

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



**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA Y
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA
EN LOS EXPENDIOS DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL
DE RETALHULEU**

OMAR VILLATORO BARRERA

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, MARZO DE 2019

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



**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA Y PARÁMETROS
FÍSICO-QUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA EN LOS EXPENDIOS DE
LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE RETALHULEU**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

OMAR VILLATORO BARRERA

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de licenciado

GUATEMALA, MARZO DE 2019

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

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmin Adalí Sian Gamboa
VOCAL V:	Br. María Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

M.Sc. ASTRID JOHANA VALLADARES AREANO

LIC. ZOOT HUGO SEBASTIÁN PEÑATE MOGUEL

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA Y PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA EN LOS EXPENDIOS DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE RETALHULEU

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

Como requisito previo a optar al título de

LICENCIADO ZOOTECNISTA

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por ser mi fortaleza y haberme acompañado en todo el proceso de la carrera.
- A MIS PADRES:** César Augusto Villatoro Estrada y Ada Barrera Cáceres, por su apoyo incondicional y ejemplo de vida.
- A MIS HERMANOS:** Por su ayuda incondicional.
- A MI ESPOSA:** Micky Yohana e hijos, César Augusto y Mónica Adamary, la razón de mi ser y motivación constante para la culminación de este proyecto.
- A MI FAMILIA EN GENERAL:** Por su amor, cariño y el apoyo brindado.
- AL PÚBLICO PRESENTE:** Gracias por estar presente y presenciar la culminación de esta fase de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS.

A LA TRICENTENARIA UNIVERISIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA.

A MIS CATEDRÁTICOS.

A MIS ASESORES.

A MIS PADRES.

A MI ESPOSA E HIJOS.

A MI FAMILIA EN GENERAL.

A MIS AMIGOS.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	4
	2.1 General.....	4
	2.2 Específicos	4
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	3.1 La Leche.....	5
	3.2 Historia.....	5
	3.3 Consumo <i>per cápita</i> de leche en Centroamérica y Guatemala	6
	3.4 Calidad bacteriológica de la leche.....	7
	3.5 Parámetros microbiológicos. RTCA (Reglamento Técnico de Centroamérica)	8
	3.6 Recuento de células somáticas.....	9
	3.7 Sólidos totales y sólidos grasos.....	10
	3.8 Situación microbiológica de la leche fresca en Guatemala.....	11
	3.9 Que es un expendedor	11
	3.10 Origen de leche en los expendios.....	11
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
	4.1 Localización.....	12
	4.2 Equipo.....	12
	4.3 Recursos humanos.....	13
	4.4 Metodología.....	13
	4.4.1 Manejo del estudio.....	13
	4.5 Análisis microbiológico	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
	5.1 Resultados microbiológicos.....	18
	5.1.1 Recuento de bacterias totales (<i>UFC/ml</i>)	19

5.1.2 Cuadro No. 2. Recuento total de bacterias coliformes (UFC/ml) según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-.....	22
5.1.3 Cuadro No. 3. Recuento de <i>E. coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/ml)	24
5.2 Resultados físico-químicos.....	26
5.2.1 Contenido de grasa en la leche	26
5.2.2 Punto de congelación.....	28
5.2.3 Densidad (g/ml)	29
5.2.4 Sólidos no grasos.....	31
5.2.5 Contenido de proteína en la leche.....	32
5.2.6 Células somáticas	33
5.2.7 Acidez.....	34
5.2.8 Prueba de alcohol.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	38
VIII. RESUMEN.....	39
SUMMARY.....	40
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1.

Recuento de bacterias totales, análisis según COGUANOR -NORMA NGO.

34041-.....19

Cuadro No. 2.

Recuento total de bacterias coliformes según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-....22

Cuadro No. 3.

Recuento de *E. coli* y *Staphylococcus aureus* (UFC/ml).....24

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1.

Porcentaje de grasa, análisis según COGUANOR -NORMA NGO.34041-26

Gráfica No. 2.

Punto de congelación, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.....28

Gráfica No. 3.

Densidad, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-29

Gráfica No. 4.

Sólidos no grasos, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.....31

Gráfica No. 5.

Proteínas, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.....32

Gráfica No. 6.

Células Somáticas.....33

Gráfica No. 7.

Acidez, análisis según RTCA-NORMA RTCR.401-2006-34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	
Componentes de la leche y su proporción.....	6
Tabla No. 2.	
Características físicas y químicas de la leche.....	7
Tabla No. 3.	
Parámetros de la leche cruda.....	8
Tabla No. 4.	
Características físico-químicas de la leche cruda	8
Tabla No. 5.	
Límites máximos microbiológicos aceptados en leche cruda	8
Tabla No. 6.	
Efectos del Alto Recuento de Células Somáticas en la Leche.....	10
Tabla No. 7.	
Especificaciones microbiológicas de la leche cruda.....	18

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la demanda de leche y sus derivados, ha crecido y se ha diversificado, esto ha generado una competencia de precios que el sector lechero no ha sido capaz de asimilar Estrada (2010).

En varias regiones de Guatemala, la cría de bovinos, es una de las prácticas pecuarias pues beneficia personas, con sus múltiples servicios entre ellos, la producción de leche por ser uno de los alimentos más completos para el consumo del ser humano, por lo que es imperativo que se procese con calidad higiénica Estrada (2010).

El manejo incorrecto de la leche desde el momento que se extrae de la vaca y la manera como este se realice incide en el éxito productivo de cada lactancia y el beneficio económico, si no se toman en cuenta todos los factores durante el ordeño se produce una leche de mala condición, lo cual la hace de menor calidad para los clientes Estrada (2010).

El primer eslabón de la cadena láctea en Guatemala se caracteriza por un número muy elevado de pequeños y medianos 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 poca tecnología de producción y un precio relativo muy bajo en el mercado Estrada (2010).

Según cifras del Ministerio de Agricultura, la producción de leche se concentra principalmente en 4 departamentos, de los cuales está, Escuintla aporta el 18 %, Jutiapa el 13 %; Santa Rosa el 9 % y Guatemala el 6 %, MAGA (2002).

Entre los factores que pueden afectar la calidad de la leche en los hatos lecheros tenemos: a) manera del ordeño; b) frecuencia del ordeño; c) intervalo entre ordeños; d) trato al animal. La leche de vaca es un gran alimento para las personas, debiéndose consumir un alimento de alta calidad higiénica; puede consumirse también como queso, crema, requesón, helados, yogures, etc.

Entre otros factores también tenemos la influencia microbiológica de *E. coli*, la cual está muy difundida en la naturaleza y se encuentra en el tracto

intestinal humano y de los animales; es cosmopolita y se transmite por el agua y los alimentos contaminados, Merchant (1980). Muy estrechamente relacionada a esta bacteria, se encuentra el *Staphylococcus aureus*, el cual suele ser un germen patógeno para el hombre y los animales, causando gran cantidad de sustancias tóxicas por lo que la virulencia depende de las toxinas producidas; su reacción más característica es la acidificación de los medios. Suele existir en la flora bacteriana de la piel y en las mucosas del hombre y animales, ubicándose en las partes altas del aparato respiratorio humano siendo oportunista debido a que espera las condiciones adecuadas para invadir tejidos Merchant (1980).

Sin embargo, el problema de los expendios de leche, en regiones como Retalhuleu, es que según la “Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR -NORMA NGO. 34041--, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- y el Reglamento Técnico Centroamericano –RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-“, la leche en su mayoría está contaminada con bacterias y no llena los requerimientos higiénicos que exigen y no es apta para el consumo humano.

La Cámara Nacional de Productores de Leche de Costa Rica (2012) asevera que la conservación de la leche es afectada porque la industria no invierte en centros de acopio, no existen centros que formalicen la compra de leche, los sistemas de pago por calidad no están bien establecidos lo que causa una mala calidad del producto lácteo.

Consumir productos lácteos es vital durante la niñez y la juventud, y en personas de la tercera edad (más de 50-60 años) con mayor necesidad de calcio, Ingeniería Agroindustrial (2009).

En cuanto al comercio exterior, el Banco de Guatemala refiere que las exportaciones de leche y otros productos lácteos han generado US \$9 millones 982 mil, BANGUAT (2007).

El presente estudio proporciona la información necesaria para proveer a los expendedores de leche de la cabecera departamental de Retalhuleu, resultados

de laboratorio sobre la calidad de la leche que reciben de los hatos lecheros, para poder tomar decisiones y poder ofrecer un producto higiénico al consumidor; también pretende demostrar que la calidad de la leche recibida por los 11 expendios en Retalhuleu, no llena los requisitos de COGUANOR -NORMA NGO. 34041-, MAGA y RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-.

III. OBJETIVOS

2.1 General

Generar información sobre la calidad higiénica y los parámetros físico-químicos de la leche fluida bovina en los expendios de la cabecera departamental de Retalhuleu.

2.2 Específicos

- ✓ Determinar la calidad microbiológica de la leche en términos de bacterias totales (UFC/ml), coliformes totales (UFC/ml), *Escherichia coli* (UFC/ml) y *Staphylococcus aureus* (UFC/ml).
- ✓ Determinar los valores físico-químicos de la leche en términos de materia grasa (%), punto de congelación (°C), densidad (g/ml), sólidos no grasos (%), proteína (%) y recuento de células somáticas.
- ✓ Determinar la prueba de acidez y de alcohol de la leche fluida de vaca.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 La Leche

“La leche de vaca, uno de los alimentos de origen animal más consumidos tradicionalmente, y también más promocionados y recomendados, está viviendo en los últimos años una pérdida de popularidad. Mientras que unos nutricionistas la defienden firmemente, otros recomiendan que no se tome más allá de los primeros meses de vida” (Leches de animales versus leches vegetales, 2016).

Según Jarque (2011) “La leche de vaca se utiliza también en la alimentación animal y está compuesta principalmente por agua, iones (sal, minerales y calcio), glúcidos (lactosa), materia grasa y proteínas.” Hay evidencias de que, además, la leche de casi todos los mamíferos (incluidos los humanos) contiene derivados de la morfina llamados casomorfina, que se encargan de mantener cierto nivel de adicción en los lactantes para incentivar su apetito, así como de tranquilizarlos en sus primeras etapas de la nueva vida. Estas sustancias podrían explicar por qué muchas personas consumen la leche o sus derivados incluso en la edad adulta. La leche de los mamíferos marinos, como las ballenas (por ejemplo), es mucho más rica en grasas y nutrientes que la de los mamíferos terrestres.

3.2 Historia

Para Pereira y Bertorelle (2006) “El consumo humano de la leche de origen animal comenzó hace unos 11 000 años con la domesticación del ganado durante el llamado óptimo climático, este proceso se dio en especial en oriente medio, impulsando la revolución neolítica.” El primer animal que se domesticó fue la vaca, a partir del *Bos primigenius*, después la cabra, aproximadamente en las mismas fechas, y finalmente la oveja, entre 9000 y 8000 a. C.

Tabla 1: Composición química de la leche y algunos derivados por 100 gramos.

Componentes	Leche entera
Energía (Kcal)	61
Agua (g)	88
Proteína (g)	3,2
Grasa (g)	3,3
Grasa saturada(g)	1,9
Grasa monoinsaturada (g)	0,8
Grasa poliinsaturada (g)	0,2
Colesterol (mg)	10
Sodio (mg)	43
Carbohidratos (g)	4,8
Vitaminas	Vitamina B ₁₂ , Riboflavina, Vitamina A, Niacina, Vitamina B ₆
Minerales	Calcio, Zinc, Fósforo, Magnesio, Yodo

Fuente: USDA National Nutrient Reference Database for Standar Reference. Release 24 (2011), citado por Mabel Araneda (2018).

3.3 Consumo *per cápita* de leche en Centroamérica y Guatemala.

En Guatemala, el consumo *per cápita* de leche alcanza los 62 litros al año, cifra que se ha mantenido en los pasados años, a pesar de la competencia que tiene esta industria con las bebidas no alcohólicas en el mercado nacional, Diario de Centroamérica. (martes 3 de agosto de 2015).

Luis Leal, analista de Desarrollo Rural, del Instituto de Problemas Nacionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha mencionado que, en el caso de nuestro país, 1 de cada 15 habitantes tiene acceso a este producto

y el 65 por ciento es importado, Diario de Centroamérica. (martes 3 de agosto de 2015).

El consumo *per cápita* de leche y productos lácteos en los países desarrollados supera a los de América Latina, en donde la media de la población apenas consume un vaso y medio al día, Diario de Centroamérica (2015).

Según Roxana Larios (2015), el primer lugar lo ocupa Costa Rica con 199 litros de leche por habitante por año, mientras que en Guatemala el promedio es de 60 litros.

3.4 Calidad bacteriológica de la leche

Tabla 2. Características físicas y químicas de la leche

Característica	Leche entera
Grasa láctea	% mayor o igual a 3
Sólidos Totales, Mínimo %	11.0
Sólidos no Grasos, Mínimo %	8.0
Acidez expresada Como ácido láctico Mínimo %	0.13
Acidez expresada Como ácido láctico Máximo %	0.17
Cenizas, Máximo %	0.8
Proteínas (N*6,38), Mínimo %	3.0

Fuente: RTCA (Reglamento Técnico de Centroamérica).

3.5 Parámetros microbiológicos. RTCA (Reglamento Técnico de Centroamérica).

Tabla No. 3. Parámetros de la leche cruda

Leche Cruda		
Parámetro	Límite	
	Menor	Mayor
Coliformes totales	500 UFC/ml	2000UFC/ml
Coliformes fecales	10 UFC/ml	100 UFC/ml

Fuente: RTCA (Reglamento Técnico de Centroamérica).

Tabla No.4. Características físico – químicas de la leche cruda.

Características	Requisitos
Materia grasa (mínimo)	3.2%
Punto de congelación	Debajo de -0.530 °C
Densidad	1.028 – 1.034 g/ml
Sólidos No Grasos (mínimo)	8.6%
Proteínas (mínimo)	3.0%

Fuente: COGUANOR.

Tabla No.5. Límites máximos microbiológicos aceptados en leche cruda

Clasificación		ENTIDAD
Bacterias totales (UFC/ml)	COGUANOR	MAGA
Premium	50,000	-----
Tipo A	100,000	400,000
Tipo B	200,000	1,000,000
Tipo C	500,000	3,000,000
Tipo D	-----	>3,000,000

Fuente: COGUANOR y MAGA.

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

la contravenciones y sanciones por su incumplimiento, en su artículo número 7, 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 los establecidos como precio base de litro de leche; éste pago ha de aplicarse por tipo de leche según la siguiente escala de análisis microbiológicos. MAGA (2002).

3.6 Recuento de células somáticas

Para Alais, C. (1971, pág. 1.19) las células anatómicas son leucocitos o glóbulos blancos en la sangre que pasan a la leche en consulta 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 anticuerpos, contaminación bacteriana o de un RCS alto afecta negativamente a la calidad de la leche.

Para Estrada (2010) 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.

Tabla No. 6. 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: Extension Food Technologist, U.C.-Davis, citado por Estrada Nicol, 2010.

De acuerdo a las normas COGUANOR 34040 la leche de vaca en Guatemala puede tener un mínimo de 11.7 % en cuanto a la carga de células somáticas expresados en sólidos totales, aunque el Decreto Gubernativo 147-2002 no especifica esta condición, COGUANOR (2004) y Estrada (2010).

3.7 Sólidos totales y sólidos grasos

Según Estrada (2010) 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 representan en promedio un 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. La adición de agua y 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, Estrada (2010).

3.8 Situación microbiológica de la leche fresca en Guatemala

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.

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

Wholers (2004) en la región de Tactic y Santa Cruz Verapaz en Alta Verapaz; Purulhá y la Unión-Barrios en Baja Verapaz estudiando un total de 57 muestras, observó 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%) estaban fuera de la clasificación y con relación a recuento de coliformes fecales un total de 26 muestras (45%) también estaban fuera de la clasificación.

3.9 Que es un expendedor

Es la persona que se encarga de realizar pedidos de leche de vaca a los productores para abastecer al consumidor final (clientes) quienes obtienen el producto en recipientes de aluminio y plásticos como picheles y bolsas de 2 libras (0.98 kg) hasta de 25 libras u 11.33 kg.

3.10 Origen de leche en los expendios.

La procedencia de la leche de vaca es de productores de los municipios del departamento de Retalhuleu, el cual es trasladado en vehículos como motocicletas, bicicletas y pick ups; utilizando recipientes de aluminios y plásticos de diferentes tamaños según la cantidad de litros pedidos al expendedor.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

El presente estudio se realizó en la cabecera departamental de Retalhuleu, la cual posee un clima cálido todo el año con temperaturas que van de los 22 a los 34 °C.; dicha área posee una altitud media de 239 msnm., con tres zonas de vida definidas: bs-S Bosque Seco Subtropical, bh-S(c) Bosque húmedo Subtropical (Cálido), bmh-SC(c) Bosque muy húmedo Subtropical (Cálido), De la Cruz (1982).

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Microbiología y el Laboratorio de Salud Pública Veterinaria de la Escuela de Veterinaria edificio M-7, así como en el Laboratorio de Agroindustria de la Escuela de Zootecnia edificio M-6 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ciudad Universitaria zona 12 departamento de Guatemala; el estudio tuvo una duración de dos meses.

4.2 Equipo

- Expendios
- Overol
- Botas de hule
- Guantes desechables
- Lápiz y lapicero
- Homogenizador de aluminio
- Cucharón de aluminio
- Bolsas plásticas estériles
- Marcador indeleble
- “Ekomilk y Ekomilkscan”
- Tubos de ensayo de 15 por 150 con tapones
- Baker 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
- Redecilla
- Reactivos
- Contador de colonias
- Cámara fotográfica.

4.3 Recursos humanos

- Investigador
- Asesores
- Operarios Planta

4.4 Metodología:

En el presente trabajo se empleó el método de diluciones decimales para bacterias totales mientras que para la determinación de *E. coli* y coliformes se empleó el medio de cultivo Chromo Count y para las bacterias aerobias mesófilas el medio de cultivo Plaint Count. Para el *Staphylococcus aureus* se utilizó el medio Baird Parker.¹

4.4.1 Manejo del estudio:

Se tomaron 4 muestras de leche, envasándose en recipientes plásticos y de peltre estériles de 100 ml, recolectadas de 6:00 a 8:00 a.m. cada quince días, en los 11 expendedores por 2 meses; las muestras de leche se transportaron de Retalhuleu a la Ciudad Universitaria, zona 12 de Guatemala antes del mediodía, colocándolas previamente en una hielera acompañada de un termómetro para controlar que la temperatura se mantenga entre 0°C a 5 °C., como lo recomienda

¹ M.V. PhD. Jacqueline Escobar Muñoz. Coordinadora del departamento de microbiología, F.M.V.Z. (comunicación personal, 23 de octubre de 2018).

RTCA -NORMA RTCR. 401-2006- (Reglamento Técnico de Centroamérica).

El estudio se dividió en las siguientes fases:

Fase 1: Toma de muestra

Se emplearon 100 ml cada quince días por dos meses, siendo un total de cuatro muestras para cada uno de los 11 expendedores, haciendo un total de 44 muestras.

Fase 2: Análisis bacteriológico

Se obtuvieron con un cucharón de aluminio 100 ml colocándose en recipientes plásticos estériles y conservándose de 0 a 5°C para determinar las unidades formadoras de colonias/ml, (UFC/ml) de bacterias totales, coliformes totales, *Staphylococcus aureus* y *E. coli*, que se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Veterinaria.

Se recolectaron cuatro muestras de cada uno de los once expendedores. Para la obtención de las muestras de leche, el material que se utilizó fue un cucharón de aluminio.

Preparación de medios: Se utilizó de 10 a 15 ml de agar/placa después de fundirse en baño maría, se enfrió entre 45 a 50°C, se trasladó a la incubadora a 37 °C y luego se conservó en refrigeración por 48 horas, los agares fueron en base al recuento: 3 placas Petri con *Agar Plate Count* para recuento de bacterias totales y 3 placas Petri con *Agar Chromo-Count* para recuento de *E. coli* y coliformes totales, J. Escobar Muñoz ²

Las diluciones decimales se estimaron entre: 1: 1,000; 1: 10,000; 1: 100,000: y en una serie de placa de Petri se les colocó 1 ml de las diluciones de leche empleándose una placa por cada dilución en la que se agitó suavemente cada placa de Petri, con un movimiento circular para asegurar una mezcla homogénea del medio utilizando solución salina al 0.85%, utilizándose 9 ml de

² M.V. PhD. Jacqueline Escobar Muñoz. Coordinadora del departamento de microbiología, F.M.V.Z. (comunicación personal, 23 de octubre de 2018).

esta solución con 1 ml de la muestra. Se empleó agua destilada, usándose 90 ml de dicha preparación /10 ml de la muestra de leche para que las bacterias no estén desprotegidas, invirtiéndose las placas e incubándose en esta posición a temperatura determinada de 31 a 32° C por 48 horas; después se realizó el conteo colonias, según J. Escobar Muñoz, (comunicación personal, 23 de octubre, 2018)

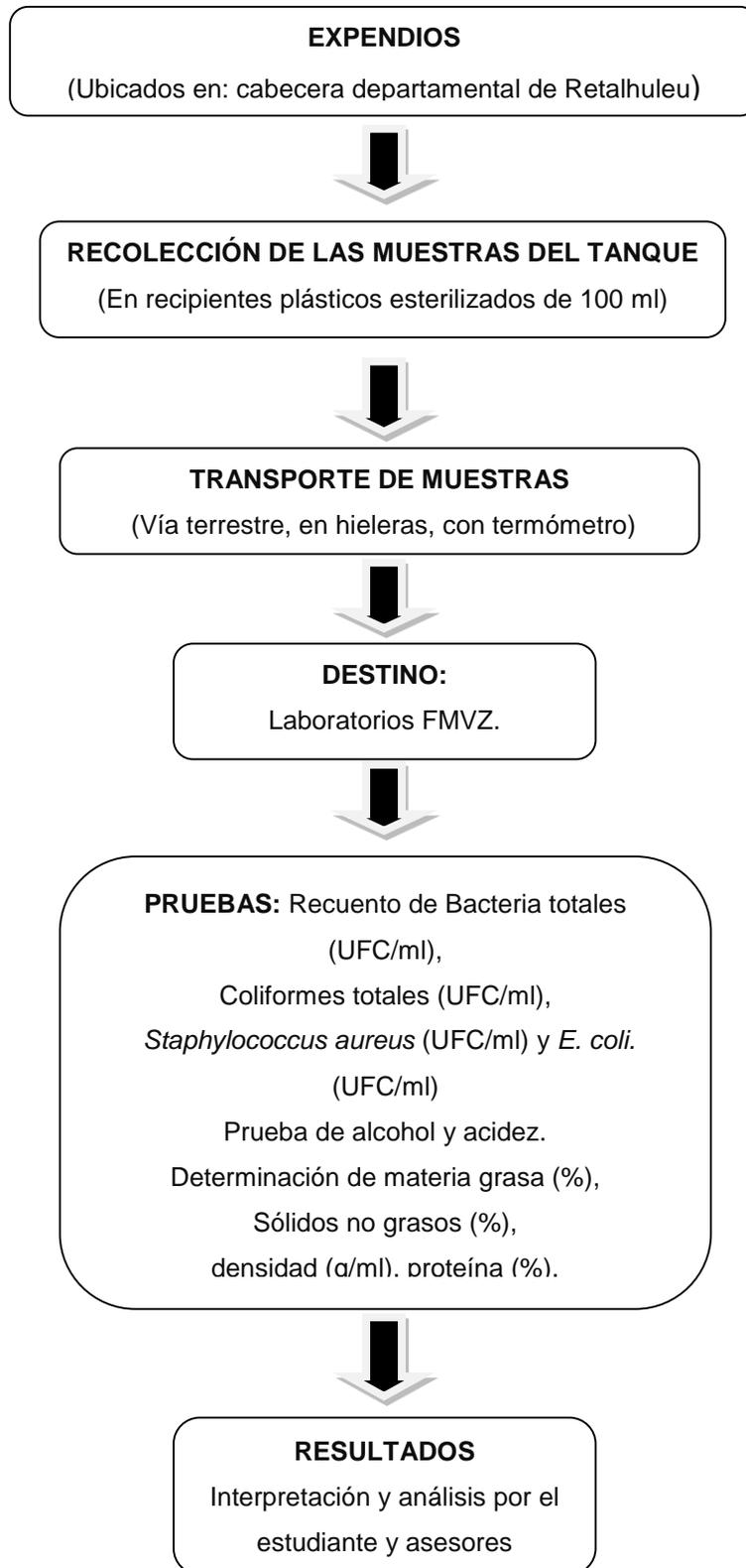
Fase 3: Sólidos totales

En 100 ml de la muestra estas fueron colocadas en frascos estériles y de manera inmediata en hieleras para su transporte, en una de estas se realizó la prueba Ekomilk para determinar el % de materia grasa, el % de sólidos no grasos, el % de proteína, densidad (g/ml) y el punto criogénico de la leche (°C). En la segunda muestra láctea también se aplicó la prueba de Ekomilk-Scan para evaluar el recuento de células somáticas en el laboratorio de Agro-Industria de la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fase 4: Pruebas de alcohol y acidez.

Las pruebas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Salud Pública Veterinaria, cada 2 ml de leche de la muestra se mezcló con 2 ml de alcohol etílico al 68%.; el resultado obtenido fue la coagulación de la leche la cual presentaba un pH ácido, de lo contrario quedaría normal; la segunda prueba fue la de acidez, se utilizó el método Manns el cual empleó 9 ml de leche de cada muestra de los expendedores del estudio, hidróxido de sodio al 0.1 normal, este último se utilizó para neutralizar el ácido de la leche agregándole fenoftaleína como indicador, el exceso de ácido hace que la leche presente un ligero color rosado en el reactivo, Judkins y Keener (1983).

FLUJOGRAMA PARA EL PROCESO DE LAS MUESTRAS.



4.5 Análisis microbiológico Se realizaron análisis de laboratorio para estimar la calidad microbiológica de la leche muestreada, para ser comparadas con los parámetros utilizados por RTCA -NORMA RTCR. 401-2006- (Reglamento Técnico de Centroamérica), COGUANOR -NORMA NGO. 34041- y MAGA.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados microbiológicos

La leche entera cruda tiende a tener actividad bacteriológica por contaminación de factores externos por lo que el análisis de estas bacterias es imprescindible para determinar su calidad higiénica, el análisis de datos e información se basó en el resumen de clasificación de leche fresca según las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041- estos son los parámetros permitidos.

Tabla No.7. Especificaciones microbiológicas de la leche cruda

Especificaciones	COGUANOR		
	A	B	C
Recuento total de bacterias UFC/ml	$\leq 4 \times 10^5$	$\leq 1 \times 10^6$	$\geq 1 \times 10^6$
Recuento de coliformes totales	NE	NE	NE
Recuento de E. coli	NE	NE	NE
Recuento de células somáticas	Libre	Libre	Libre
Prueba de antibiótico	Libre	Libre	Libre
Sólidos totales	11.7	NE	NE

Fuente: COGUANOR-NORMA NGO. 34041-

5.1.1 Recuento de bacterias totales

En el laboratorio de Microbiología se evaluaron las bacterias totales, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (UFC/ml).

Cuadro No.1. Recuento de bacterias totales, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.

Fuente: Elaboración propia

CLASIFICACIÓN COGUANOR - NORMA NGO. 34041-	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		TOTAL DE MUESTRAS	%
	EXPENDEDOR	CONTEO	EXPENDEDOR	CONTEO	EXPENDEDOR	CONTEO	EXPENDEDOR	CONTEO		
PREMIUN <50,000 UFC/ml	Exp. 1	8.000			Exp.1	4.000	Exp. 1	14.000		
							Exp. 11	28.000		
TOTAL	1	9%	0	0%	1	9%	2	18%	4	9,09%
TIPO A 50001 A 100000 UFC/ml							Exp. 7	80.000		
TOTAL	0	0%	0	0%	0	0%	1	9%	1	2,27%
TIPO B 100001 A 200000 UFC/ml	Exp. 3	104.000					Exp. 3	104.000		
TOTAL	1	9%	0	0%	0	0%	1	9%	2	4,55%
TIPO C 200001 A 500000 UFC/ml	Exp. 7	280.000								
	I	300.000								
TOTAL	2	18%	0	0%	0	0%	0	0%	2	4,55%
INCONTABLE >500001 UFC/ml	Exp. 2	1.000.000	Exp.1	8.100.000	Exp. 2	8.000.000	Exp. 2	2.850.000		
	Exp. 4	20.000.000	Exp. 2	1.200.000	Exp. 3	3.200.000	Exp. 4	15.000.000		
	Exp. 5	3.800.000	Exp. 3	30.000.000	Exp. 4	4.500.000	Exp. 5	1.000.000		
	Exp. 6	2.000.000	Exp. 4	800.000	Exp. 5	22.000.000	Exp. 6	28.000.000		
	Exp. 8	1.500.000	Exp. 5	40.000.000	Exp. 6	12.000.000	Exp. 7	700.000		
	Exp.10	80.000.000	Exp. 6	98.000.000	Exp. 7	1.900.000	Exp. 8	5.000.000		
	Exp. 11	1.000.000	Exp. 7	42.000.000	Exp.8	3.000.000	Exp. 10	100.000.000		
			Exp.8	30.000.000	Exp. 9	40.000.000				
			Exp. 9	45000000	Exp. 10	60000000				
			Exp. 10	50000000	Exp. 11	22000000				
		Exp. 11	85000000							
TOTAL	7	64%	11	100%	10	91%	7	64%	35	79,55%
							TOTAL		44	100,00%

En el cuadro No. 1, El recuento de bacterias totales según COGUANOR - NORMA NGO. 34041-, la muestra 1 representa leche tipo Premium el expendedor 1 (9.09%); de 100,001 a 200,000 UFC/ml se cataloga como tipo “B”, y en este rango estuvo el expendedor 3 (9.09%); de 200,001 a 500,000 UFC/ml se cataloga como tipo “C” estando en este rango los expendedores 7 y 9 (18.18%); de 500,001 en adelante UFC/ml se cataloga como tipo incontable encontrándose en este rango los expendedores 2, 4, 5, 6, 8, 10 y 11 (63.64%).

En relación a la muestra 2, se encontró que los 11 expendedores se clasifican de la siguiente manera según las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041-: >500,001 UFC/ml; En esta muestra ninguno de los expendedores llenó los requerimientos por lo que la leche no es apta para procesamiento o su consumo.

En cuanto a la muestra 3, se encontró que los 11 expendedores se clasifican de la siguiente manera según las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041-: <50,000 UFC/ml Se cataloga como leche tipo Premium en esta muestra el expendedor 1 (9.09%) estuvo en este rango; >500,000 UFC/ml Se describe como leche incontable, en esta muestra los expendedores de la 2 al 11 (90.91%), se encontraron en este rango y no llenan los requerimientos por lo que no es apta para procesamiento o su consumo.

En la muestra 4, se encontró que los 11 expendedores se clasifican de la siguiente manera según las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041-: <50,000 UFC/ml Se cataloga leche tipo *Premium*, en esta muestra se encuentran los expendedores 1 y 11 (18%); de 50,001 a 100,000 UFC/ml Se describe leche tipo A, el expendedor 7 estuvo en este rango (9%); de 100,001 a 200,000 UFC/ml Se clasifica como tipo B en este rango se encuentra el expendedor 3 (9%); En esta muestra los expendedores 2, 4, 5, 6, 8, 9 y 10 (64%) no llenaron los requerimientos por estar > 500,000 UFC/ml, la leche no es apta para consumo.

Las lecherías evaluadas por Quiñonez (2011) en los asociados de PETENLAC presentaron: un 25 % pertenece a leche tipo A, 42% a tipo B; 17% a tipo C y el 16% presentó un recuento incontable según COGUANOR -NORMA NGO.

34041-. En Retalhuleu el 9.09% de los expendios presentaron leche tipo Premium; el 11.36% presentan leches tipo A, B y respectivamente; mientras el 79.55% de los expendios de Retalhuleu no son aptas para consumo por tener recuento incontable de bacterias, según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.

5.1.2 Cuadro No. 2. Recuento total de bacterias coliformes según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-.

MUESTRA1			MUESTRA2			MUESTRA3			MUESTRA 4			TOTAL		
EXP.	BACTERIAS COLIFORMES	RTCA - NORMA RTCR. 401-2006- LÍMITES	EXP.	BACTERIAS COLIFORMES	RTCA -NORMA RTCR. 401-2006- LÍMITES	EXP.	BACTERIAS COLIFORMES	RTCA -NORMA RTCR. 401-2006- LÍMITES	EXP.	BACTERIAS COLIFORMES	RTCA - NORMA RTCR. 401-2006- LÍMITES			
Exp. 1	1.000	0 A 2000				Exp. 1	0	0 A 2000	Exp. 1	190	0 A 2000			
Exp. 7	300	0 A 2000				Exp. 6	1.800	0 A 2000	Exp. 7	0	0 A 2000			
Exp. 9	500	0 A 2000							Exp. 8	2.000	0 A 2000			
TOTAL	3	27%	TOTAL	0	0%	TOTAL	1	9%	TOTAL	2	18%	8	18,00%	
FUERA DE RANGO														
Exp. 2	20.000	0 A 2000	Exp.1	60.000	0 A 2000	Exp.2	200.000	0 A 2000	Exp.2	27.000	0 A 2000			
Exp.3	3.000	0 A 2000	Exp.2	340.000	0 A 2000	Exp.3	120.000	0 A 2000	Exp.3	14.000	0 A 2000			
Exp.4	30.000	0 A 2000	Exp.3	240.000	0 A 2000	Exp.4	4.000	0 A 2000	Exp.4	80.000	0 A 2000			
Exp.5	16.000	0 A 2000	Exp.4	60.000	0 A 2000	Exp.5	810.000	0 A 2000	Exp.5	18.000	0 A 2000			
Exp.6	40.000	0 A 2000	Exp.5	280.000	0 A 2000	Exp.7	4.000	0 A 2000	Exp.6	120.000	0 A 2000			
Exp.8	3.000	0 A 2000	Exp.6	6.000.000	0 A 2000	Exp.8	24.000	0 A 2000	Exp. 9	26.000	0 A 2000			
Exp.10	200.000	0 A 2000	Exp.7	3.800.000	0 A 2000	Exp.9	350.000	0 A 2000	Exp.10	5.000.000	0 A 2000			
Exp.11	20.000	0 A 2000	Exp.8	120.000	0 A 2000	Exp.10	4.000.000	0 A 2000	Exp.11	4.800	0 A 2000			
			Exp.9	6.000.000	0 A 2000	Exp.11	400.000	0 A 2000						
			Exp.10	8.000.000	0 A 2000									
			Exp.11	800.000	0 A 2000									
TOTAL	8	73%	TOTAL	11	100%	TOTAL	10	91%	TOTAL	9	82%	36	82,00%	
												TOTALES	44	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro No. 2, en la muestra 1, el recuento de bacterias coliformes totales UFC/ml: según las normas del Reglamento Técnico de Centroamérica -RTCA - NORMA RTCR. 401-2006-- están dentro de los límites 0-2000 UFC/ml los expendedores 1, 7 e 9 (27.27%), no así los expendedores 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 11, por lo que no se admite para consumo (72.73%).

Respecto a la muestra 2, el recuento de bacterias coliformes totales: deben de estar entre los límites permitidos de 0 a 2,000 UFC/ml según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-, por lo que ningún expendedor en esta muestra se encuentra en los límites permitidos por lo que no es apta para el consumo o procesamiento.

En relación a la muestra 3, el recuento de bacterias coliformes totales debe estar entre los límites permitidos de 0 a 2,000 UFC/ml según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-, los expendedores 1 y 6 (18.18 %) en esta muestra se encuentra en los límites permitidos, los demás expendedores 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 y 11 (81.82%), la leche no se encuentra apta para el consumo o procesamiento, por estar encima de los límites.

Para la muestra 4, el resultado de bacterias coliformes totales, debe de estar entre los límites permitidos de 0 a 2,000 UFC/ml según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-, por los expendedores 1, 7 (18.18 %) se encuentra en los límites permitidos, los demás expendedores 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11 (81.82 %) no se encuentra apta para el consumo o procesamiento, por estar encima de los límites.

5.1.3 Cuadro No. 3. Recuento de *E. coli* y *Staphylococcus aureus* (UFC/ml)

	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		TOTAL	
EXPENDIO	<i>E. coli</i>	<i>Sthaphylo- Ccus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Sthaphylo- ccus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Sthaphylo- ccus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Sthaphylo- coccus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Sthaphylo- ccus</i>
Exp.1	0	0	0	0	0	0	0	50		
Exp.2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Exp.3	0	0	0	0	0	0	40	0		
Exp.4	3.000	0	0	0	0	0	0	0		
Exp.5	0	0	1.000	0	0	0	0	0		
Exp.6	0	0	0	0	0	0	5.000	0		
Exp.7	0	0	0	0	0	0	0	180		
Exp.8	0	0	0	0	0	0	0	0		
Exp.9	0	40	0	0	0	0	200	80		
Exp.10	10.000	50	1.000	0	20.000	0	30.000	0		
Exp.11	0	0	0	0	0	0	0	0		
CONTAMINADA	2	2	2	0	1		4	3	9	5
%	18%	18%	18%	0%	9%	0%	36%	27%	20%	11%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro No. 3, para la muestra 1, el conteo de *Escherichia coli* se presenta en los expendios 4 y 10 (18.18 %) no así en los expendedores 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 y 11 (81.82 %).; mientras que para el conteo de *Staphylococcus aureus* se aprecia en los expendedores 9 y 10 (18.18%); estando ausente en los expendios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 11(81.82%).

En lo concerniente a la muestra 2, el conteo de *Escherichia coli* los expendedores 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 11 (81.82%) no tienen presencia de esta bacteria mientras que los expendedores 5 y 10 (18.18%) si cuentan con presencia de dicha bacteria; y para el conteo de *Staphylococcus aureus* ningún expendedor presentó esta bacteria en la muestra.

En la muestra 3, el recuento de *Escherichia coli*, los expendedores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 (90.91%) no tienen presencia de la bacteria, y en el expendedor 10 (9.09%) si hay presencia; mientras que para el recuento de *Staphylococcus aureus* no se detecta en ningún expendedor de esta muestra.

En la muestra 4, el recuento de *Escherichia coli* está ausente en los expendedores 1, 2, 4, 5, 7, 8 y 11 (63.64%) pero, en los expendedores 3, 6, 9 y 10 si están presentes (36.36%). En cuanto a el recuento de *Staphylococcus aureus* si está presente en los expendedores 1, 7 e 9 (27.27%), mientras que en los expendedores 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 11 (72.73%) está ausente.

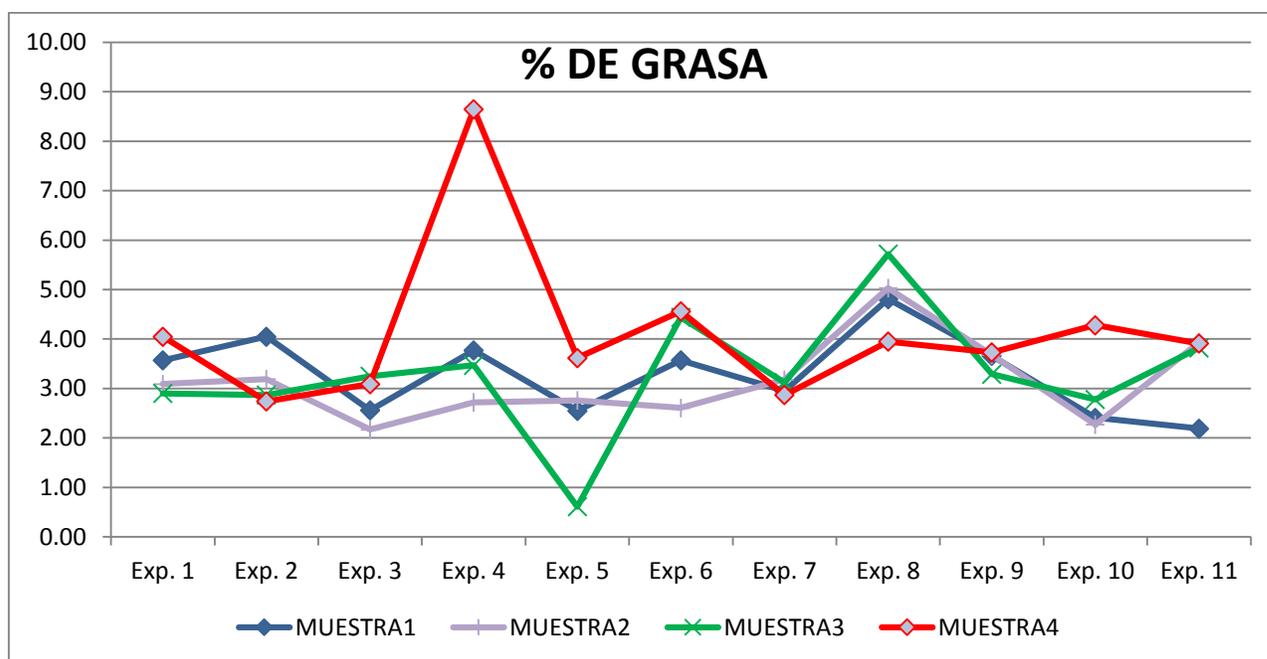
León (1988) estudiando 120 muestras de leche fresca provenientes de expendedores de Antigua Guatemala, encontró que estaba contaminada en un 60% de *Staphylococcus sp.*; Bran (1986) encontró un nivel de contaminación del 34.4% y en el presente estudio realizado en 44 muestras de Retalhuleu, se obtuvo un resultado de 11% de contaminación con *Staphylococcus aureus*, comprobándose que este departamento presenta una menor contaminación a nivel nacional en ese rubro.

5.2 Resultados físico-químicos

Se evaluaron 4 muestras por expendededor, 1 cada 15 días, a un total de 11 expendedores, los cuales se clasifican para determinar si se encuentran dentro de los rangos establecidos por: COGUANOR -NORMA NGO. 34041- Y RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-.

5.2.1 Contenido de grasa en la leche

Gráfica No. 1. Porcentaje de grasa, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-



Fuente: Elaboración propia.

En la muestra No. 1 los expendedores 3, 5, 7, 10 Y 11 (45.5%) poseen 2.56%; 2.55%; 2.95%; 2.41% y 2.19% de grasa por lo que no llegan al mínimo del rango establecido por COGUANOR -NORMA NGO. 34041- Y RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-; mientras los expendedores 1, 2, 4, 6, 8 e 9 (54.55%) están por encima del rango establecido con 3.57%; 4.05%; 3.77%; 3.57%; 4.81% y 3.66 % respectivamente.

En la muestra No. 2 Los expendedores 3, 4, 5, 6 y 10 (45.45%) poseen 2.17%; 2.72%; 2.76% y 2.61%, de grasa respectivamente por lo que no llegan al mínimo del

rango establecido por COGUANOR -NORMA NGO. 34041- Y RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-; mientras los expendedores 1, 2, 7, 8, 9 y 11 (54.55%) están dentro de los rangos establecidos con 3.09%; 3.19%; 3.18%; 5.03%; 3.68% y 3.93% respectivamente.

Según los resultados en la muestra No. 3 los expendedores 1, 2, 5 y 10 (36.36%) poseen 2.90%; 2.87%; 0.61% y 2.78%, de grasa respectivamente por lo que no llegan al mínimo del rango establecido por COGUANOR -NORMA NGO. 34041- Y RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-; mientras los expendedores 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 11 (63.64%) están dentro de los rangos establecidos con 3.25%; 3.47%; 4.44%; 3.12%; 5.72%; 3.29% y 3.82% respectivamente.

En la muestra No. 4 los expendedores 2 y 7 (18.18%) poseen 2.74% y 2.87%, de grasa respectivamente por lo que no llegan al mínimo del rango establecido por COGUANOR -NORMA NGO. 34041- Y RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-; mientras los expendedores 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10 y 11 (81.82%) están dentro de los rangos establecidos con 4.05%; 3.09%; 3.62%; 4.56%; 3.95%; 3.73%; 4.28% y 3.91% respectivamente; en lo referente al expendedor No. 4, sobrepasa los límites de contenido de grasa en bovinos (8.65%) de lo normal que es 5.1 a 5.4 % en raza Jersey, debiéndose a que pudo existir presencia de leche calostrual 6.7 % de grasa en raza Holstein (Davis y Drackley, 1998).

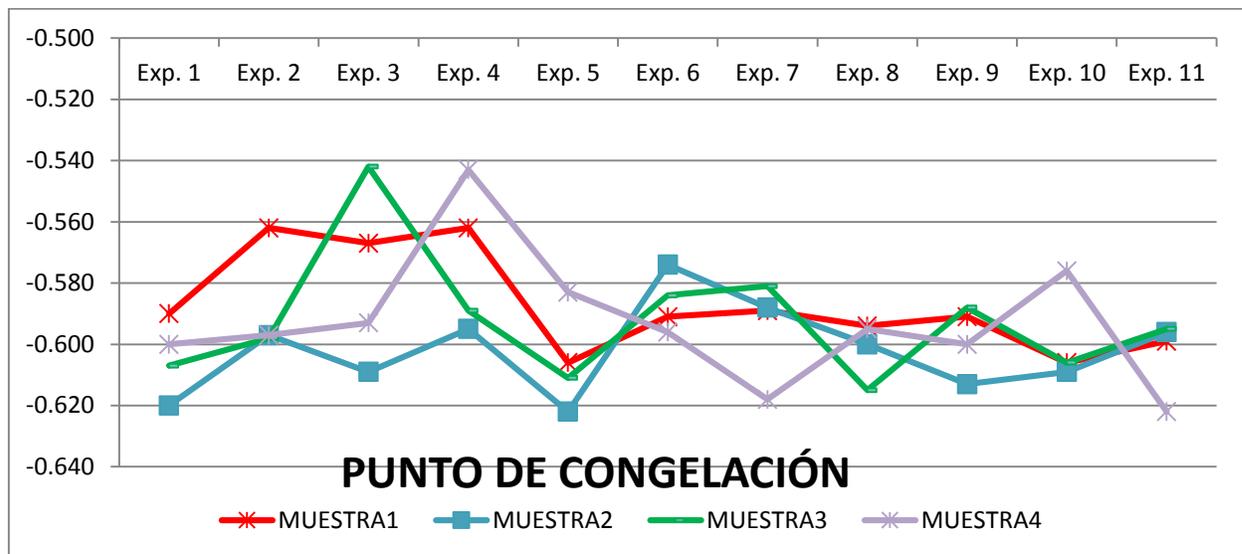
El 38.63% de los expendedores de las 44 muestras en Retalhuleu están por debajo del mínimo permitido del porcentaje de grasa según el RTCA -NORMA RTCR. 401-2006- y COGUANOR -NORMA NGO. 34041- (> 3%).

Quiñonez (2011) concluyó que los resultados físico-químicos de la leche de vaca producida por los asociados de PETENLAC obtuvo en promedio 3.32 % de materia grasa, aunque en el estudio realizado en Retalhuleu las 44 muestras de los expendios presentaron un promedio de materia grasa del 3.46% por lo que se tiene un mejor promedio estando en un rango superior a 3.2% que establece COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.

5.2.2 Punto de congelación

La prueba de punto de congelación de la leche detecta su adulteración mediante la adición de agua; el valor promedio es de -0.54°C (oscilando entre -0.513°C y -0.565°C) pudiéndose apreciar que es menor a la del agua debido a la presencia de los sólidos no grasos (lactosa, proteínas, vitaminas y sales minerales) y materia grasa, Quiñonez (2011).

Gráfica No. 2. Punto de congelación, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.



Fuente: Elaboración propia.

En la muestra 1 el punto de congelación según COGUANOR -NORMA NGO. 34041- es de -0.530°C .; por lo que los expendedores 1-11 están entre los rangos de -0.562 a -0.606°C .; por lo que las muestras de leche de vaca evaluadas no presentaron diferencias en cuanto a los parámetros establecidos de las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041-. Esta prueba es de utilidad para poder detectar adulteración con agua.

Los resultados de muestra 2 los rangos de punto de congelación rondan entre -0.568°C a -0.622°C . de los expendedores del 1 al 11 respectivamente.

En la muestra 3 el rango del punto de congelación es de -0.542°C a -0.611°C , estando dentro de los parámetros establecidos de las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041- -0.530°C . Evidenciando que no hay presencia de H_2O .

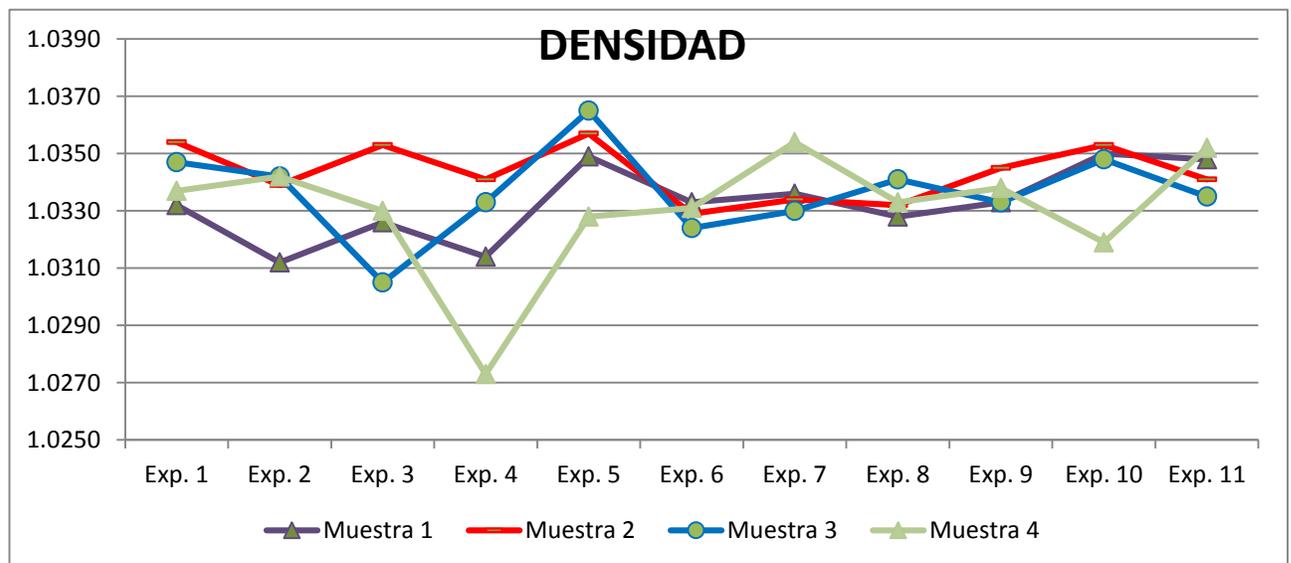
El rango aceptable del punto de congelación es de -0.530°C , según las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041- por lo que en la muestra 4 los expendedores del 1 al 11 no tienen presencia de agua añadida, debido a que los resultados muestran un rango de -0.543°C a -0.622°C .

El 100% de los expendedores de las 44 muestras están entre los rangos permitidos según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-, por lo que no hay adulteración con agua.

Quiñonez (2011) concluyó que los resultados físico-químicos de la leche de vaca producida por los asociados de PETENLAC obtuvo en promedio de menos 0.5358°C de congelación, mientras que en Retalhuleu se obtuvo un promedio de menos 0.539°C , por lo que es levemente superior a los asociados de PETENLAC y lo que establece COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.

5.2.3 Densidad (g/ml)

Gráfica No. 3. Densidad, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-



Fuente: Elaboración propia.

Según Quiñonez (2011) esta prueba muestra la adulteración de la leche mediante la adición de agua, o muestra cuándo la leche ha sido descremada, pudiendo oscilar entre 1.028 g/cm^3 a 1.034 g/cm^3 con una temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$. La densidad mencionada (entre 1.028 g/cm^3 y 1.034 g/cm^3) es para una leche entera y la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm^3), mientras que una leche aguada tendrá valores inferiores a 1.028 g/cm^3 .

En la muestra 1 la densidad de la leche entera según las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041- están dentro los rangos de 1.028 a 1.034 g/ml , por lo que los expendedores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 11 (90.91%) están dentro los rangos respectivamente; la muestra del expendedor 10 (9.09%) está por encima del rango 1.035 g/ml

Los resultados en la muestra 2 mostraron que la densidad en las muestras de los expendedores 2, 4, 6, 7, 8, 9 y 11 (63.64%) están entre los rangos establecidos por las normas COGUANOR -NORMA NGO. 34041-, excepto los expendedores 1, 3, 5, y 10 (36.36%) que están por encima del rango 1.035 g/ml

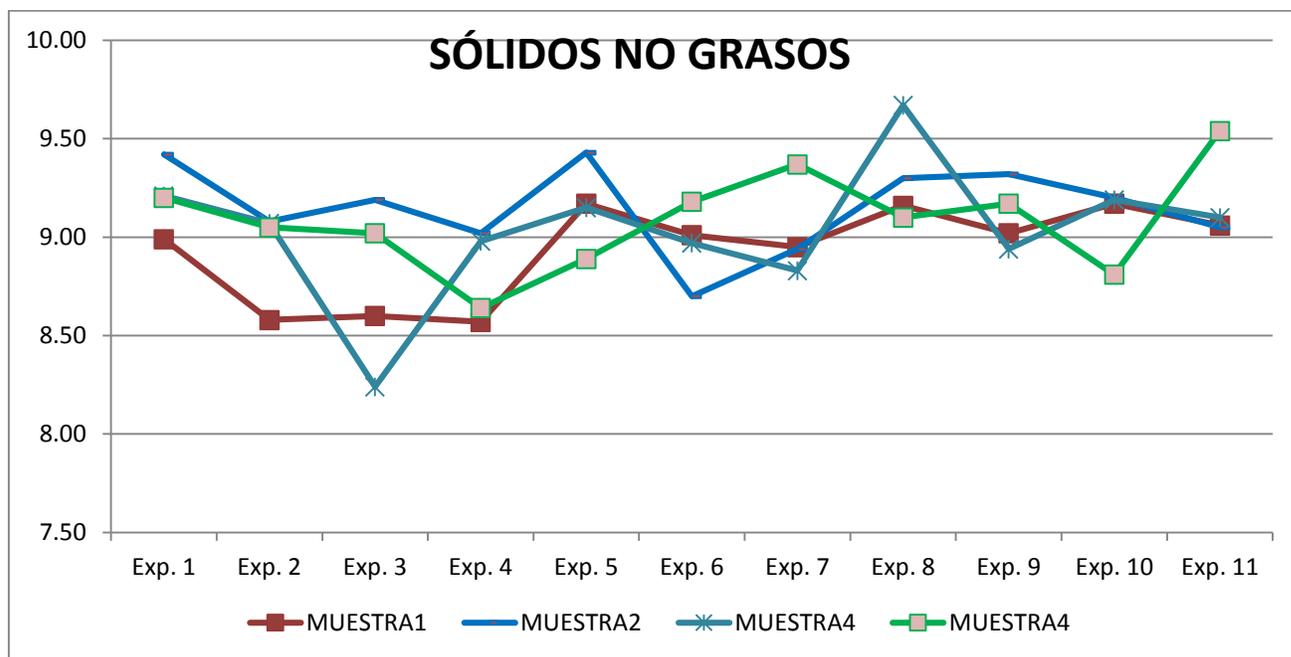
En la muestra 3 densidad en los expendedores 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 (90.91%) están dentro de los rangos 1.028 a 1.034 g/ml respectivamente mientras que el expendedor 5 (9.09%), está por encima del rango situándose en 1.036 g/ml

En la muestra 4 la densidad en el expendedor 4 (9.09%) está por debajo del rango (1.027 g/ml); los expendedores 7 y 11 (18.18%) están por encima del rango (1.035 g/ml); mientras que los expendedores 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9 y 10 (72.73%) están dentro de los rangos establecidos respectivamente.

Un estudio realizado por Quiñonez (2011) concluyó que los resultados físico-químicos de la leche de vaca producida por los asociados de PETENLAC obtuvo en promedio de 1.03 g/ml de densidad, que al compararlo con los resultados de Retalhuleu (1.031 g/ml) apreciándose que es levemente superior a los asociados de PETENLAC, estando dentro del rango de COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.

5.2.4 Sólidos no grasos

Gráfica No. 4. Sólidos no grasos, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.



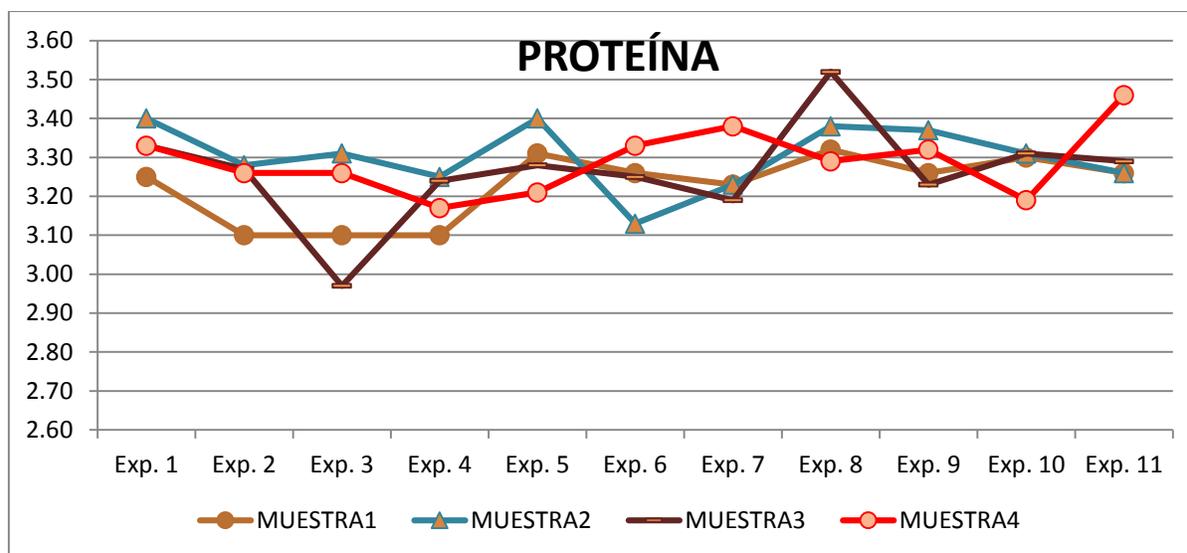
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra 1, los sólidos no grasos según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006- y COGUANOR -NORMA NGO. 34041- debe ser $> 8\%$ por lo que en las 4 muestras de los expendedores del 1 al 11 rondan entre 8.24% al 9.67% de sólidos no grasos respectivamente.

Quiñonez (2011) concluyó que los resultados físico-químicos de la leche de vaca producida por los asociados de PETENLAC obtuvo un promedio de 9% de sólidos no grasos; respecto a Retalhuleu con sus 44 muestras y 11 expendedores presenta un promedio de 9.07% de sólidos no grasos, estando levemente superior a los resultados de PETENLAC, rebasando lo permitido por COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.

5.2.5 Contenido de proteína en la leche

Gráfica No. 5. Proteínas, análisis según COGUANOR -NORMA NGO. 34041-.



Fuente: Elaboración propia.

Las proteínas no deben ser < 3% en las muestras 1 y 2, rondan en un mínimo de 3.10%; un máximo de 3.32% en la muestra 1 y 3.40% en la muestra 2 respectivamente.

En la muestra 3, la proteína en el expendedor 3 (2.27%) está por abajo del límite, o sea, menor al 3 % de proteína; mientras que los expendedores 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 (91.91%) están dentro de lo permitido entre 3.07% a 3.52%.

Los resultados de la muestra 4, la proteína está dentro de lo permitido entre 3.17% a 3.46% en todas las muestras.

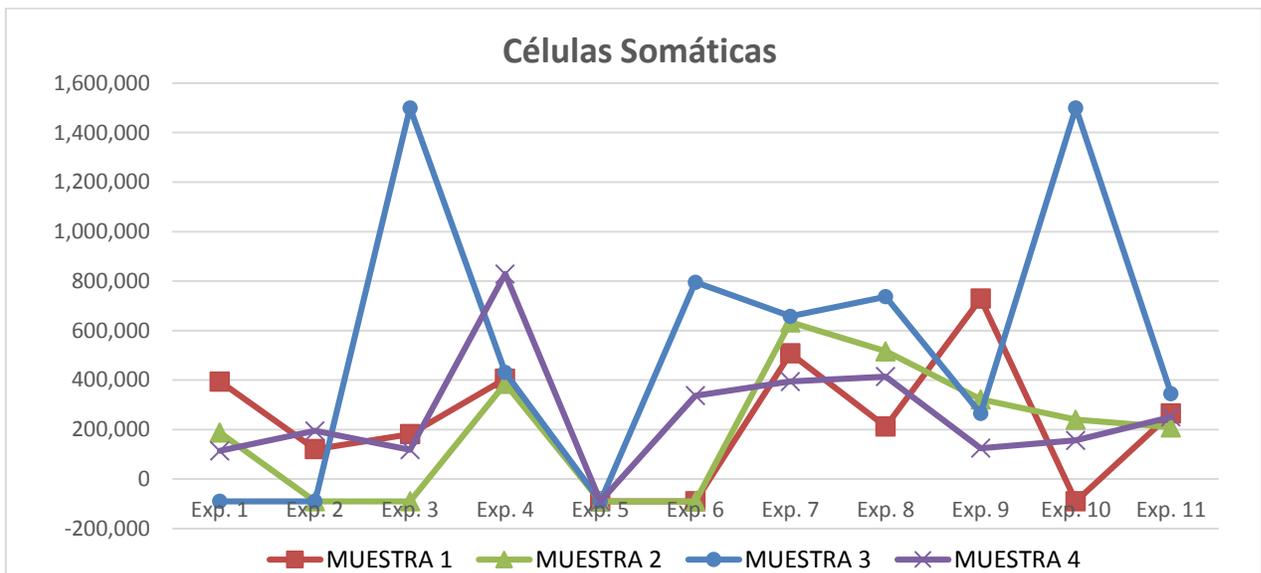
Quiñonez (2011) concluyó que los resultados físico-químicos de la leche de vaca producida por los asociados de PETENLAC obtuvo en promedio 3.2% de proteína, mientras que, en Retalhuleu las 44 muestras de los expendios presentaron un promedio de 3.22% de proteína siendo levemente superior en relación a los asociados de PETENLAC . Por tanto, este resultado es superior a lo establecido por **COGUANOR -NORMA NGO. 34041-**.

5.2.6 Células somáticas

Para el conteo de las células somáticas los rangos oscilan de la siguiente manera:

- 0 – 100,000 aceptable,
- 100,001 – 300,000 mal manejo posible mastitis
- > 300,000 problemas de mastitis, Hernández y Bedolla (2008).

Gráfica No. 6. Células Somáticas.



Fuente: Elaboración propia.

En la muestra 1, los expendedores 5, 6 y 10 (27.27%) están en el rango aceptable; los expendedores 2, 3, 8 y 11 (36.36%) están en el nivel medio, mientras que los expendedores 1, 4, 7, y 9 (36.36%) están en el nivel alto respectivamente.

Los resultados de la muestra 2, los expendedores 2, 3, 5 y 6 (36.36%) están en el rango aceptable de células somáticas; mientras que los expendedores 1, 10 y 11 (27.27%) están en el nivel medio, los que están en el nivel alto son los expendedores 4, 7, 8 y 9 (36.36%).

En la muestra 3, los expendedores 1, 2 y 5 (27.27%) están en su aceptable de células somáticas, mientras que el expendedor 9 (9.09%) está en el nivel medio, los

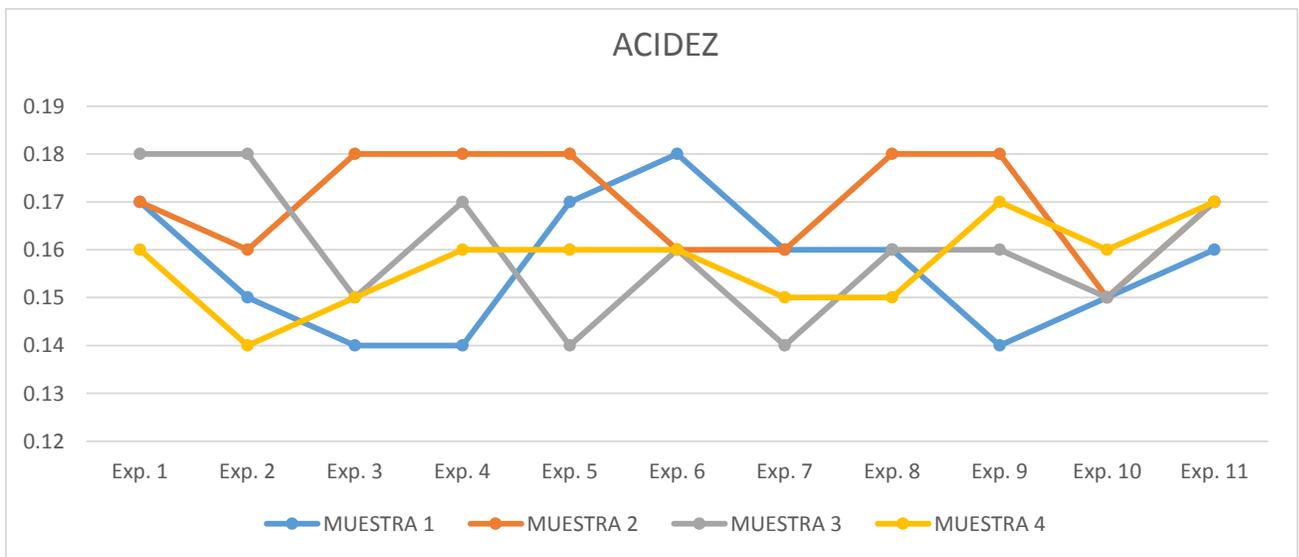
resultados de los expendedores 3, 4, 6, 7, 8, 10 y 11 (63.63%) están en el nivel elevado.

En la muestra 4, sólo el expendedor 5 (9.09%), salió aceptable de conteo de células somáticas; mientras que los expendedores 1, 2, 3, 9, 10 y 11 (54.54%) están en el nivel medio; los expendedores 4, 6, 7 y 8 (36.36%) están en el nivel alto de células somáticas, implicando infección por mastitis.

5.2.7 Acidez

En las pruebas de acidez en las muestras del 1 al 4 están dentro de los rangos permitidos 0.13 al 0.17 % según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-, se detectaron 8 muestras (18.18%) del total de 44, que sobre pasaban el límite establecido.

Gráfica No. 7. Acidez, Análisis según RTCA -NORMA RTCR. 401-2006-.



Fuente: Elaboración propia.

El rango de aceptación según Reglamento Técnico Centroamericano –RTCA -NORMA RTCR. 401-2006--, oscila entre 0.13 % a 0.17 % y mayor a este, la leche no es apta para su procesamiento y/o consumo.

En la muestra 1 el expendedor 6 (2.27%) con un valor > 0.17 %, la leche no está dentro del rango permitido según R.T.C.A-NORMA RTCR 401-2006-; mientras que los

expendedores 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 y 11 (91.91%) sí están dentro del rango permitido.

En la muestra 2 los expendedores 3, 4, 5, 8 y 9 (45.45%) no están dentro del rango estipulado siendo $>$ a 0.17 %; mientras los expendedores 1, 2, 6, 7, 10 y 11 (54.55%) sí están dentro del rango válido.

En la muestra 3, sólo los expendedores 1 y 2 (18.18%) no están dentro del rango normado $>$ a 0.18 %; mientras que los expendedores del 3 al 11 (82.82%) sí están dentro del rango permitido.

En la muestra 4, el 100% de los expendedores sí están dentro del rango establecido por R.T.C.A-NORMA RTCR 401-2006-.

5.2.8 Prueba de alcohol

En esta prueba se puede determinar el grado de estabilidad de la proteína de la leche. En la aplicación del alcohol de 2 ml en cada muestra si ésta se coagula da como resultado positivo lo cual quiere decir que no es apta para procesamiento o consumo. En las 44 muestras, el 100 % de los expendedores dieron negativo, por lo que las leches están aptas para su proceso.

VI. CONCLUSIONES

- Con relación a la calidad microbiológica de la leche, el conteo de bacterias totales de los 11 expendedores en cuatro muestras (total 44 muestras, mostraron que en las muestras 1, 3 y 4 del expendedor 1, y en la muestra 4 el expendedor 11 (9.09 %), están dentro de la leche tipo *Premium*, o sea que el 79.55 % de muestras de los expendedores están fuera de los límites, por lo que no son aptas para el consumo; mientras que el 11.36 % restante de las muestras están entre los tipos de leche A, B y C respectivamente.
- Respecto a la leche cruda de vaca en bacterias coliformes totales, se determinó que 13.64% están en los límites permitidos, el 86.36 % está arriba de los límites, siendo leche no apta para consumo.
- El conteo de las bacterias de *Escherichia coli* determinó que están 15 contaminadas (20%), indicando que la leche no es apta para consumo. Del conteo de las bacterias de *Staphylococcus aureus* se detectaron 9 contaminadas (11%) y no es apta para consumo.
- En la prueba fisicoquímica en el análisis del contenido de grasa en la leche cruda de vaca, se determinó que 16 muestras (36.4%) están abajo del límite establecido y el punto de congelación mostró que las 44 muestras 100% están debajo de -0.530°C sin adulteración con agua.
- Respecto a la densidad, los resultados de las pruebas fisicoquímicas, se obtuvo que 16 muestras (36.4%) están arriba del rango permitido (1.028 – 1.034 g/ml) indicando que están descremadas. Una muestra (2.27%) está por abajo del rango estando adulterada con agua, y 25 muestras (56.82%) están dentro del rango permitido, sin adulteración. Para los sólidos no grasos el 100%, está arriba de 8% que es el límite establecido.

- En proteína, la 1 muestra (2.27%), está por debajo del límite establecido (>3%) y las 43 muestras (97.73%) restantes están por arriba del límite establecido y es apta para el consumo.
- El conteo de células somáticas en 11 muestras mostró estar en nivel aceptable de <100,000 células somáticas o sea un (25%). En posible infección intramamaria) se encuentran 14 muestras (31.82%). Mientras que 19 muestras (43.18%) se hallan en nivel alto con presencia de infección intramamaria.
- El rango de acidez en la leche de vaca fresca oscila entre 0.13% - 0.17%, y el resultado del análisis determinó que 8 (18.18%) están arriba de 0.17%, por lo que no son aptas para el consumo, las otras 36 muestras (81.82%) están dentro del rango establecido. En la prueba de alcohol el 100 % de los expendedores en las 44 muestras dieron negativo.

VII. RECOMENDACIONES

- Adiestrar a los ordeñadores para la obtención de leche en las mejores condiciones higiénicas y evitar proliferación de microorganismos patógenos que alteran las características físico-químicas de la leche.
- Informar a los expendedores para recibir en condiciones adecuadas el producto para su comercialización.
- Que los expendedores usen utensilios como equipo de acero inoxidable o aluminio acorde a las exigencias estipuladas para una adecuada recolección y transporte de leche.
- Dotar a los transportistas de leche entera de vaca conocimientos del manejo adecuado de este tipo de alimentos, para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos que alteran la calidad higiénica de la leche.
- Realizar estudios específicos de los productores, para evaluar las condiciones de salud e higiene en los hatos lecheros, específicamente realizar este trabajo en época seca (diciembre-abril).

VIII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la cabecera departamental de Retalhuleu, en la que se trabajó con once expendedores de leche de vaca en la que se extrajo una muestra a cada uno, cada quince días, por dos meses.

Se transportaron las muestras en hielera, a temperatura de 0 a 5 °C a los laboratorios de Microbiología, Salud Pública y al laboratorio de Agroindustria, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria zona12, para determinar la calidad higiénica y los parámetros físico-químicos, proporcionando resultados microbiológicos sobre recuento total de bacterias incontable del 79.55 % de las muestras, indicando que no es apta para el consumo. El 82 % de las muestras está contaminada con bacterias coliformes totales, el 20 % está contaminada con *E. coli* y el 11 % con *Staphylococcus aureus*. Los análisis físico-químicos indican un promedio del contenido de grasa de un 3.46 %.

El 100 % no presenta adulteración con agua, según el punto de congelación. Un 18,16 % de las muestras, está descremada, debido a que está por encima del límite de la densidad (g/ml) y el 2.27 % está adulterada con agua. Los sólidos no grasos son mayores al 8 % en todas las muestras, por lo que están aptas para su consumo; el 2,27 % de las muestras, no llega al mínimo de proteína estipulado. El 43.13% de las muestras presenta alta incidencia en células somáticas (mastitis y la mala higiene en el ordeño) siendo no apta para el consumo.

En la prueba de acidez, el 18.18 % de las muestras sobrepasa el límite superior, por lo que no es apta para su consumo; y de la prueba de alcohol, el 100 % dio negativo, siendo apta para el consumo, según las normas COGUANOR, MAGA y RTCA.

SUMMARY

The present investigation was carried out in the departmental capital of Retalhuleu, in which we worked with eleven distributors of cow's milk in which a sample was extracted to each one, every two weeks, for two months.

The samples were transported in a cooler, at a temperature of 0 to 5 ° C, to the Microbiology, Public Health laboratories and the Agroindustry laboratory of the University of San Carlos of Guatemala, Ciudad Universitaria zona12, to determine the hygienic quality and parameters physical-chemical, providing microbiological results on total count of bacteria countless of 79.55% of the samples, indicating that it is not suitable for consumption. 82% of the samples are contaminated with total coliform bacteria, 20% is contaminated with E. coli and 11% with Staphylococcus aureus. Physical-chemical analyzes indicate an average fat content of 3.46%.

100% does not show adulteration with water, according to the freezing point. A 18.16% of the samples, is skimmed, because it is above the limit of density (g / ml) and 2.27% is adulterated with water. The non-fat solids are greater than 8% in 100% of the samples, so they are suitable for consumption, 2.27% of the samples, does not reach the minimum of stipulated protein. The 43.13% of the samples have a high incidence in somatic cells (mastitis and poor hygiene in milking) being unfit for consumption.

In the acidity test, 18.18% of the samples exceed the upper limit, so it is not suitable for consumption; and of the alcohol test, 100% was negative, being suitable for consumption, according to the COGUANOR, MAGA and RTCA standards.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaís, C. (1971). *Ciencia de la Leche*. México D.F., Continental.
- Araneda. M. (2018). Leche y derivados. composición y propiedades. Tabla 2: Composición química de la leche y algunos derivados por 100 gramos. Recuperado de <http://www.edualimentaria.com/leche-y-derivados-composicion-y-propiedades>
- BANGUAT (Banco de Guatemala, GT.). (2007). Producto interno bruto de Guatemala, 2007. Recuperado http://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/pib2001/3.1_PIB_por_AE_constante.pdf
- Barros , C., & Buenrostro, M. (2016). Leches, la jornada, columna "Itacate. Cultura Suplemento "La Jornada de en medio". Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Leche>
- Bran R.A. (1986). *Evaluación de algunas características organolépticas, fisicoquímicas y bacteriológicas en leche y subproductos en productos en los mercados municipales de la ciudad capital de Guatemala*. Tesis de Licenciatura. Biblioteca Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Cámara Nacional de Productores de Leche, (2012). *Situación actual y perspectivas del sector lácteo Centroamericano y costarricense. Visión de la Cámara Nacional de Productores de leche*. Costa Rica, Cámara Nacional de Productores de leche.
- COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas). (2004). *Leche fresca de vaca sin pasteurizar*. Segunda revisión. COGUANOR -NORMA NGO. 34041-. p. 5-14 NGO 34041.
- Davis, C.L. & Drackley, J.K. (1998). Importancia y Manejo del Calostro en el Ganado de Leche. Recuperado de <https://extension.psu.edu/importancia-y-manejo-del-calostro-en-el-ganado-de-leche>, University Press, Ames, Iowa.

- De la Cruz, S. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala, Nivel de reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal.
- Diario de Centroamérica. (martes 3 de agosto de 2015). Productos Lácteos. *Diario de Centro América*, pág. 3.
- Estrada, C. (2010). *Diagnóstico de la calidad higiénica de la leche producida por miembros de la asociación de productores de leche*. (Tesis de Licenciatura). Biblioteca Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Gándara, N. (15 de junio de 2015). Importación de lácteos crece 8%. *Prensa Libre*, Recuperado de <https://www.prensalibre.com/importacion-de-lacteos-crece-8>
- García, M. (2015). *Consumo per cápita de leche*. Guatemala, Diario de Centro América Camara de Productores de leche.
- Guerrero, J. y Rodríguez, P.A. (2010). *Características físico-químicas de la leche y su variación*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria/Facultad de Ciencia Animal, Managua, Nicaragua.
- Hadsell, D. (1999). Regulation of milk protein gene expression. Houston, Texas: *Annual Review of Nutrition*, 19(1), 407-36.
- Hernández, J. M., & Bedolla, J. L. C. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9 (9), 1-34 páginas. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617329004>
- Ingeniería Agroindustrial. (2009). *Enfermedades relacionadas con la falta de leche en la nutrición*. Recuperado de <https://ingjulian.wordpress.com/lacteos/>
- Jarque, J. (2011). Tipos de leche. *Informativa*. Mexico, Vanguardia.com.mx. Recuperado de <http://www.lavanguardia.com/estilosdevida/20140404/54405409813/alternativas-a-la-leche.html>
- Judkins, H.F. & Keener, H.A. (1983). *La leche su producción y procesos industriales*. México: C.E.C.S.A.

- Larios, R. (16 de febrero de 2015). Guatemala; el país tiene bajo consumo de leche. *Prensalibre, Negocios*. Recuperado de <https://edairynews.com/es/guatemala-el-pais-tiene-bajo-consumo-de-leche-54080/>
- Leches de animales versus leches vegetales. (27 de junio de 2016). Recuperado de <https://www.eldeber.com.bo/tendencias/Leches-de-animales-versus-leches-vegetales-20160627-79016.html>
- León, 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 de Licenciatura). Biblioteca Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- MAGA. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. GT). 2002. *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.
- Magariños, H. (2000). *Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa*. Valdivia, Chile, Producción y servicios incorporados.
- Merchant, I.A. & Packer, R.A. (1980). *Bacteriología y virología veterinarias*. Zaragoza, España: ACRIBIA.
- Oftedal, O. (2002). The mammary gland an its origin during synapsid evolution. En O. Oftedal, *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 7(3), 225-52.
- Pereira , A. B., & Bertorelle , G. (2006). The origin of european cattle, evidence from modern an ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, U S A*. 103(21), 8113-8.
- Quiñonez, S.C. (2011). *Diagnóstico de las condiciones higiénicas de la calidad de la leche producida por los asociados a PETENLAC, ubicados en el municipio*

de Dolores Petén. (Tesis de Licenciatura). Biblioteca Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

RTCA-NORMA RTCR. 401-2006- (Reglamento Técnico de Centroamérica). (2006). Reglamento Técnico: RTCR, 401-2006. *Leche cruda y Leche Higienizada N° 33812.*

Vilchez, J. (2009). *Biología de la leche.* China. Recuperado de <http://vilchez2009.blogspot.com/2009/04/el-mito-de-la-leche.html>

Wohlers, E.R. (2004). *Calidad bacteriológica de la leche de vaca recién obtenida en fincas localizadas en el área de influencia de Verelac R. L.* (Tesis de licenciatura). Biblioteca Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

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

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA Y PARÁMETROS
FÍSICO-QUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA EN LOS EXPENDIOS DE
LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE RETALHULEU**

F. 
OMAR VILLATORO BARRERA

F. 
M.Sc. Astrid Johana Valadares Areano
ASESOR PRINCIPAL

F. 
Lic. Zoot. Hugo Sebastián Peñate
Moguel
ASESOR

f. 
Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

