34,333	29,833	4,667	17,000	22,806	16,733
Subclínicas	14,167	1,667	8,667	90,833	3,167	12,250	21,792	34,176
Positivas	28,333	5,833	88,000	796,833	146,750	8,250	179,000	307,533

La NSO 67.01.01.06, no especifica valores normales para bacterias coliformes en la leche cruda. Los resultados presentados en el Cuadro 13, muestran que el nivel de contaminación durante el proceso de ordeño es considerablemente variable, por ejemplo, en la ganadería 4 se encontró 796,833 ufc/ml de bacterias coliformes, mientras que en la ganadería 2 los valores fueron de 5,833 ufc/ml. En un estudio realizado por Oliver *et al.* (2009) se reportó que las muestras de leche obtenidas son contaminadas por bacterias coliformes mayormente con objetos utilizados durante el ordeño o posterior a éste, en el caso de la leche cruda recién ordeñada, estos niveles de se convierten en un evaluador del grado de limpieza de las manos de los operarios, de la limpieza y de la desinfección de la piel de los pezones y pezoneras, entre otros por lo tanto son estos implementos los que se encargan de trasladar estas bacterias a la leche recién ordeñada.

Es conocido que las bacterias coliformes no son las principales causantes de mastitis. David *et al.* (1996), realizó una investigación en el cual se realizó el cultivo a 50,926 vacas con infección intramamaria de lo cuáles se obtuvo mayor prevalencia de agentes causantes de mastitis son *Staphylococcus spp.* 11.3%, *Streptococcus agalactiae* 10.1%, *Staphylococcus aureus* 9.1%, las bacterias coliformes representaron un 0.6%.

Recuento de Coliformes en Tanque

Los datos obtenidos en el recuento de coliformes totales de los tanques de las ganaderías en estudio (Cuadro 14) reflejan diferencias. La ganadería con mayor recuento fue la numero 4 con 145,500 ufc/ml, y la de menor recuento fue la numero 2, que presentó 2,250 ufc/ml.

Cuadro 14. Recuento de Coliformes en los tanques de seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganadería								
Tanque	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
	5,500	2,250	9,000	145,500	12,500	4,000	29,792	56,804

Según la norma costarricense RTCR: 395-2006 (La Gaceta Para el Uso de Términos Lecheros 2006), el límite permisible de recuento de coliformes en leche cruda es 2,000 ufc/ml. En éste estudio se contabilizan en promedio 29,792 ufc/ml bacterias coliformes, y todas las ganaderías sobrepasan este valor de referencia.

Recuento de Células Somáticas

Los valores de células somáticas resultaron ascender proporcionalmente al resultado de la prueba California para Mastitis (CMT) (Cuadro 15); Se observó un incremento significativo ($P= 0.0001$) de Células Somáticas cuando se comparó vacas negativas (137,028 CS/ml) con subclínicas (673,333 CS/ml) y positivas (1720,194 CS/ml) de manera que estas variables se relacionan positivamente.

Cuadro 15. Recuento de células somáticas en vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Ganaderías								
Tipo de mastitis	1	2	3	4	5	6	Promedio	DE
Negativas	21,167	67,000	59,833	115,833	357,833	200,500	137,028	124,515
Subclínica	708,000	710,333	493,833	507,500	665,167	955,167	673,333	168,398
Positivas	2387,167	951,167	1487,167	1834,833	756,333	2904,500	1720,194	828,892

Según Tomasinsig *et al.* (2010) el recuento de células somáticas se utiliza corrientemente como una medida de calidad de la leche cruda, altos niveles de estas células en la leche son indicativos de una leche anormal, de calidad disminuida, causada por una infección bacteriana intramamaria (mastitis). Según García (2004) el recuento de bacterias aerobias mesófilas, el recuento celular somático y la prueba CMT están estrechamente relacionados puesto que cuando las bacterias atacan las células del interior de la ubre, la respuesta inmunitaria del organismo es enviar glóbulos blancos de la sangre para neutralizar a tales bacterias invasoras, estos glóbulos blancos son en esencia lo que constituye el recuento celular somático. Si este valor resulta elevado, significará que las bacterias han invadido la ubre de la vaca. En el presente estudio, no se estableció una relación significativa entre CMT con bacterias, pero si con células somáticas.

Recuentos de Células Somáticas en Tanques

Los recuentos de células somáticas para el tanque en las ganaderías del variaron de entre los 186,500 cs/ml para más baja, y 807,500 cs/ml para la más alta, con un promedio total de 506,833 (Cuadro 16).

Cuadro 16. Recuento de Células Somáticas en los tanques de seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Tanque	Ganaderías						Promedio	DE
	1	2	3	4	5	6		
	186,500	374,500	355,000	664,000	807,500	653,500	506,833	236,555

La leche naturalmente puede contener células somáticas, sin embargo, se ha reportado que un alto recuento de las mismas puede relacionarse con la presencia de microorganismos patógenos (Oliver 2009). La NSO 67.01.01.06 menciona que los niveles aceptados de células somáticas contenido en la leche cruda destinada para consumo humano deben ser 750,000 en El Salvador. Sin embargo, las normas internacionales establecen una clasificación de las leches según su contenido de células somáticas que es más exigente por ejemplo en Chile se tiene clasificación 1: <100,000 a 200,000; 2: 200,000 a 500,000, 3: 500,000 a 1,000,000 y 4: >1,000,000 (Butendieck, 1997). Si se considera la norma chilena, solamente la y leche de la ganadería 1 tiene clasificación 1, las ganaderías 2 y 3 serían clasificación 2 y las ganaderías 4, 5 y 6 serían clasificación 3.

Reacción de la prueba de Reductasa

En el Cuadro 17 se presentan los resultados obtenidos de la prueba de reductasa en leche cruda. La clasificación de las categorías A, B y C corresponden a la clasificación que se encuentra en la Norma Salvadoreña para la Leche Cruda, a través de la Prueba de Reductasa (prueba de reducción de azul de metileno) es para el Grado A=6 horas o más en el cambio de viraje de color por la reacción del azul de metileno, Grado B= 4 horas y menos de 6 y para el Grado C= menos de 4 horas.

En cuanto a la cantidad de bacterias presentes según el grado del cambio de viraje de la prueba se ha estimado que es para la leche calidad A: 100,000 a 200,000 bacterias/ml; calidad B: de 200,000 a 2,000,000 bacterias/ml y para la leche calidad C: 2-10 millones de bacterias/ml (García 2004).

Cuadro 17. Reacción de la prueba reductasa en vacas con tres calificaciones a la prueba California para Mastitis en seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Resultado de CMT	Calidad de leche	Ganaderías						Total de muestras procesadas
		1	2	3	4	5	6	
Negativas	A	6	6	6	3	6	5	32
	B	0	0	0	2	0	1	3
	C	0	0	0	1	0	0	1
Subclínicas	A	6	6	6	2	6	6	32
	B	0	0	0	4	0	0	4
	C	0	0	0	0	0	0	0
Positivas	A	5	6	3	1	5	6	26
	B	0	0	3	2	1	0	6
	C	1	0	0	3	0	0	4
Tanque	A	2	2	2	0	2	2	10
	B	0	0	0	2	0	0	2
	C	0	0	0	0	0	0	0
Total		20	20	20	20	20	20	120

A través de la prueba de reductasa se obtuvo que la mayoría de ganaderías entregan a las plantas procesadoras leche clasificación A de acuerdo a los parámetros establecidos por la NSO 67.01.01.06, es por esta razón que se acepta como buena leche para consumo humano. Al comparar los resultados obtenidos en las otras pruebas microbiológicas realizadas con respecto a la prueba de reductasa se puede señalar que esta última no es exacta, pues refleja un rango amplio y no tan específico como las pruebas de recuentos de bacterias aerobias y coliformes o células somáticas.

Prueba de antibiótico en leche cruda

Saini (2012), realizó un estudio donde determinaron las asociaciones a nivel de hato entre uso de antimicrobianos y resistencia de *Staphylococcus aureus* aislado de muestras de leche de 89 granjas lecheras canadienses. El uso de una combinación de penicilina y novobiocina para tratamiento de vacas al secado se encontró relacionado positivamente con resistencia a ampicilina. La administración sistémica de florfenicol se encontró asociada positivamente con resistencia a ampicilina. También se observaron diferencias regionales en resistencia a antimicrobianos. Dentro del estudio se contempló la búsqueda de restos de antibióticos utilizados para combatir cualquier tipo de enfermedad infecciosa y que pudiera no ser de beneficio en el consumo de la leche en humanos, sin embargo, los resultados fueron negativos en todas las muestras, es decir no se observó cambios positivos en el viraje de la prueba realizada.

Prevalencia de Mastitis de las ganaderías en estudio

La prevalencia de las ganaderías en estudio resulta ser tan diferente entre cada ganadería pues los datos son muy variados (cuadro 18), como promedio es muy útil saber que la ganadería número 6 es la ganadería con menor índice de prevalencia de mastitis con un 5%, la siguiente es la número 1 con una prevalencia del 7%, le continúa la ganadería número 3 con un 11% de prevalencia, un 26% resulta a la ganadería número 5 y las ganaderías con mayores índices de prevalencia son con un 43% y un 47% las ganaderías 2 y 4 respectivamente. La prevalencia en promedio de las ganaderías en estudio es de un 23%, este valor nos resulta muy útil pues a partir de ello podemos determinar el estado de salud en general del hato completo, es decir los índices resultan tan elevados como variados.

Cuadro 18. Prevalencia de seis ganaderías lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador.

Fecha de realización de prueba de mastitis	Ganadería 1	Ganadería 2	Ganadería 3	Ganadería 4	Ganadería 5	Ganadería 6	Promedio
Primera prueba CMT	7%	47%	11%	6%	29%	2%	26%
Segunda prueba CMT	6%	39%	11%	33%	23%	8%	20%
Promedio	7%	43%	11%	47%	26%	5%	23%

Conclusiones

La composición nutricional de la leche fue afectada por el grado de mastitis en las vacas en este estudio, ya que la concentración de todos los nutrientes tendió a disminuir con el aumento del grado de mastitis detectado por la prueba California para Mastitis.

El promedio de la composición nutricional de las muestras de tanque de leche cruda en las ganaderías no cumplió con la NSO 67.01.01:06 para requerimiento de proteína. Según la norma de México y Costa Rica, los promedios de leche de tanques si llena los requisitos para grasa y sólidos no grasos, no así el de para lactosa.

La densidad y la acidez titulable no mostró diferencia significativa respecto al grado de mastitis detectado con la categorización al CMT, pero si se presentó significancia estadística en los valores de pH en vacas con CMT subclínica y clínica del estudio, esto se debe a que las leches con mastitis tienden a la alcalinidad.

El promedio de los parámetros físicos medidos en leches de tanques, no cumplió con el parámetro requerido por la NSO 67.01.01:06 para la densidad, pero si obtuvo un valor aceptado para pH y densidad.

El recuento de células somáticas presentó un aumento significativo respecto a la categorización a CMT, siendo mayor a medida que aumenta el grado de mastitis, lo cual confirma el principio de reacción del CMT en donde a mayor número de células somáticas, se observa mayor solidificación del reactivo utilizado para la prueba.

El recuento de bacterias aerobias mesófilas en leche presentó variaciones de acuerdo al grado de CMT, observando un incremento en vacas que presentan reacción a dicha prueba.

Los recuentos de bacterias coliformes relacionados con la categorización a CMT presentaron diferencia no significativa, dado que el recuento de bacterias coliformes no es el mayor causante de la mastitis.

Los resultados de prevalencia de mastitis de las ganaderías en estudio durante los meses de octubre y noviembre resultan variados, esto se debe al registro que cada ganadería posee sobre sus vacas enfermas de mastitis con ayuda del CMT y al control que tienen sobre la enfermedad.

Dentro del estudio no se detectaron antibióticos en las leches muestreadas esto se explica a que las empresas procesadoras de leche realizan pruebas de antibióticos de manera rutinaria.

Bibliografía

AOAC (Association of official analytical chemists). 2000. Official methods of analysis collection of milk laboratory sample. 15 ed. Virginia, EU. p. 802.

Auldism, M; Walsh, B; Thomson, N. 1998. Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *Journal of Dairy Research*. N° 15: 401-411.

Álvarez, F; Herrera, H; Barreras, S. 2012. Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Archivos Médicos Veterinarios* N°44:237-242.

Bachman, K. 1994. Managing milk composition. University of Florida. Dairy Report. EU. p 336-346.

BAM (Bacteriological Analytical Manual). 2001. Food and Drug Administration (FDA). 8 ed. EU. 25 p.

Barbosa, C; Barreiro, R; Mestieri, L. 2013. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. *BMC Veterinary Research* EU. N°9(67):1-7.

Barría, N; Jara, A. 1998. Efecto del recuento de células somáticas sobre la producción y los componentes lácteos en vacas lecheras. XXIII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Chillán, CL. p. 3.

Bedolla, P. 2008. Métodos de Detección de la Mastitis Bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, MX. p.10.

Bernal, M; Rojas, G; Vázquez, F. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Revista Veterinaria*. N°38(4):395-407.

Bruckmaier, R; Blum, J. 2004. Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. *Veterinary medicine-Czech*. N°8:283-290.

Butendieck, N. 1997. Células somáticas, mastitis y calidad de leche. En: Calidad de leche e interpretación de resultados de laboratorio. Curso – Taller. Serie Carillanca N° 62. INIA, CL. p 1-15, 31.

Cabrera, A; Alvarez J; Hedalgo, J. 1987. Microbiología de la leche. Leche y sus derivados. Manual de higiene de los alimentos. Habana, Cuba. 2 ed. Isaac. p. 89-166.

Calderón, A; Rodríguez, V; Vélez, S. 2007. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería. Tesis de licenciatura veterinaria. Córdoba, CO. p. 10-11.

Cerón, F; Duarte, J; Oliveira, J. 2002. Factors affecting somatics cell counts and their relations with milk and milk constituent yield in buffaloes. *Journal of Dairy Science*. N°85: 2870-2889.

Chacón, V. 2004. Acidez y peso específico de la leche de cabra de un grupo de capricultores de meseta central costarricense. *Agronomía Mesoamericana*. CR. p 179.

COFOCALEC (Consejo para el Fomento de la Calidad de Leche y sus derivados). 2004. Organismo Nacional de Normalización. Jalisco, MX. p. 75.

- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2006. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01.06 "Leche Cruda de vaca". CONACYT. San Salvador, SV. p. 3.
- Corbellini, C. 2002. La mastitis bovina y su impacto económico sobre la calidad de leche. Medellín. COLANTA. CO. p. 251-265.
- Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 1995. Entorno socioeconómico y problemática tecnológica de la ganadería de leche especializada. Informe técnico. Bogotá, CO. p 21.
- David, J; Ruben N. Helena H. 1996. Bovine Mastitis Pathogenesis in New York and Pennsylvania: Prevalence and effect on Somatic Cell Count and Milk Effects on Somatic Cell Count and Milk Production. Quality Milk Promotion Services, Cornell University, New York. American Dairy science Association. 13: 2592-2598.
- DeLaval. 2005. Tomado del Manual de usuario del aparato DeLaval para detección de células somáticas. Madrid. ES.
- Delvotest SPNT. 2011. Tomado del Manual de usuario del aparato Delvotest para detección de antibiótico en leche. Food specialties B.V. NL.
- Dos Santos, J; Gentilini, E; Sordelli, D; de Freire Bastos, M. 2002. Phenotypic and genetic characterisation of bacteriocin-producing strains of *Staphylococcus aureus* involved in bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*. N° 85: 133 -144.
- Francis, P. 2005. Introducción a la lactología. 2 ed. Limusa. Distrito Federal, Mx. p. 75.
- García, AD. 2004. Células Somáticas y Alto Recuento Bacteriano ¿Cómo Controlarlo?, Extension Extra. College of Agriculture & Biological Sciences. South Dakota State University USDA, Dairy Science Department, Septiembre. p. 2.
- García, M. 2004. Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, ES. p. 6.
- Gaviria, B. 1980. Manual de procedimientos microbiológicos en leche. Bogotá, CO. Merck. p. 73.
- Guerra, M. 1999. Evaluación del efecto de la mastitis subclínica sobre las fracciones proteicas del suero de la leche determinadas mediante electroforesis. Tesis licenciatura en veterinaria. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. CL. 74 p.
- Lactostar Funke, Gerber. 2009. Tomado del Manual de usuario del aparato Lactostar Funke, Gerber para pruebas físico-química de productos lácteos. DE.
- La Gaceta Para el Uso de Términos Lecheros. 2006. Norma de Costa Rica. Imprenta Nacional. 20 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador). 2011. Anuario de estadísticas agropecuarias. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). p. 25.
- Magariños, H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Producción y servicios incorporados S. A. Guatemala. p. 37-41.
- Manual de química. 2008. Facultad de Química Agrícola. Programa de química general. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. p. 8.
- Medina, C; Montaldo, V. 2003. El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis en: IV Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, MX. p. 21-23.
- Negri L; Chávez M; Taverna M; Roberts L. 2005. Factores que afectan la estabilidad térmica y la prueba del alcohol en leche cruda de calidad higiénica adecuada. Informe técnico final de proyecto. AR. EEA-Rafaela INTA. p. 51-53.
- Norman, E. 2000. Consecuencia de estándares alternos para cuenta de células somáticas en tanque de leche en hatos lecheros en Estados Unidos. *Hoard's Dairyman*. Edición Enero 2012. p. 26.
- Oliver, S; Boor, K; Murphy, S; Murinda, S. 2009. Food Safety Hazards Associated with Consumption of Raw Milk. *Foodborne Pathog Dis*. Department of Animal Science, The University of Tennessee. p. 7.

- Ponce, P. 1988. Calidad de la leche y su control: una problemática nacional. ISCAH: 1-47, CU. p.5-6.
- Radostits, OM; Gay, CC; Blood, DC. 2002. Mastitis Bovina. Madrid, ES. 9 ed. Mcgraw-Hill. p. 728, 812.
- Saini, B. 2012. Asociación a nivel de hato entre uso de antibióticos y resistencia a antibióticos en cultivos de *Staphylococcus aureus* aislado en casos de mastitis en granjas lecheras canadienses. Hoard's Dairyman. Edición Mayo 2012. P. 274.
- Sbodio, O; Rozycki, V; Freyre, M. 1988. Calidad de leche: La Alimentación Latinoamericana. REDVET. N.º 171, 58-64.
- Schalm, OW. 1997. Pathologic changes in the milk and udder of cows with mastitis. Journal of the American Veterinary Medical Association. N° 170: 1137- 1140.
- Sears, PM; González, RN; Wilson, DJ; Han, HR. 1993. Procedures for mastitis diagnosis and control. Vet Clinical North America. EU. N° 9:445-468.
- Smith, BP. 1990. Large Animal Internal Medicine. St Louis Missouri, EU. The C.V. Mosby Co. p. 4-8.
- Smith, A. 2013. Efecto de la mastitis sobre la lactosa en leche. Hoard's Dairyman. N° 12: p15.
- Swanson, KM; Petran, R; Hanlin, J. 2001. Culture methods for enumeration of microorganisms: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed. Washington.EU. Downs F.P. &Ito K. p. 53-67.
- Tallamy, PT; Randolph, HE. 1970. Influence of mastitis on properties of milk: Total and free concentrations of minerals. Dairy Science. N°53:1220-1386.
- Tomasinsig, L; De Conti, G; Skerlavaj B; 2010. Broad-Spectrum Activity against Bacterial Mastitis Pathogens and Activation of Mammary epithelial Cells Support a Protective. Infection and Immunity. N°78:1781-1815.
- UCA (Universidad Centroamericana José Simeón Cañas). 2001. El sector lácteo en El Salvador. San Salvador, SV. UCA. p. 27.
- Van Schaik, G; Lotem, M; Schukken, Y. 2002. Trends in somatic cell counts, bacterial counts, and antibiotic residue violations in New York state during 1999–2000. Journal of Dairy Science. N° 27: 782-789.
- Wellenberg, G; Van der Poel, W; Van Oirschot, J. 2002. Viral infections and bovine mastitis: a review. Veterinary Microbiology. N° 231: 2-21.
- ZONU. 2003. Colección de mapas continentales y regionales de todo el mundo (en línea). ES. Consultado 17 ago. 2014. Disponible en http://www.zonu.com/mapas_el_salvador/Mapa_Departamento_Sonsonate_El_Salvador.tm