

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERIOSTÁTICO EN  
LECHE CRUDA TRANSPORTADA DE FINCAS A UN  
CENTRO DE ACOPIO UTILIZANDO UN ACTIVADOR DEL  
SISTEMA LACTOPEROXIDASA**

**SHIRLEY PAOLA SAGASTUME GARCÍA**

**Licenciada en Zootecnia**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERIOSTÁTICO EN LECHE  
CRUDA TRANSPORTADA DE FINCAS A UN CENTRO DE ACOPIO  
UTILIZANDO UN ACTIVADOR DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**SHIRLEY PAOLA SAGASTUME GARCÍA**

Al conferírsele el título profesional de

**Zootecnista**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
SECRETARIA: M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda  
VOCAL I: M.Sc. Juan José Prem González  
VOCAL II: Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel  
VOCAL III: M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco  
VOCAL V: Br. Javier Augusto Castro Vásquez

**ASESORES**

**LIC. ZOOT. SERGIO ANTONIO HERNÁNDEZ DE LA  
ROCA**

**M.A. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERIOSTÁTICO EN LECHE CRUDA TRANSPORTADA DE FINCAS A UN CENTRO DE ACOPIO UTILIZANDO UN ACTIVADOR DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

**LICENCIADA EN ZOOTECNIA**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- A Dios:** Por haberme dado la vida, acompañarme a lo largo de toda mi carrera y darme sabiduría para alcanzar esta meta.
- A mis padres:** Sergio Sagastume y Olga de Sagastume, por ser mi guía y brindarme su apoyo incondicional.
- A mis hermanas:** Evelyn Sagastume, Ericka Sagastume, Nury Sagastume por su apoyo para alcanzar esta meta.
- A mis sobrinos:** Esteban, Gabriela, Daniel y Jimena por venir a llenar de alegría nuestras vidas y ser fuente de inspiración para ser mejores cada día.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Mis Padres:** Por aportar todas las herramientas necesarias para mi formación, este logro es también de ustedes.
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala:** Por ser mi casa de estudios.
- A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia:** Por formarme para poder desempeñarme como profesional.
- A mis catedráticos:** Por compartir sus conocimientos.
- A mis asesores:** Por su apoyo para culminar este trabajo de tesis.
- A mis amigos:** Por su apoyo a lo largo de la carrera.
- A:** Amerador, S.A por abrirme las puertas y brindarme lo necesario para mi trabajo de tesis.
- A:** Todas las personas que de alguna manera contribuyeron durante mi carrera.

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
	3.1 Objetivo General.....	4
	3.2 Objetivos Específicos.....	4
<b>IV.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
	4.1 Definición de leche.....	5
	4.2 Composición y características de la leche de vaca.....	5
	4.3 Antecedentes: sistema Lactoperoxidasa (LP) en leche cruda.....	5
	4.4 Componentes del sistema Lactoperoxidasa (LP).....	7
	4.4.1 Mecanismo de acción de sistema Lactoperoxidasa (LP)...	8
	4.5 Efecto del sistema Lactoperoxidasa (LP) en la conservación de la leche cruda.....	8 9
	4.5.1 Eficacia en relación con los principios de producción higiénica de la leche.....	11
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
	5.1 Localización y descripción del área.....	13
	5.1.1 Realización y duración del estudio.....	14
	5.1.2 Materiales y equipo.....	15
	5.1.3 Recurso humano.....	15
	5.2 Metodología.....	16
	5.2.1 Capacitación a productores de leche y trabajadores de campo.....	16
	5.2.2 Toma de muestras.....	16
	5.2.3 Recolección de muestras.....	17
	5.2.4 Registros.....	18
	5.2.5 Análisis de laboratorio.....	18

5.2.6	Prueba de campo (Prueba de California para mastitis)...	18
5.2.7	Análisis económico.....	21
5.2.8	Método estadístico.....	21
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
6.1	Efecto bacteriostático (UFC/ml).....	22
6.2	Determinación del costo del uso de un activador del sistema Lactoperoxidasa.....	25
6.3	Impacto económico de la presencia de mastitis subclínica.....	26
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>IX.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>32</b>
	<b>SUMMARY.....</b>	<b>33</b>
<b>X.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### **Cuadro No. 1**

Mecanismo de acción del Sistema LP.....9

### **Cuadro No. 2**

Prolongación del tiempo de mantenimiento de la calidad de la leche  
mediante el sistema LP a distintas temperaturas.....10

### **Cuadro No. 3**

Cronograma de actividades.....15

### **Cuadro No. 4**

Interpretación de resultados.....20

### **Cuadro No. 5**

Resultados estadísticos obtenidos.....22

### **Cuadro No. 6**

Costos y precios de la activación del sistema LP.....25

### **Cuadro No. 7**

Pérdida productiva y económica ocasionada por mastitis  
subclínica por finca.....28

## ÍNDICE DE FIGURAS

### **Figura No. 1**

Toma de muestras.....16

### **Figura No. 2**

Comportamiento de UFC/ml de las 75 muestras.....24

### **Figura No.3**

Presencia de mastitis subclínica por grado de infección.....27

### **Figura No. 4**

Pérdida de producción (Lts.) por presencia de mastitis subclínica.....29

## I. INTRODUCCIÓN

La leche es de importancia universal por ser el alimento natural que mayor número de sustancias nutritivas que la conforman. Cuenta con un alto contenido de agua y nutrientes, así como el pH cercano a la neutralidad constituye un excelente medio de cultivo para el desarrollo de microorganismos. Por esta razón constituye un riesgo potencial, debido a que la población pudiera estar expuesta al consumo de leche contaminada. (Bravo Loor, 2010)

De acuerdo con datos de la Cámara de Productores de Leche de Guatemala, la producción de leche actual se ubica en aproximadamente 1.8 millones de litros diarios, que alcanzan a cubrir el 34% del consumo nacional. A pesar de esto la producción lechera sigue siendo uno de los motores económicos del país. Una región que cuenta con sistemas de producción de leche es el municipio de Chiquimulilla. Según el censo agropecuario del 2003, el municipio cuenta con un hato ganadero de 41,804 cabezas de ganado bovino. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010)

La calidad higiénica de la leche tiene una importancia fundamental para la elaboración de productos lácteos que sean inocuos e idóneos para consumo humano. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. Los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos por causas como, ausencia de infraestructura de refrigeración, recorrido de grandes distancias desde el sitio de producción hasta el centro procesador, clima desfavorable para la conservación y preservación de la leche, entre otras. Esto repercute en un mal precio, o bien ser penalizados económicamente por entregar leche contaminada. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.)

La calidad de la leche es un tema de creciente interés para los consumidores, organismos gubernamentales y todos los sectores de la industria alimenticia. Las disposiciones internacionales en materia de calidad alimentaria propuestas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través del Codex CAC/GL 13-1991 recomienda el uso del sistema lactoperoxidasa para la conservación de la leche cruda por ser un método inocuo de prevención de las pérdidas de leche debidas a la descomposición microbiana cuando se utiliza conforme a las directrices. (Ordoñez Pereda, Otero Caballeira, Nuñez Gutierrez y Campos Amado, 2005)

Debido a esta problemática se originó el desarrollo de un producto activador del sistema lactoperoxidasa (sistema LP) en leche cruda, el cual trata de resolver el problema de forma rápida, sencilla y a bajo costo, ajustado a las características del productor a pequeña escala. (Leon Díaz y Ponce Ceballo, s.f.)

El presente estudio pretende validar el método de preservación de leche en el medio. Además de generar información para los productores ya que se evaluó el efecto bacteriostático en la leche cruda utilizando un activador del sistema lactoperoxidasa. También se determinó el costo del uso del activador en fincas proveedoras de leche de un Centro de Acopio ubicadas en el municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa. Conjuntamente el estudio estimó las pérdidas económicas que la presencia de mastitis sub clínica provoca a los sistemas de producción de leche de la región sur oriental.

## **II. HIPÓTESIS**

La utilización del sistema Lactoperoxidasa (LP) permite mantener la calidad microbiológica inicial en leche cruda procedente de las fincas hasta la llegada al Centro de Acopio ubicado en el municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa.

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

- Generar información sobre el efecto bacteriostático de la activación del sistema lactoperoxidasa en la conservación de la calidad microbiológica inicial de la leche cruda procedente de fincas a un Centro de Acopio ubicado en el Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto bacteriostático de la activación del sistema lactoperoxidasa en la conservación de la calidad microbiológica en la leche desde la finalización de ordeño hasta la llegada al Centro de Acopio en términos de recuento de bacterias totales UFC/ml.
- Determinar el costo del uso de un activador del sistema lactoperoxidasa.
- Establecer el impacto económico de la presencia de mastitis subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT).

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Definición de leche**

La definición de la leche de acuerdo a la norma Codex dice: “Leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más daños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior”. (OMS/FAO, 2001)

### **4.2 Composición y características de la leche de vaca**

La leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria. Es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua. (Wattiaux)

La leche con una composición normal posee una gravedad específica que normalmente varía de 1,023 a 1,040 (a 20°C) y un punto de congelamiento que varía de -0,518 a -0,543°C. Cualquier alteración puede ser fácilmente identificada debido a que estas características de la leche no se encontrarán más en el rango normal. La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su colección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente. (Wattiaux)

### **4.3 Antecedentes: sistema Lactoperoxidasa (LP) en leche cruda**

Desde la década de los 60, en Inglaterra comenzaron las investigaciones sobre el sistema lactoperoxidasa, como sistema enzimático presente en la leche de los mamíferos. Fueron los suecos, a finales de los 70, los que realizaron los

primeros trabajos prácticos para la activación de este sistema y para lograr la prolongación de la estabilidad de la leche. (Leon Díaz y Ponce Ceballo)

En 1982, el Comité Mixto de Expertos FAO-OMS para la Leche y sus derivados, del CODEX Alimentarius, comenzó a discutir este proceso de activación como una alternativa para mantener la calidad de la leche cuando no existe refrigeración, sin causar daños a la propia leche y a la salud humana. Las favorables conclusiones sobre el uso de este sistema, conllevaron a investigaciones y debates con las máximas autoridades rectoras de la alimentación y la salud. En 1991, fue aprobado el uso de este sistema, faltando entonces su aplicación práctica. Todas las múltiples investigaciones y aplicaciones prácticas en los últimos 12 años, han reafirmado este criterio favorable. (Leon Díaz y Ponce Ceballo)

Al inicio de los años 80, Cuba ya había comenzado los estudios sobre este sistema para obtener un producto comercial capaz de lograr los efectos deseados, ya que las regulaciones establecidas en el Código de Prácticas del CODEX no facilitaban su uso, pues en estas se indica el uso de las sustancias activadoras, aspecto muy difícil en la práctica diaria de las explotaciones lecheras. En los estudios realizados, se aportó una importante cantidad de nuevos conocimientos, referidos al nivel de tiocianato en leche, y se establecieron los valores medios, umbrales extremos, criterio de sobredosificación factores fisiológicos relacionados con el sistema, nuevas aplicaciones en leche y otros. (Leon Díaz y Ponce Ceballo)

En 1988 salió al mercado como forma terminada, un activador del sistema LP. La introducción de este producto sustituyó las prácticas de aplicación de sustancias prohibidas como inhibidores, conservantes químicos, antibióticos, etc. que dañaban la salud humana. Desde 1988 a la fecha, se ha ido mejorando el producto, trabajándose mayormente en los estudios del envase, por las características de uno de los componentes. En la actualidad, se realizan estudios para la introducción de nuevas formas de presentación para cubrir diversos

volúmenes de leche, facilitando su acción y uso, alargando también su efecto, así como el uso del sistema LP en otros productos líquidos, y en sólidos. (Leon Díaz y Ponce Ceballo)

#### **4.4 Componentes del Sistema Lactoperoxidasa (LP)**

El sistema está constituido por tres componentes que se encuentran en la glándula mamaria: la enzima lactoperoxidasa (LP) que es una proteína natural de la leche, iones de tiocianato ( $\text{SCN}^-$ ) que se originan en el hígado y oxígeno reactivo ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) que proviene de los leucocitos o glóbulos blancos de la sangre. (Leon Díaz y Ponce Ceballo)

La lactoperoxidasa es una enzima natural, la cual pertenece a la familia química de las peroxidases que están ampliamente distribuidas en la naturaleza tanto en los animales, incluidos los humanos, como en los vegetales. Ésta enzima está presente en la leche de algunos mamíferos, así como fluidos corporales como lágrimas y saliva. Su función principal es catalizar la oxidación de diversos componentes en presencia de peróxido de hidrógeno. (Ordoñez Pereda, Otero Caballeira, Nuñez Gutierrez y Campos Amado, 2005)

El segundo componente del sistema LP es el tiocianato, la cual es una sustancia que se encuentra en órganos (riñón, estómago, etc.), fluidos (sinovial, espinal, linfa, plasma, etc.) y secreciones (leche, saliva, etc.) de mamíferos. Sus concentraciones dependen parcialmente de la alimentación. En el caso particular de la leche, las concentraciones halladas son muy variables, estando comprendidas en los intervalos de 1,2 – 15,1 mg/l para la leche de vaca. La fuente de los tiocianatos son los glucosinolatos y los glucósidos cianógenos. (Ordoñez Pereda, Otero Caballeira, Nuñez Gutierrez y Campos Amado, 2005)

El peróxido de hidrógeno es el tercer componente del sistema LP. El  $H_2O_2$  puede formarse endógenamente en numerosas reacciones, pero normalmente el peróxido se neutraliza rápidamente a diversas enzimas (superóxido dismutasa, catalasa y peroxidasas) presentes en el medio, por lo que no llega a alcanzar cantidades mensurables en la leche. No obstante, puede tener una procedencia exógena, pudiéndose añadir como tal, en forma ligada (p.ej. percarbonato sódico, peróxido de magnesio). (Ordoñez Pereda, Otero Caballeira, Nuñex Gutierrez y Campos Amado, 2005)

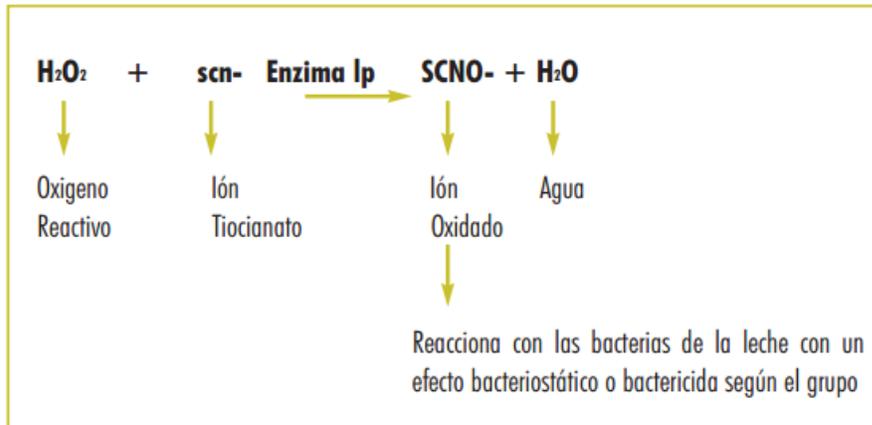
#### **4.4.1 Mecanismo de acción del sistema Lactoperoxidasa (LP)**

El sustrato de la lactoperoxidasa está formado por iones tiocianato (en forma de sal de sodio o potasio), que se añaden normalmente a la leche en una cantidad aproximada de 14 mg/l, aunque se puede ajustar en función de las variaciones de su concentración en la leche. A continuación, se añade peróxido, en forma de peróxido de hidrógeno o de percarbonato de sodio. (FAO/OMS, 2005)

El peróxido de hidrógeno se añadiría en una concentración de 1-10mg/l. Estas cantidades son difíciles de conseguir con exactitud y se puede llegar a una sobredosis perjudicial. Por consiguiente, el Codex recomienda el percarbonato de sodio (30 mg/l) como fuente de iones peróxido, puesto que provoca una liberación más lenta de los agentes activos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO/OMS, 2005)

El sistema LP actúa como un catalizador, la oxidación de los iones de tiocianato en presencia de peróxido de hidrógeno dan como resultado iones hipotiocianosos, los cuales reaccionan con los grupos sulfhidrilos para inactivar las enzimas metabólicas de las bacterias. Esto previene que las bacterias se multipliquen y potencialmente se extiende la calidad aceptable de la leche cruda. (FAO/OMS, 2005)

**Cuadro No. 1 Mecanismo de acción del Sistema LP**



Fuente: Leon Díaz y Ponce Ceballo

#### **4.5 Efecto del Sistema Lactoperoxidasa (LP) en la conservación de la leche cruda**

La eficacia del sistema LP depende de la carga inicial, el tipo de contaminación microbiológica y de la temperatura de la leche durante el período de tratamiento. El sistema LP tiene ante todo un efecto bacteriostático en la leche cruda. (FAO/OMS, 2005)

Los datos experimentales y la experiencia práctica indican que el sistema LP se puede aplicar fuera de los límites de temperatura (15–30°C) mencionados en las directrices del Codex de 1991 (CAC, 1991b). En el extremo inferior de la escala de temperaturas, varios estudios indican que la activación del sistema LP puede retrasar varios días el crecimiento de bacterias psicrotróficas de la leche y de esta manera retardar su deterioro, en comparación con lo que se podría conseguir con la refrigeración exclusivamente. (FAO/OMS), 2005)

Para que el sistema lactoperoxidasa sea eficaz y para la calidad microbiológica de la leche es fundamental que haya buenas prácticas higiénicas

en la producción lechera, ya que la finalidad de la utilización del sistema no es mejorar la calidad de la leche, sino conservar su calidad inicial. Las directrices del Codex se concentran en la aplicación del sistema LP para prevenir el deterioro de la leche cruda (de vaca y de búfala) durante la recogida y el transporte a una instalación de elaboración en situaciones en las que no es posible disponer de una refrigeración adecuada. La directriz se basa en varios documentos científicos de finales del decenio de 1970 en los que se explican los principios prácticos del método y se dan pruebas del concepto. (FAO/OMS, 2005)

El efecto inhibitor del tratamiento depende de la temperatura de almacenamiento de la leche tratada con el sistema LP, como se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro No. 2 Prolongación del tiempo de mantenimiento de la calidad de la leche mediante el sistema LP a distintas temperaturas**

Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	Referencia
31-35	4-7	Ponce et al., 2005
30	7-8	CAC,1991b
25	11-12	CAC,1991b
20	16-17	CAC,1991b
15	24-26	CAC,1991b
4	5-6 días	Zapico et al., 1995; Lin y Chow, 2000

Fuente: FAO/OMS, 2005

Hay que subrayar que estos tiempos de retraso del deterioro se deben considerar como indicativos, porque dependen en gran medida de la carga bacteriana inicial.

La temperatura es uno de los factores que más influyen en el crecimiento microbiano. La función de la refrigeración y la cadena del frío en el mantenimiento de la calidad y la inocuidad de la leche tanto cruda como pasteurizada son bien conocidas. Muchas bacterias son mesofílicas y como mejor crecen es a temperaturas de 30°C a 40°C. Algunos estudios de campo realizados con leche cruda tratada mediante el sistema LP y almacenada a 30 – 35°C pusieron de manifiesto una inhibición sistemática del crecimiento microbiano durante 4-7 horas. (FAO/OMS, 2005)

#### **4.5.1 Eficacia en relación con los principios de producción higiénica de la leche**

En las directrices del Codex se indica que, “dado el efecto principalmente bacteriostático del sistema, la aplicación de este método no permite ocultar la calidad inferior de la leche cuando ésta se halla contaminada ya por numerosas bacterias”, y “la aplicación del método de la lactoperoxidasa no excluye la necesidad de pasteurizar la leche antes de destinarla al consumo humano. Tampoco excluye la necesidad de tomar las precauciones normales y seguir las rutinas de manipulación aplicadas para asegurar una buena calidad higiénica de la leche cruda”. (FAO/OMS, 2005)

Los estudios microbiológicos realizados durante los 10 – 15 últimos años respaldan esta opinión. Siempre se observa que la eficiencia antibacteriana del sistema LP tiene una correlación inversamente proporcional a la densidad de células bacterianas. La eficacia antibacteriana del sistema LP es escasa con concentraciones bacterianas altas, fundamentalmente bacteriostática con concentraciones intermedias y principalmente bactericida con concentraciones bajas. (FAO/OMS, 2005)

Ésta es la conclusión que se deriva tanto de las observaciones de laboratorio con cultivos puros de bacterias patógenas o de descomposición suspendidas en tampón o en caldo de cultivo (El – Shenawy, García y Marth 1990; García - Graells *et al.*, 2003) como de los estudios de campo utilizando leche con su microflora mixta natural. (FAO/OMS, 2005)

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización y descripción del área

El estudio se realizó en un Centro de Acopio de leche ubicado en aldea Placetas, municipio de Chiquimulilla, el cual se encuentra situado en la parte sur del departamento de Santa Rosa, en la región IV o región sur-oriente, caracterizado como bosque subtropical (cálido), constituye uno de los 14 municipios del departamento de Santa Rosa. La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 107 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 39 kilómetros de la cabecera departamental. (De la Cruz, 1982)

Una gran extensión de tierra está en manos de latifundistas, por lo que los minifundistas (agricultores y/o productores) tienen acceso limitado a áreas cultivables, con terrenos ubicados en altitudes por debajo de los 100 metros y arriba de los 500 metros sobre el nivel del mar, con suelos erosionados y, en algunos casos, con excedentes de agua salada proveniente del Océano Pacífico. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010)

La precipitación varía entre 500 mm y 1000 mm, con un promedio anual de 855 mm. La temperatura media anual oscila entre 19°C y 34°C (66°F-75°F). La disponibilidad de lluvias para la siembra sólo se da durante el invierno (mayo a noviembre) y su intensidad varía según el relieve de la zona. (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2008)

El municipio se encuentra a una latitud 14°05' 13" y en la longitud 90° 22' 48". Geográficamente, limita al norte con el municipio de Cuilapa y Pueblo Nuevo Viñas (Santa Rosa); al sur con el Océano Pacífico; al este con los municipios de Pasaco y Moyuta (Jutiapa), Santa María Ixhuatán y San Juan Tecuaco (Santa Rosa); y al oeste con el municipio de Guzacapan (Santa Rosa). (Escalante Herrera, 2009)

Esta zona se caracteriza por su alto potencial para la ganadería, con grandes extensiones de terreno que los acomodados aprovechan para la crianza de ganado de doble propósito (carne y leche); para siembra de pasto y para diversificación de cultivos (cítricos y granos básicos). Sin embargo, desde el año 2005, se observa que gran cantidad de tierra ha sido arrendada a los ingenios azucareros para la siembra de caña de azúcar. Por esta razón, se pensaba que la producción de ganado y sus derivados estaría disminuyendo; sin embargo, los productores han aprovechado la tecnología y han optado por tener la misma o más cantidad de ganado en menor cantidad de tierra. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010)

No obstante, el 22% de la población se encuentra dentro del grupo de los medios, los cuales son dueños (en pequeñas cantidades) de cabezas de ganado que se aprovechan con doble propósito, pero encuentran dificultades para producir leche higiénica por causas como falta de refrigeración inmediata y clima desfavorable para la conservación y preservación de la leche. Lo que repercute en un mal precio de la leche afectando su economía considerablemente. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010)

### **5.1.1 Realización y duración del estudio**

El presente estudio tuvo una duración de cuatro meses, los cuales fueron divididos de la siguiente manera:

**Cuadro No. 3 Cronograma de actividades**

<b>Fase</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Planificación	X	X		
Capacitación a productores de leche y trabajadores de campo		X		
Recolección de Muestras y traslado a Laboratorio		X	X	
Prueba de Campo (CMT)		X		
Obtención de resultados de Laboratorio			X	
Interpretación y redacción de documento			X	X

Fuente: Elaboración propia

### **5.1.2 Materiales y equipo**

Computadora portátil	Vehículo	Hielera
Kit California Mastitis Test (CMT)	Marcador para identificar muestras	Bolsas para muestra
Libreta de apuntes	Lapicero	Whirl – pack
Termómetro	Toma muestras	Hojas de papel bond
Guates	Mascarillas	Cloro
Agitador de leche	Toma muestras	Redecillas
		Activador sistema LP

### **5.1.3 Recurso humano**

Investigadora	Productores
Asesores	Trabajadores de campo

## 5.2 Metodología

### 5.2.1 Capacitación a productores de leche y trabajadores de campo

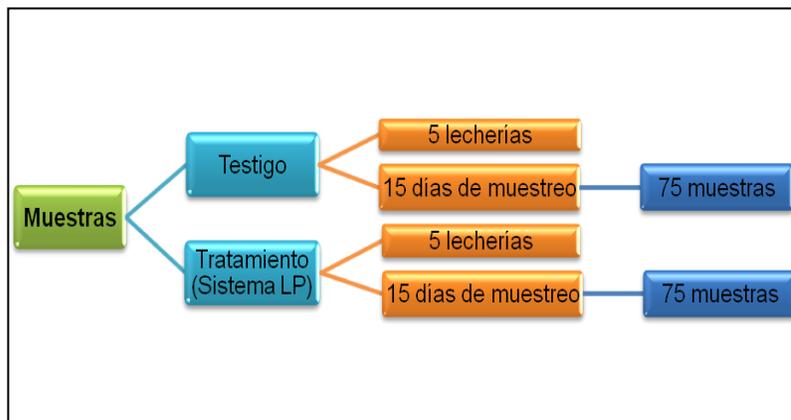
Se capacitó a los productores de leche y a los trabajadores de campo sobre las buenas prácticas del manejo de la leche y las buenas prácticas antes, durante y después del ordeño, con la finalidad de estandarizar los procesos de las 5 fincas proveedoras de leche del Centro de Acopio.

Posteriormente se incluyó una charla acerca de la función que el activador del sistema lactoperoxidasa ejerce sobre la leche cruda y la aplicación correcta del mismo. Además, se capacitó a una persona por finca y a una persona del Centro de Acopio sobre el procedimiento de muestreo de leche en recipientes.

### 5.2.2 Toma de muestras

El Centro de Acopio donde se realizó el estudio cuenta con 5 proveedores. Las muestras de leche procedentes de las lecherías fueron recolectadas durante un periodo de 5 semanas. Obteniendo las muestras 3 veces por semana. El total fue 75 muestras testigo y 75 con tratamiento.

**Figura No. 1 Toma de muestras**



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3 Recolección de muestras

Se recolectaron 125 ml de leche en bolsas estériles whirl-pack, las cuales fueron identificadas con fecha, nombre de la finca, nombre del propietario de la finca y si correspondía a la muestra testigo o a la muestra activada con el sistema lactoperoxidasa.

Las personas que recolectaron las muestras hicieron uso de guantes, mascarilla y redecilla o gorra. Además, contaban con un agitador de leche y un utensilio para tomar muestras, los cuales se desinfectaban en una solución de agua con cloro a 100 ppm (solución al 0.01%), antes de recolectar la muestra.

Previo a la toma de las muestras, en cada recipiente la leche se agitó durante 30 segundos, con ayuda de un agitador de leche. Posteriormente con ayuda un utensilio para tomar muestras se tomó una pequeña cantidad de leche de cada recipiente y se almacenó en una bolsa whirl – pack.

La muestra testigo se recolectó en cada finca, al finalizar el ordeño y previo a la activación del sistema lactoperoxidasa. Ésta fue identificada con fecha, nombre de la finca, nombre del propietario de la finca y con la leyenda “sin LP”. Posteriormente se activó el sistema lactoperoxidasa a toda la leche, a razón de 14 mg/lit de tiocianato y 30 mg/lit de percarbonato de sodio, y se transportó al Centro de Acopio. La muestra testigo fue transportada hacia el Centro de Acopio en las mismas condiciones de temperatura que el resto de la leche.

Cuando la leche llegó al Centro de Acopio se tomó la temperatura de la leche, luego se procedió a tomar la muestra con el sistema lactoperoxidasa activado y se identificó con fecha, nombre de la finca, nombre del propietario de la finca y con la leyenda “con LP”. Cada productor provee un promedio de 192 litros de leche al Centro de Acopio.

Al haber recolectado ambas muestras, éstas fueron almacenadas en una hielera a una temperatura entre 4°C a 7°C, las cuales se transportaron a el laboratorio de la planta procesadora de lácteos en un período no mayor a 16 horas.

#### **5.2.4 Registros**

Para el análisis se utilizó un formato que se llevó en cada finca que incluía la siguiente información: fecha, no. vacas en ordeño, hora de inicio de ordeño, hora final de ordeño, no. de recipiente, capacidad en litros del recipiente, dosis de lactoeroxidasa utilizada para cada recipiente y hora de salida de la finca para el Centro de Acopio. (Ver Anexo No. 1).

En el Centro de Acopio se llevó un formato de registros el cual incluía la siguiente información: fecha, nombre de la finca, hora de llegada al Centro de Acopio, temperatura (°C) de la leche y responsable de la toma de muestra. (Ver Anexo No. 2).

#### **5.2.5 Análisis de laboratorio**

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la planta procesadora de lácteos. Para cada muestra se hizo un análisis de recuento de bacterias aerobias totales (UFC/ml) sembrando cada muestra en petrifilm platecount. La muestra sembrada fue incubada a una temperatura de 35°C. Posteriormente a 48 horas de incubación se realizó la lectura de cada siembra.

#### **5.2.6 Prueba de campo (Prueba de California para Mastitis)**

La Prueba de California para 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 subclínica en el ganado bovino lechero. (Bedolla y Castañeda, 2007)

Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células de la leche. La prueba se realizó a los cuatro cuartos de todas las vacas en ordeño de cada finca, ya que la presencia de mastitis en los hatos lecheros influye negativamente en la calidad microbiológica de la leche, factor que puede intervenir en la efectividad del sistema LP, ya que su contribución a las UFC/ml va a ser muy importante, incrementándose el riesgo de presencia de bacterias patógenas para el ser humano.

Además, la mastitis es una de las enfermedades más importantes que afectan la industria lechera, ocasiona pérdidas económicas muy fuertes a todos los productores de leche debido a la disminución en el rendimiento de leche. Por lo que se ha reconocido como la enfermedad más costosa en los hatos lecheros. (Bedolla y Castañeda, 2007)

Pasos que se siguieron para la Prueba de California para Mastitis:

- Se desechó la leche del pre ordeño.
- Se ordeñó uno o dos chorros de leche de cada cuarto en cada una de las placas de la paleta.
- Se inclinó la paleta de modo que se homogenizara la leche en los cuatro apartados de la paleta.
- Se añadió a la leche un volumen igual de reactivo (alquilauril sulfonato de sodio).
- Se mezcló el reactivo y se examinó en cuanto a la presencia de gelificación.

La prueba consistió en el agregado de un detergente a la leche, el alquilauril sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en

la ubre y este se convierte, en combinación con agentes proteicos de la leche, en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto, mayor será la formación de la gelatina, traduciéndose en la lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación/infección. (Bedolla y Castañeda, 2007)

Los resultados se interpretarán y registrarán bajo el siguiente criterio:

**Cuadro No. 4 Interpretación de resultados**

<b>Negativo (-)</b>	El estado de la solución permanece inalterado. La mezcla sigue en estado líquido. El 25% de las células son leucocitos polimorfonucleares.
<b>Trazas (T)</b>	Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto. Un 30% son leucocitos polimorfonucleares
<b>1 (+)</b>	Hay mayor precipitado, pero no se forma gel. De un 30 a 40% son leucocitos polimorfonucleares.
<b>2 (++)</b>	El precipitado se torna denso y se concentra en el centro. De un 40 a 70% son leucocitos poliformonucleares.
<b>3 (+++)</b>	Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta. De un 70 a 80% son leucocitos polimorfonucleares.

Fuente: Bedolla y Castañeda, 2007

Los resultados obtenidos fueron anotados en un formato de registro que contenía la siguiente información: nombre la de vaca, litros producidos, número de partos, resultado cuarto anterior derecho, resultado cuarto anterior izquierdo, resultado cuarto posterior derecho y resultado cuarto posterior izquierdo (Ver Anexo No. 3).

Con los resultados obtenidos se determinó, por medio de una hoja electrónica de Microsoft Excel, el porcentaje de cuartos infectados y las pérdidas económicas (por día, por mes y por año) que la presencia de mastitis sub clínica representa para cada finca.

### 5.2.7 Análisis económico

Se realizó una determinación de precios y costos con el objetivo de determinar la viabilidad económica del uso de la activación de sistema lactoperoxidasa en leche cruda.

### 5.2.8 Método estadístico

Para determinar si hubo una diferencia significativa entre las medias de las poblaciones se utilizó la prueba de significación estadística paramétrica “t” de Student, utilizando el complemento de herramientas para análisis de Microsoft Excel.

Modelo matemático para dos muestras independientes: (Ray Design, 1999)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

Donde:

t = valor estadístico de la prueba t de Student.

$\bar{X}_1$  = promedio del grupo 1.

$\bar{X}_2$  = promedio del grupo 2.

$\sigma_p$  = desviación estándar ponderada de ambos grupos.

$N_1$  = tamaño de la muestra del grupo 1.

$N_2$  = tamaño de la muestra del grupo 2.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Efecto bacteriostático (UFC/ml)

Se utilizó la prueba de “t de student” para determinar la existencia de diferencia significativa entre las medias de las poblaciones. En el siguiente cuadro se presentan los resultados del efecto del uso del sistema lactoperoxidasa en leche cruda sobre la variable unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/ml).

**Cuadro No. 5 Resultados estadísticos obtenidos**

<b>Variable</b>	<b>Sin LP</b>	<b>Con LP</b>	<b>Valor de probabilidad</b>
UFC/ ml	386,626.67	190,653.47	0.0012
<i>Nota: Valor de probabilidad <math>p &lt; 0.05</math> presenta diferencia significativa entre tratamientos.</i>			

Fuente: Elaboración propia

El efecto utilizando la activación del sistema lactoperoxidasa obtuvo una diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) como se observa en el Cuadro No. 7. El tratamiento sin lactoperoxidasa obtuvo un promedio 386,626.67 UFC/ml., mientras el tratamiento con activación del sistema obtuvo un promedio de 190,653.47, por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo expuesto por Albuja, R et al. quienes evaluaron la conservación de leche cruda mediante la activación del sistema lactoperoxidasa, obteniendo diferencias significativas en la conservación de leche con el sistema lactoperoxidasa al compararlas con las muestras sin tratamiento. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2005)

Así mismo coincide con lo expuesto por Ponce et al. en un estudio realizado San José de las Lajas, La Habana, Cuba obteniendo como resultados una media de 110,000 UFC/ml para el tratamiento control y 40,000 UFC/ml para el tratamiento con lactoperoxidasa. Después de 24 horas se obtuvo una media de 6,400,000 UFC/ml para el tratamiento control y 15,000 UFC/ml para el tratamiento con lactoperoxidasa. El estudio indica que la activación del sistema demostró claro un efecto antimicrobiano. (Ponce Ceballo, Armeros A, Villoch , Montes de Oca, y Carreras , 2005)

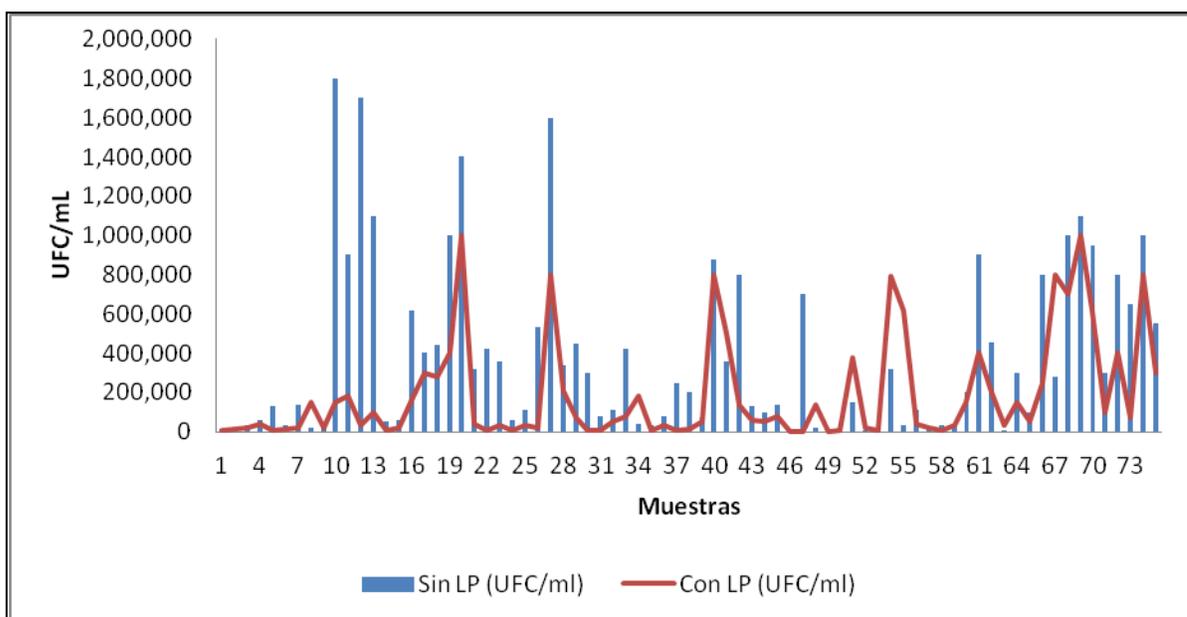
El informe titulado “Beneficio y riesgos potenciales del sistema de la lactoperoxidasa en la conservación de la leche cruda” menciona que el sistema puede ser aplicado fuera de los límites de temperaturas (15–30 °C) que indican las directrices Codex (CAC/gL 13-1991) ,indicando que el tiempo de mantenimiento de la calidad de la leche mediante el uso del sistema de 31°C- 35°C es de 4-7 horas aproximadamente, también menciona que la eficacia antibacteriana del sistema es escasa con concentraciones bacterianas altas, bacteriostática con concentraciones intermedias y principalmente bactericida con concentraciones bajas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el estudio. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2005)

En el estudio este método fue aplicado en leche cruda a una temperatura promedio de 35 °C y el tiempo promedio de transporte de la leche de fincas hacia el Centro de Acopio fue de 4 horas obteniendo un resultado positivo, se puede observar que el efecto fue principalmente bactericida ya que este efecto se cumple cuando la concentración de bacterias en la leche es baja.

El estudio indica que el uso del sistema lactoperoxidasa disminuye la carga microbiológica de la leche, por lo tanto, se puede considerar como una alternativa o técnica de conservación de la leche. Tal como lo señala lo descrito en las directrices para la conservación de la leche cruda mediante la aplicación del sistema de la lactoperoxidasa CAC/gL 13-1991, la cual dice que el uso de este método previene el deterioro de la leche cruda por acción de las bacterias durante la recogida y el transporte a la central lechera.

En la figura No. 2 muestra el comportamiento de las unidades formadoras de colonia (UFC/ml) en leche cruda sin activación del sistema lactoperoxidasa y con el sistema activado, durante las 75 lecturas.

**Figura No. 2 Comportamiento de UFC/ml de las 75 muestras**



Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación de leche por la política de pago de la industria procesadora de lácteos a la que el Centro de Acopio provee la leche, el promedio obtenido en la leche sin lactoperoxidasa se encuentra en una leche tipo B, y la leche con el sistema activado paso a ser una leche tipo A. Al tener una leche tipo B la planta procesadora de lácteos penaliza económicamente por recuento de UFC/ml, al tener una leche tipo A no existe ninguna penalización; es decir, que con el uso del sistema lactoperoxidasa en leche cruda se evitaría una penalización económica de Q.0.15 por litro de leche.

## 6.2 Determinación del costo del uso de un activador del sistema lactoperoxidasa

Para determinar la viabilidad del uso de un activador del sistema lactoperoxidasa en leche cruda se hizo una determinación costos. En el cuadro No. 8 se muestra los costos y precios que la activación del sistema requiere.

**Cuadro No. 6 Costos y precios de la activación del sistema LP**

	UFC/ml	Tipo de Leche	Precio/litro	Costo LP/Lt.	Volumen de producción (Lts.)	Inversión
<b>Sin LP</b>	386,626	B	3.84	Q0.00	963	Q0.00
<b>Con LP</b>	190,653	A	3.99	Q0.05		Q48.15

Fuente: Elaboración propia

Basado en la política de pago de la industria lechera a la que el Centro de Acopio provee la leche se determinó que el precio para una leche tipo B es de Q.3.84 por litro y para leche tipo A Q.3.99 (incluyendo penalización por recuento de aerobios totales, E. coli y células somáticas). (Ver Anexo No.4)

El volumen de producción promedio del Centro de Acopio es de 963 litros diarios y el costo de la activación del sistema lactoperoxidasa es de Q.0.05 por litro, por lo tanto, la inversión de aplicación del sistema es de Q.48.15 por día.

La adopción de la tecnología de preservación de la leche utilizando la activación del sistema lactoperoxidasa permite preservar la calidad microbiológica y aumentar el tiempo de conservación de la leche permitiendo un beneficio económico, ya que es un método de conservación que requiere una inversión baja en comparación del método de refrigeración que requiere una inversión elevada y los costos de funcionamiento y mantenimiento pueden ser altos debido a que el equipo es costoso.

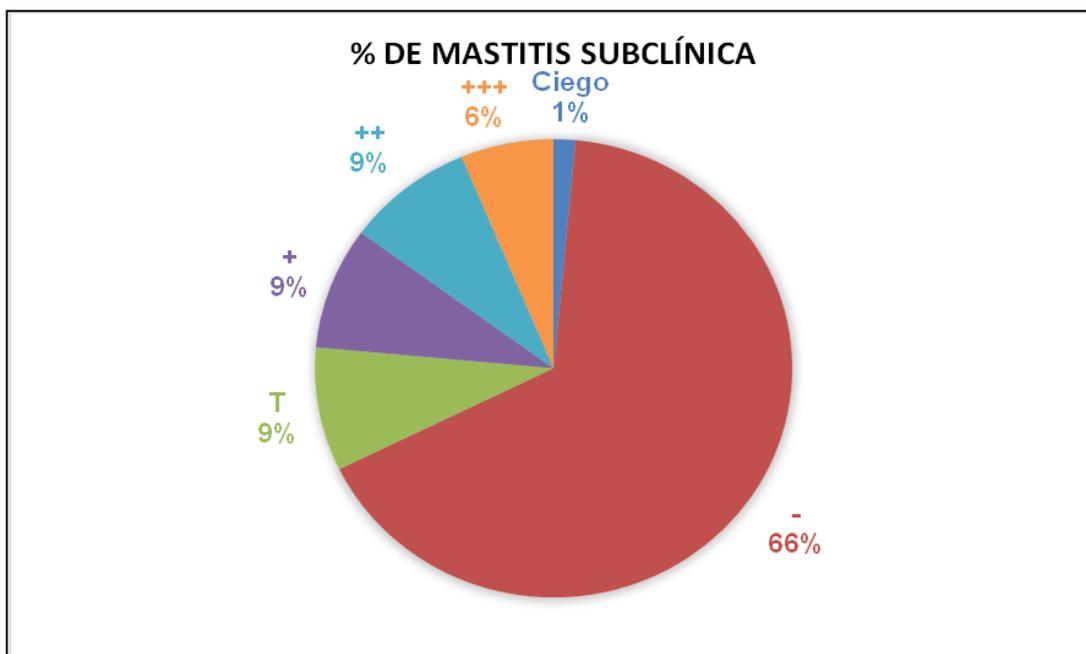
La capacidad para reducir de manera significativa pérdidas en la leche y penalizaciones por un alto recuento microbiológico produce beneficios directos tanto para los productores como para los consumidores, por lo que se considera una alternativa segura y económica para la conservación de la leche cruda, sobre todo para los pequeños productores.

### **6.3 Impacto económico de la presencia de mastitis sub clínica**

En las mastitis subclínicas, una gran proporción de las glándulas afectadas no se identifican fácilmente por palpación manual de la ubre ni por el examen visual con el tazón de fondo oscuro. Debido a estas circunstancias, el diagnóstico de este tipo de mastitis depende de pruebas como el CMT (California Mastitis Test), que permiten identificar el grado de infección subclínica. (Pinzón Trujillo, Moreno Vásquez, y Rodríguez Martínez, 2009)

La aplicación de la prueba CMT reveló en 203 animales analizados que la presencia de mastitis sub clínica, por cuarto, en los hatos lecheros evaluados fue de 9% trazas (T), 9% grado 1 (+), 9% grado 2 (++) y 6% grado 3 (+++), como se muestra en el siguiente gráfico.

**Figura No.3** Presencia de mastitis subclínica por grado de infección



Fuente: Elaboración propia

De 203 animales que fueron sometidos a la prueba de CMT el 33% de cuartos resultaron positivos, 66% negativos y el 1% restante corresponde a cuartos ciegos.

La presencia de mastitis subclínica es una de las causas de reducción de producción de leche, disminuyendo los ingresos por la venta de leche. Según estudios previos la pérdida de producción de litros varía según el grado de la infección, generando una pérdida de 6% para trazas, 12% para grado 1, 18% para grado 2 y 29% para grado 3. (Ponce Ceballo, 2010)

La pérdida por finca se estimó con un porcentaje de acuerdo a la distribución de la presencia de mastitis subclínica. Tomando como criterio máximo una diferencia de 4 cuartos de acuerdo al número de cuartos infectados.

La pérdida económica se calculó tomando en cuenta que el precio de la leche que los productores reciben es de Q.3.84 por litro, como se muestra en el cuadro No.9.

**Cuadro No.7 Pérdida productiva y económica ocasionada por mastitis subclínica por finca**

<b>Finca</b>	<b>Litros producidos</b>	<b>% de pérdida</b>	<b>Pérdida en litros</b>	<b>Pérdida económica/día</b>	<b>Pérdida económica/mes</b>	<b>Pérdida económica/año</b>
1	126	16	20	Q77.41	Q2,322.43	Q27,869.18
2	191	16	31	Q117.35	Q3,520.51	Q42,246.14
3	88	12	11	Q40.55	Q1,216.51	Q14,598.14
4	176	12	21	Q81.10	Q2,433.02	Q29,196.29
5	382	17	65	Q249.37	Q7,481.09	Q89,773.06
<b>Promedio</b>			<b>29</b>	<b>Q113.16</b>	<b>Q3,394.71</b>	<b>Q40,736.56</b>

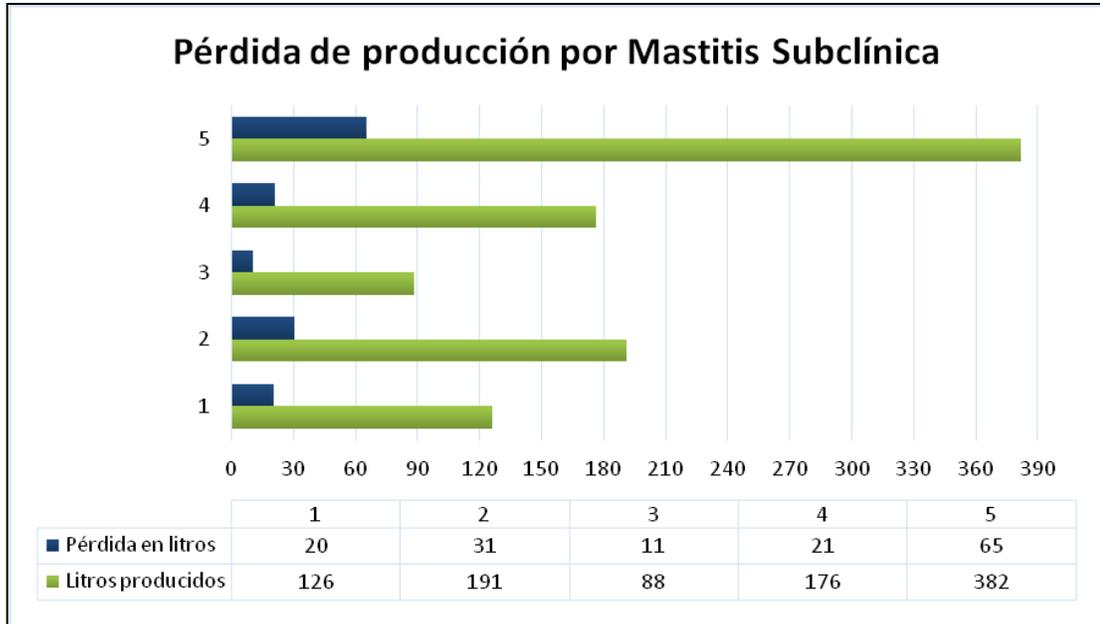
Fuente: Elaboración propia

El promedio de pérdida por finca es de 29 litros por lo tanto en promedio se genera una pérdida económica de Q.113.16 diarios, Q.3,394.71 mensuales y Q.40,736.56 anuales.

La finca 5 tiene mayor porcentaje de pérdida debido a que la distribución de presencia de mastitis predominó en grado trazas y grado 3 obteniendo un porcentaje de pérdida promedio de 17%, las fincas 1 y 2 tienen un porcentaje de pérdida de 16% ya que la distribución era similar para los cuatro grados de infección y las fincas 3 y 4 tienen el menor porcentaje de pérdida ya que la distribución era predominante en trazas a grado 2.

En la figura No. 4 muestra la pérdida de producción en litros para cada finca.

**Figura No. 4 Pérdida de producción (Litros) por presencia de mastitis subclínica**



Fuente: Elaboración propia

## **VII. CONCLUSIONES**

- El uso del sistema lactoperoxidasa en leche cruda demostró un efecto bactericida ya que se reportó una reducción de UFC/ml. Sin embargo, no sustituye las buenas prácticas de ordeño.
- La presencia de mastitis subclínica en los hatos evaluados genera una pérdida promedio de producción de 29 litros diarios por finca, lo que equivale a una pérdida económica de Q.113.16 diarios.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- Es posible el uso del sistema lactoperoxidasa en leche cruda para evitar la multiplicación de microorganismos.
- Hacer análisis microbiológico para la determinación del tipo de microorganismo prevaleciente en leche cruda.
- Capacitar a los productores acerca del uso del sistema lactoperoxidasa en leche cruda.

## IX. RESUMEN

La leche es de importancia universal por ser el alimento natural que mayor número de sustancias nutritivas que la conforman. Por esta razón constituye un riesgo potencial, debido a que la población pudiera estar expuesta al consumo de leche contaminada. El sistema lactoperoxidasa trata de resolver el problema de forma rápida, sencilla y a bajo costo, ajustado a las características del productor a pequeña escala.

El estudio pretende validar el método de preservación de leche en el medio. Además de generar información para los productores acerca del uso un activador del sistema lactoperoxidasa. También se determinó el costo del uso del activador en fincas ubicadas en el municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa. Conjuntamente el estudio estimó las pérdidas económicas que la presencia de mastitis sub clínica provoca a los sistemas de producción de leche de la región sur oriental.

El uso del sistema lactoperoxidasa en leche cruda demostró un efecto bactericida ya que se reportó una reducción de UFC/ml. Sin embargo, no sustituye las buenas prácticas de ordeño. La adopción de la tecnología permite aumentar el tiempo de conservación de la leche proporcionando un beneficio económico, ya que es un método de conservación que requiere una inversión baja (Q.0.05/litro).

Por otro lado, la presencia de mastitis subclínica en los hatos es una de las causas de reducción de producción de leche, disminuyendo los ingresos por la venta de leche. Para las fincas que fueron evaluadas durante el estudio el promedio de pérdida por finca es de 29 litros por lo tanto en promedio se genera una pérdida económica de Q.113.16 diarios, Q.3,394.71 mensuales y Q.40,736.56 anuales.

## SUMMARY

Milk is of universal importance as natural food with the highest number of nutrients that constitute it. For this reason, it constitutes a potential risk, because the population could be exposed to the consumption of contaminated milk. The lactoperoxidase system tries to solve the problem quickly, easily and at low cost, adjusted to the characteristics of small-scale producer.

The study aims to validate the method of preserving milk in the environment. In addition to provide information for producers about using a lactoperoxidase activator system. The cost of using the activator in farms in the Municipality of Chiquimulilla, Santa Rosa was also determined. Together to the study it was estimated economic losses that the presence of subclinical mastitis causes in the milk production systems of the south eastern region.

Use of lactoperoxidase system in raw milk showed a bactericidal effect, a reduction of CFU/ml was reported. However, it does not replace good milking practices. The adoption of technology increases the shelf life of milk providing an economic benefit because it is a conservation method that requires low investment (Q.0.05 / liter).

On the other hand, the presence of subclinical mastitis in herds is one of the causes of reduced milk production, decreasing income by selling milk. For farms that were evaluated during the study, the average loss per farm is 29 liters so the economic loss is Q.113.16 daily, Q.3,394.71 monthly and Q.40,736.56 annual.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bedolla, C., y Castañeda, V. (2007). *Métodos de detección de la mastitis bovina*. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>
2. Bravo Loor, J. (2010). *Sistema Lactoperoxidasa Tiocinato - Peroxido de Hidrógeno en la Conservación de la Leche Cruda, Cantón Bolivar, 2010*. Cantón Bolivar, Ecuador.
3. De la Cruz, J. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala:Instituto Nacional Forestal.
4. Escalante Herrera, M. A. (2009). *pbase*. Recuperado de [http://www.pbase.com/m\\_escalante\\_herrera/chiquimulilla](http://www.pbase.com/m_escalante_herrera/chiquimulilla)
5. Galeano López, B. M. (2012). *Efecto del sistema lactoperoxidasa en la conservación de leche cruda en dos fincas de la comunidad Monte Rosa, El Rama -RAAS, Nicaragua*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1456/1/tnq02g152.pdf>
6. Gaya, P., Medina, M., y Nuñez, M. (1991). *Effect of the lactoperoxidase system on Listeria monocytogenes behavior in raw milk at refrigeration temperatures*. Recuperado de <http://aem.asm.org/content/57/11/3355.full.pdf>
7. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). (2008). *Estaciones meteorológicas de Guatemala*. Recuperado de <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/boletin%20de%20estaciones%20meteorologicas.htm>



8. International Dairy Federation. (2013). *The Lactoperoxidase System*. Recuperado de [http://www.idf-germany.com/fileadmin/user\\_upload/idf-germany/download/12-Factsheet-The Lactoperoxidase\\_system.pdf](http://www.idf-germany.com/fileadmin/user_upload/idf-germany/download/12-Factsheet-The Lactoperoxidase_system.pdf)
9. Leon Díaz, O., y Ponce Ceballo, P. (s.f.). *El Stabilak para la Conservación Natural de la Leche*. Recuperado de [http://www.ideassonline.org/pdf/br\\_18\\_29.pdf](http://www.ideassonline.org/pdf/br_18_29.pdf)
10. Ordoñez Pereda, J. A., Otero Caballeira, A., Nuñez Gutierrez, M., y Campos Amado, J. (2005). *Opinión del Comité Científico de la AESA sobre una cuestión en relación con la utilización del sistema CATALIX como tratamiento higienizante de frutas y hortalizas para su comercialización como productos de IV gama*. Recuperado de [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/evaluacion\\_riesgos/comite\\_cientifico/LACTOPEROXIDASA\\_FRUTAS\\_HORTALIZAS.pdf](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/evaluacion_riesgos/comite_cientifico/LACTOPEROXIDASA_FRUTAS_HORTALIZAS.pdf)
11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Producción y productos lácteos*. Recuperado de <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/calidad-y-evaluacion/es/#.VDLKBmeSySp>
12. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS). (2005). *Beneficios y riesgos potenciales del sistema de la lactoperoxidasa en la conservación de la leche cruda*. Recuperado de <http://www.stabilak.com.ni/a0729s.pdf>
13. Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). (2001). *Codex Alimentarius*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/015/i2085s/i2085s00.pdf>



14. Pinzón Trujillo, A., Moreno Vásquez, F., y Rodríguez Martínez, G. (2009). *Efecto de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá)*. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542009000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542009000100003)
15. Ponce Ceballo, P. (2010). Las mayores pérdidas son por mastitis: Ciencia y práctica para su prevención y control. *1er. Curso Internacional a Distancia: Calidad de Leche Fresca*. La Habana, Cuba.
16. Ponce Ceballo, P., Armeros A, M., Villoch, C., Montes de Oca, M., y Carreras, J. (2005). *Evaluación de riesgos microbiológicos y químicos de la activación del sistema*. Recuperado de [http://www.bvs.sld.cu/uats/rtv\\_files/2005/rtv0505.pdf](http://www.bvs.sld.cu/uats/rtv_files/2005/rtv0505.pdf)
17. Ray Design. (1999). Obtenido de Prueba T de Student para datos no relacionados (muestras independientes). Recuperado de [http://www.ray-design.com.mx/psicoparaest/index.php?option=com\\_content&view=article&id=233:t-student-dnr&catid=52:pruebaspara&Itemid=61](http://www.ray-design.com.mx/psicoparaest/index.php?option=com_content&view=article&id=233:t-student-dnr&catid=52:pruebaspara&Itemid=61)
18. Rosales, C. (s.f.). *La Mastitis*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/cornelioosales/la-mastitis-modo-de-compatibilidad>
19. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Chiquimulilla Santa Rosa*. Recuperado de [file:///C:/Users/Shirley/Downloads/PDM\\_608.pdf](file:///C:/Users/Shirley/Downloads/PDM_608.pdf)
20. Sepúlveda, N., Muñoz, A., y Reinaldo, J. (2003). Evaluación de un activador del sistema lactoperoxidasa en leche sin refrigerar recolectada de pequeños productores. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 12-17.



21. Simmons, C. (1958). *Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la Republica de Guatemala*. Guatemala: José de Pineda Ibarra.
  
22. Sistema de Información Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. (2007). *Guatemala: Perfil de Medios de Vida*. Recuperado de <http://www.siinsan.gob.gt/images/ZMV/PDFS/Zona15.pdf>
  
23. Wattiaux, M. (s.f.). *Esenciales Lecheras*. Recuperado de <http://babcock.wisc.edu/node/199>



## **XI. ANEXOS**

**Anexo No. 1 Formato de registros de toma de muestras en finca**

**FORMATO DE REGISTROS EN FINCA**

Finca: \_\_\_\_\_

Fecha	No. Vacas en Ordeño	Hora Inicio Ordeño	Hora Final Ordeño	No. Recipientes	Litros	Dosis Utilizada	Hora Salida Finca

Fuente: Elaboración propia

**Anexo No. 2 Formato de registros de toma de muestras en Centro de Acopio.**

**FORMATO DE REGISTROS EN CENTRO DE ACOPIO**

Fecha	Finca	Hora llega a Centro de Acopio	Temperatura (°C) Leche	Responsable toma de Muestra

Fuente: Elaboración propia

**Anexo No. 3 Formato de registros de resultados prueba de campo (CMT).**

Finca: \_\_\_\_\_  
 Propietario: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

Código	Significado
-	Negativo
T	Trazas
+	Ligeramente Positivo
++	Positivo
+++	Muy Positivo

ID vaca	Litros Producidos	No. Partos	Cuarto Anterior Derecho	Cuarto Anterior Izquierdo	Cuarto Posterior Derecho	Cuarto Posterior Izquierdo

Fuente: Elaboración propia

## Anexo No.4 Penalizaciones en leche por planta procesadora de lácteos

- **PENALIZACIONES**

- **% Sólidos Totales**

Parámetro	Precio x Litro
11.51 % - 12.00 %	Q. 4.29
11.01 % - 11.50 %	Q. 4.11
10.51 % - 11.00 %	Q. 3.92
10.01 % - 10.50 %	Q. 3.73

Fuente: Amerador, S.A

- **Por Microbiología**

Parámetro	Rango	Q. Descuento por Litro
<b>Recuento Aerobios Totales (UFC / ml.)</b>	300,001 a 1,000,000	Q. 0.15
	1,000,001 a 2,000,000	Q. 0.25
	Arriba de 2,000,001	Q. 0.35
<b>E. Coli (UFC / ml.)</b>	301 a 1,000	Q. 0.15
	1,001 a 2,000	Q. 0.25
	> a 2,000	Rechazo
<b>Células Somáticas</b>	300,001 a 500,000	Q. 0.15
	> a 500,000	Rechazo

Fuente: Amerador, S.A

○ **Pruebas de Aceptación**

<b>Parámetro</b>	<b>Penalización</b>
<b>Alcohol</b>	Rechazo

Fuente: Amerador, S.A

○ **Por Adulterantes**

<b>Parámetro</b>	<b>Penalización</b>
<b>Cloro</b>	Rechazo
<b>Peróxido</b>	Rechazo
<b>Agua</b>	Rechazo
<b>Antibiótico</b>	Rechazo

Fuente: Amerador, S.A

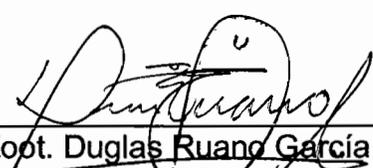
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERIOSTÁTICO EN LECHE  
CRUDA TRANSPORTADA DE FINCAS A UN CENTRO DE ACOPIO  
UTILIZANDO UN ACTIVADOR DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA**

f.   
Shirley Paola Sagastume García

f.   
Lic. Zoot. Sergio Antonio Hernández  
De la Roca  
ASESOR PRINCIPAL

f.   
M.A. Carlos Enrique Corzantes  
Cruz  
ASESOR

f.   
Lic. Zoot. Douglas Ruano García  
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f.   
MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
DECANO

