

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

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE PRODUCIDA
POR MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE
LAS VERAPACES -APROLEVE-**



CARLOS EDUARDO ESTRADA NICOL

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2010

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

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE PRODUCIDA
POR MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE
LAS VERAPACES -APROLEVE-**



CARLOS EDUARDO ESTRADA NICOL

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2010

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

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA
LECHE PRODUCIDA POR MIEMBROS DE LA
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE LAS
VERAPACES -APROLEVE-**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

CARLOS EDUARDO ESTRADA NICOL

Al conferírsele el Título Académico de

Licenciado en Zootecnia

Guatemala, Agosto del 2010

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

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Med. Vet. Leonidas Ávila Palma
SECRETARIO	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I	Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras
VOCAL II	MSc. MV. Fredy Rolando González Guerrero
VOCAL III	Med. Veet. y Zoot. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV	Br. Set Levi Samayoa López
VOCAL V	Br. Luis Alberto Villeda Lanuza

ASESORES

Lic. Zoot. MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez

Licda. Zoot. MSc. Silvia María Zea de Ortiz

Ing. Agr. Francisco José Olivet Torres

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS
ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA, SOMETO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES
EL PRESENTE TRABAJO TITULADO:

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA
LECHE PRODUCIDA POR MIEMBROS DE LA
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE LAS
VERAPACES -APROLEVE-**

QUE FUERA APROBADO POR LA HONORABLE JUNTA
DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TITULO
PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS: Jefe Supremo que me permitió abrirme camino a este momento tan preciado de mi vida.

A MIS PADRES: Dr. Jacinto Estrada Sanabria (QEPD) y Sra. Silvia Nicol Nájera de Estrada (QEPD), quienes siempre me apoyaron en todas las etapas de mi vida, dándome la oportunidad de estudiar y confiar en mi, por sus esfuerzos, sacrificios y apoyo sin límite.

A MI ESPOSA: Irene, quien me ha dado su apoyo y amor incondicional, motivando e incentivando a seguir adelante con la promesa que tenía pendiente a mis padres, convirtiéndose en el pilar de esta tesis.

A MIS HIJOS: Maria Conchita y Luis Jacinto, con quienes comparto mis logros y que vean que nunca es tarde para empezar y se motiven y esfuercen cada día más en salir adelante.

A MIS HERMANOS: Rony, Luis, Rodol, Mauri, Marlene (QEPD), y Amparo por motivarme y alentarme a concluir con esta Tesis.

A MIS PRIMOS: Byrón y Juanfran, por su apoyo.

A MI BUEN AMIGO: Francisco Olivet, quien hizo posible este trabajo gracias a su valiosa asesoría la cual me permitió concluir exitosamente la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

A: Mis asesores Lic. Zoot. Carlos Saavedra, Licda. Zoot. Silvia Zea e Ing. Agr. Francisco Olivet, por su valiosa colaboración, conocimientos aportados y apoyo brindado.

A: Mis padrinos, Licda. Irene Matheu Pastorio, Ing. Agr. Luís Roberto Estrada Nicol, Lic. Rodolfo Estrada Nicol, e Ing. Civil Juan Francisco Estrada Duteil.

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Escuela de Zootecnia, por ser mi casa de estudios profesionales.

A: Claustro de Catedráticos de la Escuela de Zootecnia por su apoyo brindado.

A: La Cámara de Productores de Leche de Guatemala (CPLG) por su colaboración.

A: A los miembros del Proyecto de Asistencia Técnica a la Cadena Láctea (ATCL), por su valiosa información y aportación al presente proyecto.

A: Todos los miembros de la Asociación de Productores de Leche de las Verapaces (APROLEVE) que participaron en el presente estudio y que muy amablemente brindaron su colaboración en pro del mejoramiento y fortalecimiento de la asociación.

A: Las plantas procesadoras de Lácteos por su apoyo brindado en el diagnóstico de la calidad de la leche de los miembros de la asociación.

Y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a este logro.

GRACIAS

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HIJOS

A MI ESPOSA

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A LOS PRODUCTORES DE LECHE DE LA APROLEVE

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A MIS CATEDRÁTICOS Y AMIGOS

A MIS ASESORES

Lic. Zoot. Carlos Saavedra

Licda. Zoot. Silvia Zea

Ing. Agr. Francisco Olivet

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DESINTERESADAMENTE ME
BRINDARON SU AYUDA Y COLABORACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE
ESTE TRABAJO.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específico	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Requisitos físico-químicos de la leche.....	4
3.2 Calidad bacteriológica de la leche	4
3.3 Bacterias totales	5
3.4 Recuento de células somáticas	6
3.5 Sólidos totales y sólidos grasos.....	6
3.6 Situación microbiológica de la leche fresca en Guatemala y el sitio de estudio	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1 Localización	9
4.2 Materiales y equipo	9
4.3 Manejo del estudio	9
4.4 Análisis estadístico.....	11
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
5.1 Calidad microbiológica	12
5.1.1 Recuento total de bacterias	12
5.1.2 Recuento de <i>coliformes totales</i>	13
5.1.3 Recuento de <i>Escherichia coli</i>	14
5.1.4 Recuento de células somáticas	15
5.1.5 Prueba de antibiótico	16
5.2 Calidad composicional	17
5.3.1 Sólidos totales.....	17
5.3.2 Otros parámetros físicos y químicos.....	19
VI. CONCLUSIONES	21
VII. RECOMENDACIONES	23
VIII. RESUMEN	24
IX. BIBLIOGRAFÍA	26
X. ANEXOS.....	28

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos físico-químicos para la leche cruda	4
Tabla 2: Clasificación de tipo de Leche según COGUANOR 34040.....	5
Tabla 3: Normas Maga según Acuerdo Gubernativo No. 147-2002	6
Tabla 4: Efectos del Alto Recuento de Células Somáticas en la Leche.....	7
Tabla 5: Parámetros utilizados por COGUANOR, MAGA y 2 industrias lácteas nacionales para la determinación de la calidad de la leche en Guatemala.....	11
Tabla 6: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento total de bacterias ufc/ml realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	13
Tabla 7: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento de coliformes totales realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	14
Tabla 8: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento Escherichia coli realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	15
Tabla 9: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento de células somáticas realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	16
Tabla 10: Clasificación de la leche de acuerdo a la prueba de antibiótico realizada en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	17
Tabla 11: Clasificación de la leche de acuerdo al análisis de sólidos totales realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	19
Tabla 12: Clasificación de la leche de acuerdo a otros parámetros físicos y químicos realizados en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.....	20

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recuento total de bacterias, Guatemala, Septiembre 2009.....	31
Anexo 2. Recuento total coliformes, Guatemala, Septiembre 2009.....	32
Anexo 3. Análisis de sólidos totales, Guatemala, Septiembre 2009	32

I. INTRODUCCIÓN

El papel de la ganadería es importante por la provisión de empleos en la producción, la cosecha, el procesamiento, el transporte y el comercio de los productos rurales. Sólo la Cadena Láctea ocupa 300,000 puestos de trabajo directo e indirecto, generando divisas por Q13.200.000.000/año¹. Adicionalmente, los productos de la ganadería proveen un suplemento nutricional esencial a la ingesta diaria de alimentos del pueblo guatemalteco.

Durante las últimas dos décadas la producción lechera de Guatemala ha experimentado algunas variaciones positivas y negativas y los productores de leche del país han sufrido cambios en su ambiente de trabajo. La creciente importación de leche y productos derivados ha generado una competencia de precios que el sector no ha sido completamente capaz de asimilar. Los cultivos de corto plazo, principalmente caña de azúcar y maíz, han mejorado su competencia económica, lo cual ha conducido al cambio de uso de los suelos más fértiles, de ganadería a agricultura, generando una mayor dispersión en cuanto al asentamiento de las fincas lecheras.

El sector de la lechería se enmarca en el sector agrícola en Guatemala que ha sido y sigue siendo importante en particular en los siguientes tres aspectos:

Económico; por su aporte al Producto Interno Bruto –PIB- 3.34% en el año 2007(2), destacando su contribución a la captación de divisas, así como por la generación de empleo (42.1% de la población económicamente activa obtiene sus ingresos del agro; 62.5% de ellos de los cultivos y 37.5% de la ganadería).

Social; por su relación estrecha con el área rural donde se localiza la población con elevados índices de pobreza y pobreza extrema (57% de la población que se dedica a la agricultura), considerados como población vulnerable a la inseguridad alimentaria.

Ambiental; por su relación con el manejo eficiente de los recursos naturales renovables del país.

De acuerdo al censo agropecuario del año 2003 existen alrededor de 16.000 establecimientos lecheros, y que actualmente están produciendo alrededor de 1.100.000 litros de leche diaria, contemplando la población actual del país, existe una disponibilidad real de leche por habitante/año de alrededor de 35 litros. De acuerdo a los estándares internacionales fijados por FAO/OMS, esto indicaría que Guatemala solo cubre un 20 % de las necesidades básicas sobre consumo de leche y derivados con la producción nacional actual. Es por ello que uno de los desafíos del Proyecto ATCL es fomentar el incremento en cantidad y calidad de leche fresca producida en el país, de manera que aumenten los niveles de consumo de este vital alimento, especialmente en los estratos más vulnerables de la población como son los niños (19).

¹ Datos suministrados por la CPLG

El primer eslabón de la Cadena Láctea en Guatemala se caracteriza por un número muy elevado de pequeños² y medianos³ productores, que están poco organizados y que por ende comparten muy escasas iniciativas de acción colectiva, lo cual se traduce en la utilización de ninguna o pocas tecnologías de producción y en un peso relativo muy bajo en el mercado. En este último aspecto destaca las condiciones de producción y la tecnología utilizada para la obtención de leche higiénica con estándares requeridos tanto por los organismos oficiales del estado como de la industria lechera nacional. Entre los factores que puede afectar la calidad y por lo tanto los estándares exigidos encontramos: a) el animal propiamente dicho; b) el ambiente; c) equipo de ordeño, utensilios y recipientes; c) del ordeñador; y d) disponibilidad de agua, electricidad y transporte.

En este sentido, los estándares se orientan a la obtención de leche de buena calidad y se entrelazan con uno de los objetivos de la actividad zootécnica que consiste en la producción abundante de alimentos de buena calidad y bajo costo.

Estos aspectos coadyuvan para la obtención de un producto de buena calidad, que como característica sui géneris muestra una alta propensión a contaminarse debido, entre otras causas, a la riqueza y proporción de sus componentes y a la manipulación de que es objeto desde su obtención hasta su consumo.

En este contexto encontramos que la producción primaria del sector requiere de información que le permita superar los problemas locales de la producción y de la agroindustria lechera y enfrentar exitosamente los desafíos de la comercialización de los productos y subproductos de la ganadería de leche, tanto a nivel nacional, regional como internacionalmente.

Este estudio surge por inquietud de la Asociación de Productores de Leche de las Verapaces (APROLEVE) con la finalidad de conocer las condiciones higiénicas de las fincas y la calidad higiénica de la leche producida por los miembros localizados en Alta y Baja Verapaz.

La información en la presente investigación se fundamenta en la obtención del análisis microbiológico para determinar bacterias totales (UFC/ml), coliformes totales (UFC/ml), *Escherichia coli*(UFC/ml), y Células somáticas (UFC/ml). La información a obtener pretende demostrar que la leche de 13 productores ubicados en los municipios de Salamá y Purulhá –Baja Verapaz- y Santa Cruz –Alta Verapaz-, socios de APROLEVE, cumplen con los estándares y/ó normas oficiales y de la industria privada del país.

² Se interpreta que pequeño productor es aquel que produce principalmente para subsistencia y que el excedente que comercializa no le permite tener los ingresos suficientes para tecnificar su explotación lechera.

³ Produce principalmente para comercializar y los ingresos obtenidos si le permiten tecnificar su explotación lechera.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Generar información sobre la calidad de la leche producida en las fincas de Alta y Baja Verapaz.

2.2 Objetivos Específico

- Determinar la calidad microbiológica de la leche en términos de bacterias totales (UFC/ml), *coliformes totales* (UFC/ml), *Escherichia coli* (UFC/ml), y células somáticas (cel/ml).
- Determinar la calidad de leche en términos de sólidos totales.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

La calidad de la leche es uno de los pilares fundamentales de una industria lechera desarrollada y comprende ganado sano bien alimentado y criado, leche con una capacidad de conservación adecuada para su transporte a la industria, y composición óptima. Las citadas cualidades se definen a continuación.

3.1 Requisitos físico-químicos de la leche

En cada centro de acopio, planta procesadora artesanal e industrial en forma general existen normas con el propósito de obtener leche fluida de alta calidad.

En la siguiente tabla se detallan los requisitos mínimos rutinarios de valores físico-químicos aceptables de la leche cruda previos a su respectivo análisis microbiológico.

Tabla 1: Requisitos físico-químicos para la leche cruda

Requisitos	Límites
Olor y Sabor	Agradable
Materia Grasa, g/100g	Mínimo 3.0 de leche Integral
Densidad Relativa, g/ml	1.028 a 1.034
pH	6.6 a 6.8
Acidez Titulable, g ácido lácteo/100ml	0.14 a 0.18 grados dornick
Proteínas, g/100g	Mínimo 2.9
Fuente: John C. Bruhn, Extension Food Technologist, U.C.-Davis.	

3.2 Calidad bacteriológica de la leche

El contenido microbiano de la leche cruda dice mucho de su calidad. Está en función por una parte, de la higiene mantenida en el proceso de obtención de la leche, es decir la limpieza de las instalaciones de ordeño, de las condiciones de almacenamiento y del transporte y, por otra, del estado sanitario de la vaca, especialmente de la ubre (18).

La leche obtenida de una vaca sana contiene entre 100 y 10,000 gérmenes por ml., la población media 1,000 ml. Durante el ordeño las primeras fracciones de leche están generalmente más contaminadas que el resto; la leche del final del ordeño puede ser 5 veces menor que la del principio; por lo que el canal del pezón puede ser una importante fuente de contaminación (1,19).

Algunas decenas de miles de gérmenes por ml. llegan a la leche procedentes del ambiente que rodea al animal (aire, alimento, estiércol, etc.) y la presencia de otra decenas de miles y hasta millones de gérmenes se debe a una insuficiente limpieza del ordeñador, las instalaciones de ordeño, de las tuberías y de los medios de transporte. Si se mantiene la temperatura de la leche a la temperatura a la cual sale de la ubre, se observa, que a los 20-40 minutos ya se ha doblado el número de gérmenes. Por esta razón es más conveniente mantener una temperatura de almacenamiento de 4°C (17).

3.3 Bacterias totales

La Comisión Guatemalteca de Normas, establece que la leche fresca de vaca se clasificará, según sus características microbiológicas en las siguientes clases (3)

Tabla 2: Clasificación de tipo de Leche según COGUANOR 34040

Características microbiológicas	Clase A	Clase B
Número de microorganismos no patógenos por centímetro cúbico, inmediatamente antes de la pasteurización, máximo	400,000	1,000,000

Fuente: Normas COGUANOR 34040

Por su parte el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación a través del Acuerdo Gubernativo No. 147-2002 (19), mediante el cual se establecen normas para la inocuidad, pasteurización y rehidratación de la leche, comercialización de los productos lácteos, su empaque y etiquetado, así como las contravenciones y sanciones por su incumplimiento, en su artículo número 7, se establece el sistema de pago, con el objeto de incentivar a los productores para que provean con calidad higiénica y abastezcan los volúmenes de leche fluida requeridos por la industria. Para el caso de la calidad higiénica se especifica el pago como una bonificación que ha de aplicarse para estimular el abastecimiento de leche fluida con calidad higiénica, el cual será adicional a lo establecido como precio base de litro de leche. Este pago ha de aplicarse por tipo de leche según la siguiente escala de análisis microbiológicos:

Tabla 3: Normas MAGA según Acuerdo Gubernativo No. 147-2002

UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA	CALIDAD HIGIENICA DE LA LECHE			
	GRADO			
	A	B	C	D
< a 400000 UFC/ml	X			
> de 400000 pero < a 1000000 UFC/ml		X		
> de 1000000 pero < a 3000000 UFC/ml			X	
> de 3000000 UFC /ml				X
Nota: La leche grados "C" y "D" no estará sujeta a bonificación, y a discreción de cada industria procesadora podrá ser sujeta de un descuento del precio base.				

Fuente: Acuerdo Gubernativo No. 147-2002

3.4 Recuento de células somáticas

Las células somáticas son leucocitos o glóbulos blancos en la sangre que pasan a la leche en respuesta a una lesión sufrida en la glándula mamaria. El recuento de las células somáticas (RCS) estima la inflamación de la glándula mamaria. El RCS cuenta el número de macrófagos, linfocitos y neutrófilos que pasan a la leche como consecuencia de la infección. Una inflamación de la glándula mamaria por leve que esta sea va a repercutir negativamente en la producción. Además la presencia de antibióticos, contaminación bacteriana o de un RCS alto afecta negativamente a la calidad de la leche, a su estabilidad ante los tratamientos térmicos de pasteurización (3,19)

El RCS es un indicativo tanto de mastitis en un hato como de calidad de la leche. Los valores mínimos varían entre países, se considera que por arriba de 500,000 células somáticas/ml se trata de leche proveniente de vacas con alta presencia de infecciones intramamarias.

3.5 Sólidos totales y sólidos grasos

El porcentaje promedio de sólidos totales es de 12,7% representados por la grasa en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Los componentes sólidos no grasos

Tabla 4: Efectos del Alto Recuento de Células Somáticas en la Leche

Factor	Normal	Alto Conteo de Células Somáticas	% Normal
Sólidos Totales	13.1	12	92
Lactosa	4.7	4	85
Grasa	4.2	3.7	88
Cloro	0.091	0.147	161
Proteína Total	3.6	3.6	100
Caseínas	2.8	2.3	82
Proteínas en Suero	0.8	1.3	162

Fuente: John C. Bruhn, Extension Food Technologist, U.C.-Davis.

representan en promedio 8,7%. El peso específico de la leche aumenta proporcionalmente con el porcentaje de sólidos no grasos y disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa. El aguado y la adición de crema tienden a disminuir esta propiedad, mientras que la separación de la grasa láctea la aumenta. La leche descremada, por lo tanto, tiene mayor densidad que la leche integral.

De acuerdo a las normas COGUANOR 34040 la leche de vaca en Guatemala no puede tener un mínimo de 11.7 expresados en porcentaje de masa. Mientras tanto, el Decreto gubernativo 147-2002 no especifica esta condición.

3.6 Situación microbiológica de la leche fresca en Guatemala y el sitio de estudio

En 1986, Bran encontró que de 55 muestras de leche cruda provenientes de los mercados de la capital, el 34.4% salieron contaminadas con *Staphylococcus sp.*, el 45.4% con *coliformes totales* y el 32.7% con *coliformes fecales*, estando fuera de la clasificación por contener más de 1×10^6 UFC/ml (3).

León (1988) estudió 120 muestras de leche fresca provenientes de expendios de Antigua Guatemala, encontrando que estaba contaminada en un 100% de bacterias *coliformes fecales* y en 60% con *Staphylococcus sp.* (11)

Linares Orozco (2008) en su estudio de tesis en lecherías de productores de Coopelac R. L., ubicados en el municipio de San José Pinula (12), encontró lo siguiente:

- Entre las condiciones higiénicas en el proceso de obtención de leche se obtuvo que el 71% de las lecherías cuentan con ordeño manual e instalaciones interiores adecuadas; solo el 14% de las lecherías cuenta con instalaciones exteriores adecuadas; ninguna de las lecherías cuentan con buenos métodos de limpieza; el 86% de los ordeñadores no han recibido capacitación de BPO; el 57% de las lecherías en estudio tienen una rutina de ordeño adecuado; el 50% de las lecherías con ordeño mecánico cumple con un manejo adecuado, solamente el 14% de las lecherías cumple con el manejo adecuado post-ordeño adecuado.
- Según el nivel tecnológico y limpieza de instalaciones y equipo para el proceso de obtención de leche se encontró que el 71% de las lecherías cuentan con ordeño manual e instalaciones interiores adecuadas.
- Se pueden observar a lo largo del estudio que la relación entre el nivel tecnológico de la lechería y la cantidad de bacterias totales al final del ordeño dependen de la implementación de las buenas prácticas de ordeño.
- El 14% de las lecherías cuentan con leche tipo Premium, el 29% cuentan con leche tipo A, el 14% leche tipo B, el 29% leche tipo C y el 14% leche fuera de clasificación.
- La cantidad higiénica de la leche según *coliformes totales* (UFC/ml) indica que el 43% de las lecherías cuentan con deficiencia de higiene en el ordeño ya que supera el límite de 1000 UFC/ml. El 29% de las lecherías no muestran presencia de *E. coli* en leche; no obstante el 14% superó el límite de *E. coli* para ingreso con bono incentivo a una de las plantas que se utilizó como referencia en el estudio. Los resultados de *S. aureus* en leche indican que el 68% de las lecherías cuentan con deficiencias de higiene en el ordeño ya que supera el límite de 1000 UFC/ml. Con respecto a células somáticas el 29% de las lecherías en estudio presentaron valores superiores al límite máximo de 300,000 cel/ml.

Wholers (2004) en la región de Tactic y Santa Cruz en Alta Verapaz; Purulhá y la Unión-Barrios en Baja Verapaz estudiando un total de 57 muestras encontró que 43 (76%) estaban fuera de clasificación de las normas COGUANOR, es decir que presentaban unidades formadoras de colonia total mayores a 1×10^6 . En el recuento de *coliformes totales* se determinó que 29 de 57 muestras (51%) estaba fuera de clasificación y con relación a recuento de *coliformes fecales* un total de 26 muestras (45%) estaba también fuera de clasificación. (21).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

El estudio se realizó en el municipio de Purulhá, departamento de Baja Verapaz, con localidades que presentan rangos de altitud de 1,400 a 1,600 msnm.; precipitación pluvial de 2,045 a 2,514 mm/año distribuidos entre junio a febrero y temperaturas de 16 a 23 °C. Según Cruz (5), corresponde a una zona de vida de “Bosque muy húmedo subtropical frío”.

4.2 Materiales y equipo

- Fincas de productores,
- Overol,
- Botas de hule,
- Guantes desechables,
- Lápiz y lapicero,
- Homogenizador de aluminio,
- Cucharón de aluminio,
- Bolsas plásticas estériles,
- Marcador indeleble,
- Ekomilk y milkscan,
- Tubos de ensayo de 15 por 150 con tapones,
- Beaker de 50 y 1000 ml,
- Gradilla de metal
- Cámara de siembra -temperatura y humedad-,
- Refrigerador,
- Hielera y hielo,
- Pipetas de 1 y 10 ml,
- Petri film,
- Microscopio,
- Fibra limpiadora,
- Papel mayordomo,
- Cloro y jabón,
- Agua destilada,
- Cámara fotográfica.

4.3 Manejo del estudio

El estudio ha sido realizado siguiendo las fases siguientes:

Fase 1. Toma de muestra:

1.1. Para análisis bacteriológico: Se tomó una muestra después de finalizado el ordeño en cada una de las salas de ordeño de los miembros de APROLEVE y dos muestras del conjunto de las muestras entregadas a la asociación (pool o mezcla de las leches de los productores de la asociación). Para la mezcla y obtención de la muestra de leche, el material utilizado fue de acero inoxidable o de aluminio, con un agitador especial y un cucharón apropiado. La cantidad de muestra fue de 250 ml. conservada de 0 a 5°C.

1.2. Para Sólidos totales: Se tomaron 3 muestras homogéneas de 150 ml del ordeño de la mañana de cada socio de APROLEVE y tres muestras del conjunto de las muestras entregadas a la asociación (pool o mezcla de las leches de los productores de la asociación)

Fase 2 Análisis Bacteriológico y de sólidos totales:

2.1. El análisis bacteriológico de la leche: Se realizó dentro de las 24 hrs. de haber tomado la muestra, manteniéndola a temperaturas no mayores de 5°C, y consistió en determinar las unidades formadoras de colonias/ml. (UFC/ml.) de bacterias totales, *coliformes totales*, de *E. coli*, y de células somáticas mediante el recuento estándar en placa. (12)

Preparación de medios: De 10-15ml de agar/placa después de fundirse en baño maría, enfriándose de 45-50°C., se trasladaron a la incubadora y luego se conservaron en refrigeración, los agares utilizados son en base al recuento: para el TBC (plate count); CCT (Mc-Conkey); CCf (ECD) y *Staphylococcus aureus* (baird parker).

Las diluciones utilizadas son: 1:1,000; 1: 10,000; 1:100,000: En una serie de placas de petri se coloca 1 ml de las diluciones de leche, se utilizaron dos placas por cada dilución, se agito suavemente cada placa, con un movimiento circular para asegurar una mezcla homogénea del medio y de la muestra. Se dejó solidificar, se invierten las placas e incubaron en esta posición a temperatura determinada de $32 \pm 1^\circ \text{C}$ por 48 hrs., luego la lectura de colonias. (12)

2.2. El análisis de sólidos totales: Se hizo mediante la toma de 3 muestras homogéneas de 150 ml del ordeño de la mañana de cada socio de APROLEVE. Las muestras fueron colocadas de manera inmediata en hieleras y transportadas a la sede de APROLEVE en Purulhá en donde una de estas fue procesada en el Ekomilk de la Cámara de Productores de Leche de Guatemala. Las otras dos muestras fueron manejadas en hieleras a temperaturas menores de 5°C y trasladadas inmediatamente a Guatemala. Una de estas muestras se llevó al Laboratorio de una empresa industrial láctea.

Fase 3. Análisis de datos: En esta fase se procedió a realizar el análisis de laboratorio para estimar la calidad microbiológica y el análisis de la calidad composicional de la leche muestreada.

Debido a que el estudio toma especificaciones de calidad bacteriológica y de sólidos totales de dos organizaciones del estado y de dos industrias lácteas nacionales el análisis de datos e información se basó en el resumen de la clasificación de leche fresca que hacen estas organizaciones de acuerdo a los parámetros siguientes: (ver tabla 5)

Tabla 5: Parámetros utilizados por COGUANOR, MAGA y 2 industrias lácteas nacionales para la determinación de la calidad de la leche en Guatemala.

Especificaciones	COGUANOR			MAGA			L ₁				L ₂			
	A	B	C	A	B	C	p	A	B	C	P	A	B	C
Recuento total de bacterias UFC/ml	$\leq 4 \times 10^5$	$\leq 1 \times 10^6$	$\geq 1 \times 10^6$	$\leq 4 \times 10^5$	$\leq 1 \times 10^6$	$\geq 1 \times 10^6$	$\leq 5 \times 10^4$	$\leq 25 \times 10^4$	$\leq 5 \times 10^5$	$\leq 75 \times 10^4$	$\leq 5 \times 10^4$	$\leq 1 \times 10^5$	$\leq 3 \times 10^5$	$\leq 1 \times 10^6$
Recuento de coliformes totales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	No aplica				No aplica			
Recuento de E. coli	NE	NE	NE	NE	NE	NE	No clasificación, castigo a partir de 250 UFC/ml				No clasificación, castigo a partir de 250 UFC/ml			
Recuento de células somáticas	Libre	Libre	Libre	NE	NE	NE	No aplica				Castigo a partir de 250			
Prueba de antibiótico	Libre	Libre	Libre	NE	NE	NE	No clasificación, no se recibe				No clasificación, no se recibe			
Sólidos totales	11.7	NE	NE	NE	NE	NE	No aplica, pago de Q 0.255 por unidad + IVA				No aplica, pago de Q 0.2912 por unidad			

Fuente: Elaboración propia a partir de especificaciones de COGUANOR, MAGA y 2 industrias nacionales.

4.4 Análisis estadístico

En el estudio se muestreó el 100% de los proveedores que entregan leche a la APROLEVE, utilizando estadística descriptiva en el análisis de la información de las lecherías y de la calidad microbiológica de la leche (promedio, desviación estándar, coeficiente de variación), generándose también tablas ilustrativas de la información obtenida.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio fue realizado y completado con un total de 13 productores de la APROLEVE y con una muestra “pool⁴” representativa de los mismos.

Con relación a la calidad es importante indicar que las normas nacionales – COGUANOR y MAGA- establecen clasificación de calidades de leche de acuerdo a las condiciones por recuento microbiológico y características físicas y químicas de la leche fresca. De esta manera COGUANOR determina hasta 400,000 UFC/ml para la leche tipo A y hasta 1,000,000 de UFC/ml para la leche tipo B. Mientras que el MAGA establece hasta 400,000 para la leche tipo A (igual que COGUANOR); de 400,000 hasta 1,000,000 UFC/ml para la leche tipo B (igual que COGUANOR); de 1,000,000 a 3,000,000 UFC/ml para la leche tipo C y mas de 3,000,000 UFC/ml para la leche tipo D. (ver tabla 5)

A continuación se presentan y analizan los resultados de acuerdo a los aspectos microbiológicos y composicionales de la leche estudiados:

5.1 Calidad microbiológica

5.1.1 Recuento total de bacterias

En la tabla 5 podemos observar que en el análisis de clasificación de acuerdo a especificaciones de las normas gubernamentales COGUANOR y MAGA se corresponden de manera similar y que, de las 12 leches de finca muestreadas, 11 muestras presentan recuentos que clasifican a la leche como tipo A (menor de 400,000 bacterias ufc/ml); 1 muestra se clasifica como tipo B (mayor de 400,000 y menor de 1,000,000 de bacterias ufc/ml); y 1 una muestra presenta un recuento superior que hace que la leche fresca de esta finca sea inaceptable para el consumo humano. Por otra parte, notamos que a pesar que en el pool 11 muestras son tipo A, 1 tipo B y 1 (MNPC⁵), el efecto de la incorporación de la esta última muestra del productor 12, con recuento de muestra de muy numerosa para contar, hace que el *pool* de la asociación se convierta en leche tipo B.

Por su parte, el análisis de clasificación de acuerdo a las especificaciones de dos industrias lácteas nacionales se encuentra de la siguiente manera:

- i) El laboratorio de la industria¹ clasifica la leche de 4 fincas como *primum*, 3 como tipo A, 1 como tipo B, 4 como tipo C, una rechazada por recuento muy numerosa para contarla y el pool como tipo C; y

⁴ Muestra de leche obtenida de la mezcla o combinación de las 13 muestras de los productores muestreados en el estudio.

⁵ Muestra no apta para consumo.

- ii) ii) El laboratorio de la industria 2 clasifica 5 leches como *premium*, 3 como tipo A, 4 como tipo B, una rechazada por recuento como muy numerosa para contarla y el pool como tipo B. (ver tabla 6)

Mediante el análisis de estadística descriptiva encontramos la siguiente información en los laboratorios 1 y 2, respectivamente: promedios de 171,750 y 193, 786, lo cual lo ubica como leche tipo A para las normas gubernamentales y de las dos industrias lácteas nacionales del estudio; la desviación estándar en 171,579.62 y 173,280.20 y los coeficientes de variación en 99 y 89%. Es importante indicar que estos últimos valores son debido a que el análisis está diseñado para realizar estadística descriptiva. (ver anexo 1)

Tabla 6: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento total de bacterias UFC/ml realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Recuento total de bacterias UFC/ml		Clasificación de leche de acuerdo especificaciones de organizaciones gubernamentales y privadas			
	L ₁	L ₂	COGUANOR	MAGA	L ₁	L ₂
1	450,000	475,000	B	B	C	B
2	360,000	400,000	A	A	C	B
3	160,000	180,000	A	A	B	A
4	17,000	40,000	A	A	Prim	Prim
5	310,000	340,000	A	A	C	B
6	71,000	110,000	A	A	A	A
7	11,500	32,000	A	A	A	Prim
8	40,000	65,000	A	A	Prim	Prim
9	85,000	100,000	A	A	A	Prim
10	380,000	395,000	A	A	C	B
11	20,000	42,000	A	A	Prim	Prim
12	MNPC	MNPC	MPC	MNPC	MNPC	MNPC
13	80,000	104,000	A	A	A	A
POOL	420,000	430,000	B	B	C	B

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

5.1.2 Recuento de coliformes totales

En el recuento de *coliformes totales* no aplica ninguna especificación para la clasificación de la leche fresca, tanto en las especificaciones de las normas gubernamentales como de las de las industrias lácteas del sector privado. Por su parte, el Reino Unido indica que los recuentos de *coliformes* (CC) deben ser de menos de 25 UFC/ml. de leche, aunque los valores hasta 50 UFC/ml. son aceptables.

Visto lo anterior, podemos decir que de acuerdo a la normativa nacional no existe clasificación ni penalización para las leches tanto en las especificaciones gubernamentales como en las privadas. Sin embargo, es importante aclarar que si existe para *E. coli* lo cual se discutirá adelante. (ver tabla 7)

El análisis estadístico, mostró la siguiente información en los laboratorios 1 y 2, respectivamente: promedios de 1,603.85 y 1,264, lo cual los ubicó en valores por encima de los parámetros aceptados en el Reino Unido y que en Guatemala no son considerados por las normas COGUANOR ni por los laboratorios de las industrias involucradas en el estudio; la desviación estándar en 1,264 y 1,277.44 y los coeficientes de variación en 79 y 78%. Nuevamente, se aclara que el comportamiento de los altos coeficientes de variación es debido a que se trata de análisis con estadística descriptiva. (ver anexo 2)

Tabla 7: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento de *coliformes totales* realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Recuento total de coliformes totales UFC/ml		Clasificación de leche de acuerdo especificaciones de organizaciones gubernamentales y privadas			
	L ₁	L ₂	COGUANOR	MAGA	L ₁	L ₂
1	700	750	No aplica			
2	1,900	1,900				
3	1,000	1,100				
4	100	100				
5	2,000	2,100				
6	500	550				
7	3,750	3,800				
8	1,700	1,700				
9	1,000	1,000				
10	1,300	1,350				
11	500	550				
12	MNPC	MNPC				
13	2,000	2,000				
POOL	4,400	4,500				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

5.1.3 Recuento de *Escherichia coli*

En el recuento de *E. coli* no aplica ninguna especificación para la clasificación de la leche fresca, tanto en las especificaciones de las normas gubernamentales como de las de

las industrias lácteas del sector privado. Sin embargo, en las dos industrias lácteas en las que se analizaron las muestras se pudo determinar que se establecen penalizaciones económicas y hasta el rechazo por la presencia de este patógeno de Q.0.15 hasta 250 ufc/ml y de Q.0.20 hasta 1,000 UFC/ml, en el primero, y de Q.0.10 y Q.0.10 y Q.0.15 de igual manera en el segundo.

Visto lo anterior, podemos decir que de acuerdo a la normativa nacional gubernamental no existe clasificación ni penalización para la leche. Sin embargo, en el sector privado si se establecen penalizaciones por la presencia de este microorganismo.

El recuento realizado en los dos laboratorios de la industria láctea nacional mostro que todas las muestras presentan recuentos menores de 100 ufc/ml, por lo que no son sujetas de ninguna penalización y por lo tanto se encuentran en los rangos aceptables.

Tabla 8: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento *Escherichia coli* realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Recuento total de <i>E. coli</i> UFC/ml		Clasificación de leche de acuerdo especificaciones de organizaciones gubernamentales y privadas			
	L ₁	L ₂	COGUANOR	MAGA	L ₁	L ₂
1	<100	<100	No aplica			
2	<100	<100				
3	<100	<100				
4	<100	<100				
5	<100	<100				
6	<100	<100				
7	<100	<100				
8	<100	<100				
9	<100	<100				
10	<100	<100				
11	<100	<100				
12	<100	<100				
13	<100	<100				
POOL	<100	<100				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

5.1.4 Recuento de células somáticas

En el recuento de células somáticas no aplica ninguna especificación para la clasificación de la leche fresca, tanto en las especificaciones de las normas gubernamentales como de las de las industrias lácteas del sector privado y en la industria

láctea 1 del sector privado. Sin embargo, en la industria 2 se pudo determinar que se establecen penalizaciones económicas de Q.0.10/litro arriba de 300,001 UFC/ml y hasta el rechazo por recuentos mayores de 500,001 UFC/ml.

Visto lo anterior, podemos decir que de acuerdo a la normativa nacional gubernamental no existe clasificación ni penalización para la leche. Sin embargo, en el sector privado encontramos las dos modalidades; tanto las que no clasifican ni penalizan como también las que no clasifican pero si se establecen penalizaciones por la presencia de células somáticas

El recuento realizado en los dos laboratorios de la industria láctea nacional se estableció que todas las muestras no presentan presencia de células somáticas.

Tabla 9: Clasificación de la leche de acuerdo al recuento de células somáticas realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Recuento de células somáticas		Clasificación de leche de acuerdo especificaciones de organizaciones gubernamentales y privadas			
	L ₁	L ₂	COGUANOR	MAGA	L ₁	L ₂
1	NEG	NEG	No aplica			
2	NEG	NEG				
3	NEG	NEG				
4	NEG	NEG				
5	NEG	NEG				
6	NEG	NEG				
7	NEG	NEG				
8	NEG	NEG				
9	NEG	NEG				
10	NEG	NEG				
11	NEG	NEG				
12	NEG	NEG				
13	NEG	NEG				
POOL	NEG	NEG				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

5.1.5 Prueba de antibiótico

La presencia de antibióticos no aplica ninguna especificación para la clasificación de la leche fresca, tanto en las especificaciones de las normas gubernamentales como de las

de las industrias lácteas del sector privado. Sin embargo, la presencia de antibióticos si es determinante para la aceptación o no para consumo humano, por parte de la normativa gubernamental como de las industrias lácteas nacionales. En este sentido, la Norma COGUANOR establece que debe estar libre de presencia de antibióticos mientras que la Norma del MAGA no establece especificación. Por su parte, las dos industrias lácteas nacionales en el estudio no aceptan ninguna leche con presencia de antibióticos.

Visto lo anterior, podemos decir que de acuerdo a la normativa nacional gubernamental no existe clasificación pero si penalización para la leche con presencia de antibióticos. De igual manera las industrias nacionales del estudio rechazan cualquier leche con presencia de éstos.

El análisis realizado para presencia de antibióticos en los dos laboratorios de la industria láctea nacional muestra que todas las muestras no presentaron presencia de antibióticos y por lo tanto están aptas para consumo y pueden ser aceptadas por la industria nacional, como se muestra a continuación.

Tabla 10: Clasificación de la leche de acuerdo a la prueba de antibiótico realizada en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Prueba de antibiótico		Clasificación de leche de acuerdo especificaciones de organizaciones gubernamentales y privadas			
	L ₁	L ₂	COGUANOR	MAGA	L ₁	L ₂
1	NEG	NEG	No aplica			
2	NEG	NEG				
3	NEG	NEG				
4	NEG	NEG				
5	NEG	NEG				
6	NEG	NEG				
7	NEG	NEG				
8	NEG	NEG				
9	NEG	NEG				
10	NEG	NEG				
11	NEG	NEG				
12	NEG	NEG				
13	NEG	NEG				
POOL	NEG	NEG				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

5.2 Calidad composicional

5.3.1 Sólidos totales

Para el caso de sólidos totales las especificaciones de las normas COGUANOR y MAGA así como las de las dos industrias lácteas nacionales del estudio no determinan parámetros o rangos para la clasificación de leches por sólidos totales. Sin embargo, COGUANOR establece que la leche cruda de vaca debe poseer 11.7% para consumo humano directo y deja abierta para la industria la cantidad de sólidos que convenga el productor con ésta. Por su parte el MAGA no determina ningún parámetro para consumo humano directo y en el caso de las industrias lácteas indica que deben de ser éstas con los productores los que fijen el precio por % de sólidos totales de las leches que compren.

Por su parte, las dos industrias lácteas involucradas en el estudio no especifican contenidos de sólidos totales para clasificar la leche que compran; sin embargo, establece la primera industria un pago de Q 0.2856 por cada unidad porcentual de sólidos totales y la segunda industria Q 0.2912.

Los resultados de los análisis de la leche de las 13 muestras (12 fincas y el pool) demostraron que únicamente la muestra de la finca del productor número 5 se encontró ligeramente por debajo del límite inferior establecido por la Norma COGUANOR. Las restantes muestras de las fincas de los 12 productores restantes y la del pool sobrepasaron este límite. (ver tabla 11)

El análisis estadístico, mostró la siguiente información en los laboratorios 1 y 2, respectivamente: promedios de 12.65% y 12.71%, lo cual los ubicó en valores superiores al 11.7% de la norma gubernamental de COGUANOR; la desviación estándar en 0.7 y 0.67 y los coeficientes de variación en 5.54 y 5.29%. Para este caso, se encontró bajas desviaciones estándar y coeficientes de variación ya que se trata de números pequeños y muy uniformes. (ver anexo 3).

Tabla 11: Clasificación de la leche de acuerdo al análisis de sólidos totales realizado en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Medición de sólidos totales %		Clasificación de leche de acuerdo especificaciones de organizaciones gubernamentales y privadas			
	L ₁	L ₂	COGUANOR	MAGA	L ₁	L ₂
1	12.34	12.45	No aplica			
2	12.66	12.70				
3	13.49	13.50				
4	12.23	12.35				
5	11.5	11.60				
6	12.67	12.75				
7	12.97	13.05				
8	11.05	11.20				
9	13.09	13.15				
10	13.56	13.60				
11	13.13	13.20				
12	13.04	13.15				
13	12.56	12.60				
POOL	12.77	12.70				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

5.3.2 Otros parámetros físicos y químicos

En el estudio se analizaron adicionalmente otros parámetros físicos y químicos a los sólidos totales, que aunque no son determinantes en la calidad higiénica o composicional de la leche, si están relacionadas con ambas.

Con relación a estos parámetros en las normas COGUANOR establece para acidez el parámetro menor a 0.18 ó 18%; 3.2% para materia grasa ó sólidos grasos y 3.0% para proteína. No existe ninguna especificación para densidad y pH. Por su parte, en la industria 1 del estudio no se recibe leche que presente lecturas mayores al 18% de acidez. (ver tabla 12)

En los resultados obtenidos en los análisis de muestras, únicamente en la muestra del productor número 5 se encontraron lecturas de 2.64% y 2.6% para sólidos grasos en los laboratorios 1 y 2 respectivamente, mismos que se encontraron por debajo del parámetro de 3.2% permitido por la norma COGUANOR. Las muestras del pool presentaron lecturas de 3.97 y 4.0% en los laboratorios 1 y 2, respectivamente, lo cual supera los valores requeridos por COGUANOR.

En la lectura de % de proteína se encontró que también la muestra de la finca del productor número 12 presentó porcentajes por debajo del límite de 3.0% de proteína, con valores de 2.91 y 2.9%. La lectura de muestras del pool fue de 3.18 y 3.2%, lo cual supera los límites establecidos por la norma COGUANOR.

De igual manera la muestra de la finca del productor número 4 presentó un valor de lectura de 2.94, inferior al establecido por COGUANOR. La muestra global del pool presentó valores de 3.18 y 3.2 lo que la hace aceptable para consumo humano directo y para la industria.

Tabla 12: Clasificación de la leche de acuerdo a otros parámetros físicos y químicos realizados en muestras de leche de fincas de productores de la APROLEVE, por dos laboratorios de la industria privada de Guatemala.

No. Productor / Pool	Densidad		% Sólidos Grasos		% Proteína		% Acidez		pH	
	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂
1	32.00	32.00	3.59	3.50	3.29	3.20	16	16	6.85	6.85
2	31.70	32.00	3.79	3.70	3.22	3.20	14	14	6.87	6.87
3	32.20	32.00	4.47	4.50	3.31	3.30	16	16	6.88	6.88
4	32.90	33.00	3.50	3.50	2.93	3.00	15	15	6.81	6.81
5	33.60	33.00	2.64	2.60	2.91	2.90	15	15	6.81	6.81
6	33.50	33.00	3.74	3.80	3.15	3.20	16	16	6.75	6.75
7	32.95	33.00	4.02	4.00	3.35	3.400	16	16	8.26	8.26
8	32.60	33.00	2.30	2.30	3.24	3.20	13	13	6.87	6.87
9	31.10	31.00	4.31	4.30	3.32	3.30	14	14	6.87	6.87
10	33.60	34.00	4.32	4.30	3.69	3.70	15	15	6.83	6.83
11	32.40	32.00	4.24	4.20	3.36	3.40	15	15	6.65	6.65
12	31.30	32.00	4.75	4.80	3.24	3.20	24	25	6.28	6.28
13	33.40	33.00	3.67	3.70	3.12	3.20	15	15	6.78	6.78
POOL	31.70	32.00	3.97	4.00	3.18	3.20	14	14	6.76	6.76

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los laboratorios de 2 industrias nacionales y la clasificación de tipos de leche por COGUANOR y MAGA.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las normas COGUANOR, MAGA y de 2 industrias lácteas nacionales y de los resultados de análisis de laboratorio realizado en los laboratorios de estas dos industrias para 13 muestras de leche de fincas de productores y una muestra del pool de las 13 fincas, y con base en los objetivos de la investigación planteamos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1. Con relación a la calidad microbiológica

Doce de trece productores miembros de la APROLEVE cumplen apropiadamente las especificaciones de la calidad microbiológica y por lo tanto higiénica tanto de las normas COGUANOR y MAGA como de dos de las industrias lácteas nacionales. Únicamente el productor número 12 no cumple con las especificaciones de calidad microbiológica gubernamentales y privadas indicadas.

La normativa estatal, tanto COGUANOR como MAGA, clasifican como leche tipo A a fincas de 11 miembros de APROLEVE; tipo B la leche de la finca de un miembro; y como leche no apta para consumo humano directo o para la industria a la de la finca del productor número 12. La leche del pool es clasificada como leche tipo B.

La normativa de los laboratorios de las industrias lácteas 1 y 2 involucradas en el estudio clasifican la leche de la siguiente manera, correspondientemente: 4 y 5 fincas de miembros de APROLEVE como premium; 3 y 2 como tipo A; 1 y 4 como tipo B; 4 y 0 como tipo C, y 1 y 1 como rechazada por conteo bacteriológico como MNPC. El pool es clasificado por ambas industrias como tipo B. La leche rechazada por conteo bacteriológico MNPC corresponde al productor arriba indicado.

De acuerdo a la normativa nacional y de la iniciativa privada todas las muestras de las fincas de la APROLEVE, excepto la de la finca del productor número 12, cumplen satisfactoriamente las especificaciones gubernamentales y de las 2 industrias lácteas para los recuentos *coliformes totales* y *E. coli*.

Los resultados de análisis de estadística descriptiva nos reflejan que los promedios de lecturas para recuento total de bacterias definen y clasifican a la leche de la APROLEVE y de las fincas de sus miembros como leche tipo A, excepto la de la finca del productor número 12. Con relación a *coliformes totales*, este mismo análisis nos demuestra que la leche de la APROLEVE como la de sus productores presentan promedios aceptables por la industria láctea nacional.

6.2. Con relación a la calidad por sólidos totales

De conformidad a la normativa nacional (Norma COGUANOR, ya que el MAGA no establece parámetros de calidad para sólidos totales), 12 de las 13 muestras de las fincas de productores miembros de APROLEVE (excepto la finca #5) sobrepasan el límite mínimo de 11.7% establecido para leches de consumo humano directo; por lo tanto cumplen satisfactoriamente esta norma

El análisis de estadística descriptiva demuestra que el promedio de 12.7% de sólidos totales en ambos laboratorios está por encima de 11.7% requerido por las normas nacionales.

6.3. Con relación a otras características físico - químicas

Todas las muestras de leche de fincas de miembros de APROLEVE presentan niveles superiores al límite permisible de 3.2% de sólidos grasos establecido por COGUANOR; excepto la muestra de la finca del productor número 5 que presenta lecturas inferiores. Las muestras del pool presentaron lecturas de 3.97 y 4.0% en los laboratorios de la industria láctea, lo cual supera los valores requeridos por COGUANOR.

Todas las muestras de leche de las fincas de productores miembros de APROLEVE presentan lecturas superiores al 3% de proteína –límite mínimo establecido por COGUANOR-, excepto la muestra del productor número 12. La lectura de muestras del pool también ha superado este límite.

Todas las muestras de leche de las fincas de productores de miembros de APROLEVE, excepto la muestra procedente de la finca del productor número 7, presentan valores de pH aceptables para los rangos permisibles de las industrias involucradas en la investigación.

Todas las muestras de leche analizadas, tanto de productores como del pool, dieron resultados negativos para la presencia de células somáticas como antibióticos, por lo cual cumplen con las especificaciones COGUANOR y de las industrias lácteas nacionales que realizaron los análisis.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Con relación a la calidad microbiológica

Revisar a profundidad y mejorar las condiciones higiénicas de manejo del hato en las pastorías, de la infraestructura y equipo de la sala de ordeño y de la operación del ordeño propiamente dicho del productor número 5 en particular.

Realizar una investigación de diagnóstico de la situación de las principales características en el manejo del hato, infraestructura y el ordeño del hato en las fincas de los miembros de APROLEVE.

Realizar una capacitación sobre producción y calidad higiénica de la leche y una jornada de concientización sobre producción higiénica y almacenamiento frío colectivo de la leche.

7.2. Con relación a la calidad por sólidos totales

Realizar jornadas de días de transferencia sobre calidad de la leche y nutrición del hato lechero en fincas de productores de la APROLEVE con producción de leche con calidad composicional.

7.3. Con relación a otras características físico - químicas

Se recomienda revisar en la finca del productor número 12, las causas –particularmente de nutrición del hato- por las cuales obtiene porcentajes de proteína menores de 3. De igual manera en la finca del productor número 7 las causas por las cuales obtiene pH por arriba de 7.

VIII. RESUMEN

Estrada Nicol, C. E. 2009. Diagnóstico de la calidad higiénica de la leche producida por miembros de la Asociación de Productores de Leche de las Verapaces –APROLEVE-. Tesis Lic. Zoot. USAC/FMVZ. Guatemala, Guatemala GT.31 p.

Palabras Clave: diagnóstico, calidad higiénica, calidad microbiológica, bacterias totales, *coliformes totales*, *Escherichia coli*, células somáticas.

El estudio se realizó con productores de la Asociación de Productores de Leche de las Verapaces –APROLEVE-, ubicados en la región de las Verapaces, comprendida en los departamentos Alta y Baja Verapaz en la República de Guatemala. Se realizó en fincas de los 13 productores miembros activos de la APROLEVE que se mostraron anuentes a colaborar con la aportación de las muestras y de la información necesaria para la realización del mismo.

En la investigación se planteó generar información sobre la calidad de la leche producida en las fincas de Alta y Baja Verapaz, determinando la calidad microbiológica de la leche en términos de bacterias totales (UFC/ml), *coliformes totales* (UFC/ml), *Escherichia coli* (UFC/ml), y células somáticas (cel/ml), y calidad de leche en términos de sólidos totales.

El estudio determinó que doce de trece productores miembros de la APROLEVE cumplen apropiadamente las especificaciones de la calidad microbiológica y por lo tanto higiénica tanto de las normas COGUANOR y MAGA como de las dos industrias lácteas nacionales involucradas en la investigación. Únicamente el productor número 12 no cumple con las especificaciones de calidad microbiológica gubernamentales y privadas indicadas.

Con relación a la calidad por sólidos totales, se encontró que, además de que la normativa nacional –Normas COGUANOR y MAGA- no establecen calidad para sólidos totales, 12 de las 13 muestras de las fincas de productores miembros de APROLEVE, excepto la leche de la finca del productor número 5, y la muestra del pool de productores sobrepasan el límite mínimo de 11.7% establecido para leches de consumo humano directo; por lo tanto cumplen satisfactoriamente esta norma.

SUMMARY

Estrada C. 2009. Diagnosis of hygienic quality of milk produced by members of the Association of Milk Producers Verapaz –APROLEVE-. Tesis Lic. Zoot. USAC / FMVZ. Guatemala, Guatemala GT.31 p.

Keywords: diagnosis, hygienic, microbiological quality, total bacteria, *total coliforms*, *Escherichia coli*, somatic cells.

The study was conducted with producers of the Association of Milk Producers-APROLEVE Verapaz, located in the Verapaz region, including in Alta and Baja Verapaz departments in the Republic of Guatemala. Is performed on properties of the 13 active members of the producers APROLEVE who were willing to cooperate with the contribution of samples and information needed for fulfillment.

The investigation on the quality of the milk produced on farms of Alta and Baja Verapaz was to determinate the microbiological quality of milk in terms of total bacteria (CFU / ml), total coliforms (CFU / ml), *Escherichia coli* (CFU / ml), and somatic cell count (cells / ml), and the quality of milk in terms of total solids.

The study found that twelve of thirteen members APROLEVE producers appropriately meet the specifications of the microbiological quality and therefore hygienic standards both MAGA and COGUANOR and its two national dairy industries involved in the investigation. Only the producer number 12 does not meet quality specifications set microbiological governmental and private.

With regard to the quality of total solids was found that, in addition to national regulations, standards and MAGA-COGUANOR not provide quality for total solids, 12 of the 13 samples from the farms of members APROLEVE except milk farm producer 5, and the sample pool of producers exceed the threshold of 11.7% set for direct human consumption milk, so that a satisfactory standard.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Amiot, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Trad. R. Oria Almudí. Zaragoza, ES., Acribia. p. 1-47; 112-124
2. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2007. Producto Interno Bruto de Guatemala. 2007, consultado 18 oct 2008. Disponible http://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/pib2001/3.1_PIB_por_AE_constante.pdf
3. Bran Taracena, R. A. 1986. Evaluación de algunas características organolépticas, físico-químicas y bacteriológicas en leche y sub-productos en los mercados municipales de la ciudad capital de Guatemala. Tesis Médico Veterinario. Guatemala, GT, USAC/FMVZ.
4. Comisión Guatemalteca de Normas. 1982. Leche fresca de vaca sin pasteurizar. Guatemala, COGUANOR. p. 1-6 NGO 34040
5. Cruz S, J. R. de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa. (en línea), consultado oct. 18 2004. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnología/crioscopia.htm>
7. Determinación de grasa y sólidos totales en leche y derivados (en línea), consultado oct. 18 2008. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/Solidosygrasah.htm>
8. El producto Interno Bruto. (en línea), consultado oct. 18 2008. Disponible en http://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/pib2001/3.1_PIB_por_AE_constante.pdf
9. Hurtarte, J. 2002. Determinación de los principales factores que limitan la calidad y cantidad de Leche de vaca producida en las Fincas de los Cooperativistas de Veralac R.L., Tactic, Alta Verapaz. Tesis Médico Veterinario. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 5-49
10. La leche como alimento (en línea), consultado oct. 18 2008. Disponible en http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm
11. León Barrera, J. A. 1988. Determinación del grado de contaminación por staphylococcus y bacterias coliformes en leches frescas de consumo en la ciudad de Antigua Guatemala, Sacatepéquez Guatemala. Tesis Médico Veterinario. Guatemala, GT, USAC/FMVZ.
12. Linares Orozco, M. S. 2008. Diagnóstico de la situación higiénica en lecherías de productores de COOPELAC R. L. asociadas a la Cámara de Productores de Leche,

ubicados en el municipio de San José Pinula, Guatemala. Tesis Licenciada en Zootecnia. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 33.

13. MAGA. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. GT) Acuerdo Gubernativo No. 147-2002. Normas para la inocuidad, pasteurización y rehidratación de la leche, comercialización de los productos lácteos, su empaque y etiquetado, así como las contravenciones y sanciones por su incumplimiento. Guatemala. 2002.
14. _____. Acuerdo Gubernativo No. 447-2005. Normas para la obtención de licencia sanitaria de funcionamiento de salas de ordeño, centros de acopio y medios de transporte de leche cruda. Guatemala. 2004.
15. Microbiología de la leche cruda (en línea), consultado oct. 18 2008. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/microteo.htm>
16. Producción higiénica de la leche cruda. (en línea), consultado oct. 18 2008. Disponible en http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/le_html/cap2_leche.html
17. Recuento de las células somáticas. (en línea), consultado oct. 18 2008. Disponible en <http://www.exopol.com/general/circulares/01circ.html>
18. Spreer, E. 1991. Lactología industrial. Trad. Oscar Dignoes Torres-Quevedo. Zaragoza, ES., Acribia. p.7-55
19. UNOPS-NIRAS-CPLG. Proyecto de Asistencia Técnica a la Cadena Láctea de Guatemala. Guatemala, 2007.
20. Walstra, P., Jinness, R. 1987. Química y física lactológica. Zaragoza, ES., Acribia. p.13-23
21. Wohlers de la Cruz, ER. 2004. Calidad bacteriológica de la leche de vaca, recién obtenida en fincas localizadas en el área de influencia de Veralac, R.L. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. P. 17-30.

X. ANEXOS

VALORES ESTADÍSTICOS DE LA LECHE POR PRODUCTORES.
GUATEMALA, Septiembre de 2009

Anexo 1. Lecturas individuales y del pool promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del análisis de muestras de leche de finca de productores de la APROLEVE. Guatemala, Septiembre 2009

Productor	Lecturas	
	L ₁	L ₂
1	450,000	475,000
2	360,000	400,000
3	160,000	180,000
4	17,000	40,000
5	310,000	340,000
6	71,000	110,000
7	11,500	32,000
8	40,000	65,000
9	85,000	100,000
10	380,000	395,000
11	20,000	42,000
12	MNPC	MNPC
13	80,000	104,000
14	420,000	430,000

	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación
L1	171,750	171,579.624	99.9
L2	193,786	173,280.199	89.4

Anexo 2. Lecturas individuales, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de recuento total de coliformes del análisis de muestras de leche de finca de productores de la APROLEVE. Guatemala, Septiembre, 2009.

Productor	Lecturas	
	L ₁	L ₂
1	700	750
2	1,900	1,900
3	1,000	1,100
4	100	100
5	2,000	2,100
6	500	550
7	3,750	3,800
8	1,700	1,700
9	1,000	1,000
10	1,300	1,350
11	500	550
12	MNPC	MNPC
13	2,000	2,000
14	4,400	4,500

	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación
L1	1,603.85	1,263.99	78.81
L2	1,646.15	1,277.44	77.60

Anexo 3. Lecturas individuales y pool, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación del análisis de sólidos totales de muestras de leche de finca de productores de la APROLEVE. Guatemala, Septiembre 2009

Productor	Lecturas	
	L ₁	L ₂
1	12.34	12.45
2	12.66	12.70
3	13.49	13.50
4	12.23	12.35
5	11.5	11.60
6	12.67	12.75
7	12.97	13.05
8	11.05	11.20
9	13.09	13.15
10	13.56	13.60
11	13.13	13.20
12	13.04	13.15
13	12.56	12.60
14	12.77	12.70

	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación
L1	12.65	0.701	5.54
L2	12.71	0.673	5.29