

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MUTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y
MICROBIOLOGICAS DE LECHE ENTERA Y PASTEURIZADA
COMERCIALIZADA EN DIFERENTES LUGARES DE LA CIUDAD DE
SAN MIGUEL.**

POR:

JUAN EDUARDO FLORES ZELAYA

ALEXIS HERNÁNDEZ ARAUJO

ROMEL ANTONIO VELASQUEZ SANTOS

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN MIGUEL, JUNIO DE 2010

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. M.Sc. ANA AURORA BENITEZ PARADA

DOCENTE DIRECTOR

ING. AGR. MARCO EVELIO CLAROS ALVAREZ

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACION

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

RESUMEN.

La leche es de gran importancia en la alimentación humana porque es una fuente amplia de vitaminas y minerales específicamente (calcio, vit. A, vit. B, proteínas y otras), que el cuerpo humano necesita para realizar correctamente sus funciones metabólicas, así como también sus funciones laborales por lo que es de gran importancia realizar estudios que permitan verificar la calidad de la leche que es comercializada para el consumo en cada uno de los lugares de venta en la ciudad de San Miguel y que estos cumplan con la norma ya establecida NSO 67.15.01:07, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

En la presente investigación se estuvieron analizando 4 tipos de leche, en las cuales se estuvieron analizando 2 leches crudas y 2 leches industrializadas (Dos Pinos y Salud), en las leches crudas se tomaron muestras de la UES y Col. Molino y las muestras pasteurizadas se tomaron en la tienda de conveniencia de gasolinera Esso El Triangulo.

A las leches crudas y pasteurizadas se les realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos; a las muestras de leche hervida se les realizaron únicamente los análisis bacteriológicos.

Estas muestras se dividieron en 4 tratamientos, los cuales fueron T1 UES, T2 Col. Molino, T3 Dos Pinos y T4 Salud, estos 4 tratamientos se realizaron para los análisis fisicoquímicos, para los análisis microbiológicos se realizaron 6 tratamientos T1 UES, T2 UES hervida, T3 Col. Molino, T4 Col. Molino hervida, T5 Dos Pinos y T6 Salud.

En cada uno de los puntos de ventas antes mencionados se colectaron muestras semanales (1 por cada lugar en estudio), durante 5 semanas, obteniendo de esta manera un total de 44 muestras de leche cruda, hervida y pasteurizada, es decir 5 muestras por cada tratamiento. Una muestra consistía en 1000 ml de leche, las muestras obtenidas semanalmente fueron llevadas en un tiempo no mayor de 3 horas al laboratorio de Diagnostico Veterinario y Control de Calidad, en el departamento de División General de Sanidad Vegetal y Animal (DGSVA), ubicado en el Cantón El Matazano, en la Ciudad de Soyapango, San Salvador, para la realización de análisis fisicoquímicos en los que se determino el % grasa, % acidez, reductasa, densidad relativa, prueba de anillo. También se estuvieron realizando análisis microbiológicos, en los que se determino la presencia de Coliformes Fecales, Coliformes

Totales, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, las que son causantes de enfermedades gastrointestinales tales como: diarreas severas, cólicos, infecciones estomacales, vómitos entre otros trastornos digestivos.

Los análisis microbiológicos se midieron según el recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro de leche (UFC/ml) y según el número más probable por mililitro de leche (NMP/ml).

Los resultados obtenidos en el porcentaje de grasa se observó que no existía diferencia significativa entre los tratamientos en estudio; entre las semanas en estudios se observó diferencia significativa por lo que cumple con lo establecido en la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07; mediante pruebas de chi cuadrado, determinando que esta dentro del rango establecido.

Para la determinación del porcentaje de acidez, se observó que no existía diferencia significativa entre los tratamientos y entre las semanas en estudio por lo que cumple con la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07, mediante pruebas de chi cuadrado, determinando que esta dentro del rango establecido.

Para la determinación de la reductasa, se observó que no existía significancia entre los tratamientos en estudio, no obstante entre las semanas en estudio si hubo diferencia significativa, siendo la 5ta semana en la que hubo un menor tiempo de reducción del azul de metileno de 30 minutos (T4); sin embargo existió diferencia significativa al comparar los resultados obtenidos según los que dicta la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07, mediante pruebas de chi cuadrado se determino que existía un menor tiempo de reducción del azul de metileno.

Para la determinación de la densidad relativa, se observó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, no obstante entre las semanas en estudio hubo diferencia significativa entre ellas, siendo la primera semana en la que hubo una menor densidad relativa (peso de la leche) 1.028 en el tratamiento T1; sin embargo existió diferencia significativa al comparar los resultados obtenidos con los que dicta la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07, mediante pruebas de chi cuadrado, se determino que no hubo diferencia significativa.

Para la determinación de la prueba de anillo, se observó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos y entre las semanas, ya que los resultados de laboratorio resultaron ser negativo.

Para la determinación de coliformes fecales, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, no obstante los tratamientos T1 y T3, se encontraron contaminados con dicha bacteria, por lo tanto se salen del rango permisible, entre las semanas en estudio no se observó diferencia significativa al comparar los resultados obtenidos con los que dicta la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07, mediante pruebas de chi cuadrado, para determinar que existía contaminación en dichos tratamientos.

Para la determinación de coliformes totales, los resultados demostraron que existía diferencia significativa entre los tratamientos, siendo T1 (432), T3 (238) y T6 (24) los más contaminados, entre las semanas no se observó diferencia significativa. Las pruebas de chi cuadrado demuestran diferencia significativa, demostrando contaminación con coliformes fecales.

Para la determinación de *Staphylococcus aureus*, los resultados demostraron que existía diferencia significativa entre los tratamientos, siendo T1 (22,220), T3 (580), los que presentan mayor contaminación. En las semanas en estudio no hubo diferencia significativa, las pruebas de chi cuadrado también demuestran diferencia significativa con la bacteria *Staphylococcus aureus*.

Para la determinación de *Escherichia coli*, los resultados demostraron que no se observó diferencia significativa estadística, no obstante los tratamientos T1 y T2 se encontraron contaminados con dicha bacteria, por lo tanto se salen del rango permisible, entre las semanas en estudio no se observó diferencia significativa estadística, al comparar los resultados obtenidos con los que dicta la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07, mediante pruebas de chi cuadrado para determinar que existía diferencia en dichos tratamientos.

Según los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos, llegamos a la conclusión que los datos de los tratamientos T1 UES, T2 Col. Molino, T3 Dos Pinos, se encuentran dentro de los rangos permisibles de acuerdo a la Norma Salvadoreña. El peor tratamiento fue T4 leche Salud que se encontró bajo del rango mínimo permisible.

Según los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos, se llegó a la conclusión que todos los tratamientos en los que se observó mayor contaminación fueron (T1 UES cruda,

T3 Col. Molino cruda), los tratamientos que se observaron con los mejores resultados fueron (T2 UES hervida, T4 Col. Molino hervida, T5 Dos Pinos y T6 Salud).

Con respecto a los análisis fisicoquímicos, el tratamiento T4 no cumple con lo establecido por la Norma Salvadoreña NSO 67.15.01:07, por lo tanto no se considera una leche de calidad y con respecto a los análisis microbiológicos, los tratamientos T1 y T3 se encuentran contaminados con bacteria (coliformes fecales, totales, staphylococcus aureus y Escherichia coli), por lo tanto no se consideran de calidad higiénica ya que no cumplen con la norma antes mencionada.

AGRADECIMIENTO.

De una manera muy especial queremos agradecerle a Dios todo poderoso y a la Santísima Virgen María por iluminarlos, bendecirnos, guiarnos y protegernos a lo largo de toda nuestra carrera.

A nuestra familia por todo su amor y apoyo incondicional para poder salir adelante con nuestra carrera.

A nuestro Docente Director: Ing. Marco Evelio Claros Álvarez, quien desde el inicio de nuestra investigación hasta la finalización de la misma nos brindo su apoyo, colaboración y conocimientos en el desarrollo de nuestra tesis, para poder culminar con éxito nuestro trabajo de graduación.

Al Ing. M.Sc. José Ismael Guevara Zelaya, quien nos brindo toda su colaboración y sus conocimientos en el área estadística.

A todos los ingenier@s que participaron en nuestra formación académica.

A todos nuestros ex compañeros y a todos los trabajadores de agronomía.

DEDICATORIA.

A Dios todopoderoso y a la virgen Maria por bendecirme, guiarme e iluminar mi camino durante toda mi carrera.

A mis padres: Eduardo Antonio Flores Herrera y Berta Yolanda Zelaya de Flores, por todo su amor, apoyo incondicional y sabios consejos que me han brindado y estar siempre ahí.

A mis abuelos: En especial a Ana Felipa Zelaya (Q.D.D.G.), con mucho amor y que desde el cielo esta gozando de mi nuevo triunfo, Juan Ramón García (Q.D.D.G.), Francisco Flores (Q.D.D.G.), Isabel Herrera de Flores, por sus sabios consejos y amor.

A mis hermanos: William Alberto y Susana Isabel por todo su apoyo moral y cariño.

A mis sobrinos: Katherine Stephanie y Eduardo, como un ejemplo.

A mi cuñada: Jeaneth por todo su apoyo.

A mis tíos y primos: Por su apoyo moral y creer siempre en mí y que de una u otra forma me apoyaron.

A mis compañeros

de tesis: Alexis y Romel por su amistad incondicional y a pesar de tantos obstáculos durante el desarrollo de nuestro trabajo de investigación logramos salir adelante.

A mis amigos: Numan, Maria Luisa, Tito, Anita, Vladimir, por su valiosa amistad y estar conmigo siempre en las buenas y en las malas y a quienes directa o indirectamente me apoyaron muchas gracias.

Juan Eduardo Flores Zelaya.

DEDICATORIA.

Dedico este triunfo a todos mis seres queridos, que me han apoyado para que alcance la meta que me propuse y en especial a: Dios, todopoderoso por haberme permitido realizar mis metas.

A mis padres: Vilma Gladys Araujo (Q.D.D.G). Adán Hernández.

Mi hermano: Enner Hernández Araujo y demás familiares que me brindaron su apoyo.

A mis compañeros: Juan, Tirrin, Taty, Tito, Anita y La Gorda, por haber realizado satisfactoriamente el trabajo de graduación.

Padre, que nos diste en tu Hijo al modelo de Maestro, Enséñanos a vivir plenamente las verdades de nuestra fe y de la razón. Que nuestro actuar sea siempre coherente con nuestra fe. Que nuestro testimonio de vida evangelice el mundo.

Padre lleno de amor y misericordia, bendice nuestros días de estudio, envíanos siempre las luces de tu Santo Espíritu para que sintamos tu presencia en medio de nuestros logros y dificultades. Que el servicio a los hermanos, especialmente a los más necesitados sea el faro que guíe nuestra formación profesional.

Que María nuestra Madre del Rosario guíe y acompañe siempre nuestros pasos por el camino del amor, de la justicia y de la paz. Te lo pedimos por Jesucristo Nuestro Señor.

Alexis Hernández Araujo.

DEDICATORIA.

Después de haber terminado mi carrera se la dedico a DIOS TODOPODEROSO por guiarme, iluminarme y haber permitido lograr mi objetivo.

A mis padres: Julián y Ernestina por todo su apoyo moral, espiritual y económico, por todo su amor y comprensión en mi etapa de estudio y especialmente por haber querido mi formación profesional.

A mis hermanos: Gloria, Rosa, Rubén (que me esta viendo desde el cielo), Julio, Roberto, Blanca, Rudery, por todo su apoyo incondicional y estar pendientes de mi en cada momento de mi vida.

A mis sobrinos: Carmen, Isis y Leonardo.

A mi novia: Reina Lorena por darme tanto apoyo en mis momentos mas difíciles y especialmente por darme tanto amor y comprensión TE AMO MI REYNA.

A los ingenieros del departamento de ciencias agronómicas: por guiarme con sus conocimientos y apoyo especialmente al ingeniero y master José Ismael Guevara por mandarme a peinar.

A mis amigos y amigas: Tito, Ana Gloria, Tatiana, Nery, Elena, Aída, María Luisa, Vladimir, José Luis, ing Numan., ing. Cesar, por todo su apoyo y especialmente a la compañera Ana Gloria por todo su apoyo incondicional y tiempo para ayudarme en mis tareas.

A las instalaciones de la Universidad de El Salvador.

Romel Antonio Velásquez Santos

INDICE

Contenido	pag.
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
INDICE DE CUADROS.....	xxii
INDICE DE FIGURAS.....	xxix
1.0. INTRODUCCION.....	1
2.0. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.0. Historia y origen.....	3
2.2.0. Que es leche según la norma salvadoreña propuesta por el CONACYT.....	3
2.3.0. Animales productores de leche.....	4
2.4.0. Importancia de la leche como alimento.....	4
2.5.0. Utilización y uso de la leche.....	5
2.5.1.0. Utilización de la leche para la alimentación de terneros tiernos.....	5
2.6.0. Manejo de la leche para consumo humano.....	6
2.7.0. Requisitos que definen la calidad de la leche cruda.....	6
2.7.1.0. Componentes que influyen la calidad de leche.....	7
2.7.1.1.0. Células en la leche.....	7
2.7.1.2.0. Componentes indeseables en la leche.....	7
2.8.0. Características generales.....	8
2.8.1.0. Aspectos generales.....	9
2.9.0. Higiene en la producción de leche.....	9

2.10.0. Naturaleza y características de la leche.....	9
2.10.1.0. Procedimiento para un ordeño higiénico.	9
2.10.2.0. El ordeñador.	11
2.10.3.0. Composición de la leche.....	11
2.10.3.1.0. La producción y la composición son posibles de influenciar.....	11
2.10.4.0. Cualidades que se exige para una leche normal.....	12
2.10.5.0. Características organolépticas de la leche.....	12
2.10.5.1.0. Factores que dan mal olor y sabor a la leche.....	13
2.10.5.2.0. Olores extraños en la leche.....	14
2.10.5.2.1.0. Olores y sabores de la leche.....	14
2.10.5.3.0. Sustancias extrañas en la leche.....	15
2.10.6.0. Determinación de la calidad higiénica de la leche.....	16
2.10.6.1.0. Calidad y control de calidad de la leche.....	17
2.10.6.2.0. Producción de leche de alta calidad.....	17
2.10.6.2.1.0. Inspección de la leche.....	20
2.10.7.0. La leche como alimento.....	21
2.10.7.1.0. Costumbres del consumidor americano en lo que se refiere a la leche.....	21
2.10.7.2.0. Ventajas e inconvenientes de su consumo.....	21
2.10.7.3.0. En la cocina.....	23
2.10.7.4.0. Criterios de calidad en la compra y en la conservación.....	23
2.11.0. Contaminación en el consumo.....	23
2.11.1.0. Normas para prevenir la contaminación de la leche.....	24
2.12.0. Valor de la leche para la nutrición humana.....	25

2.12.1.0. Contenido de elementos nutritivos de la leche.....	26
2.12.2.0. Propiedades nutricionales de la leche.....	27
2.12.3.0. Las proteínas de la leche.....	28
2.12.4.0. Los minerales de la leche.....	28
2.13.0. La leche como base de la alimentación equilibrada.....	28
2.14.0. Importancia de la producción de leche limpia y sana.....	30
2.15.0. La leche cruda para el consumo humano.....	31
2.15.1.0. Problemas relacionados al consumo de leche.....	32
2.15.2.0. Las controversias sociales del consumo de leche.....	33
2.15.2.1.0. Qué tiene de malo beber leche.....	33
2.16.0. Cuidado de la leche en la casa.....	34
2.17.0. Inspección sanitaria de la leche.....	34
2.17.1.0. Código sanitario de lechería.....	34
2.17.2.0. Critica de los métodos de saneamiento.....	35
2.17.3.0. Necesidad del saneamiento de la leche mediante un tratamiento apropiado.....	36
2.18.0. Inspección de la leche.....	37
2.19.0. Los constituyentes de la leche y sus propiedades físicoquímicos.....	38
2.19.1.0. Determinación de Grasa.....	38
2.19.2.0. Determinación de la acidez.....	38
2.19.2.1.0. Acidez actual o aparente.....	39
2.19.2.2.0. Acidez real o titulable.....	40

2.19.3.0. Determinación de la reductasa.....	40
2.19.4.0. Densidad.....	41
2.19.4.1.0. El descremado o adición de leche descremada.....	42
2.19.4.2.0. Densidad específica.....	43
2.20.0. La grasa.	43
2.20.1.0. Economía.....	44
2.20.2.0. Nutrición.....	44
2.20.3.0. Sabor.....	44
2.21.0. Propiedades físicas.....	44
2.21.1.0. Congelación.....	45
2.21.2.0. Ebullición.....	46
2.21.3.0. Composición de la leche.....	46
2.21.4.0. Componentes de la leche.....	46
2.21.5.0. Composición de los triglicéridos de la grasa de leche.....	47
2.21.6.0. Efecto de la composición de la leche.....	47
2.22.0. Fuente de sus constituyentes.....	48
2.23.0. Agua.....	48
2.24.0. Análisis químico.....	49
2.24.1.0. Propiedades químicas.....	50
2.25.0. Propiedades químicas más importantes de los ácidos grasos insaturados son los siguientes.....	50
2.26.0. Propiedades físicas de la grasa de la leche.....	51
2.27.0. Microbiología de la leche.....	51

2.27.1.0. Propiedades microbiológicas.....	52
2.27.2.0. Normas bacterianas para la leche.....	52
2.27.2.1.0. Refrigeración inmediata.....	52
2.28.0. Las bacterias producen malas condiciones de conservación, olor y sabor desagradable.....	52
2.28.1.0. Cómo se produce la contaminación de la leche fresca.....	52
2.29.0. Crecimiento bacterial.....	53
2.30.0. Reproducción bacteriana.....	54
2.30.1.0. Patógenos.....	54
2.30.1.1.0. Nomenclatura y clasificación de las bacterias.....	56
2.31.0. Recuento de las bacterias.....	57
2.32.0. Principales grupos de bacterias que se encuentran la leche.....	58
2.32.1.0. Bacterias “Gram +”.....	58
2.32.2.0. Bacterias “Gram -”.....	60
2.33.0. Bacterias Coliformes.....	62
2.33.1.0. Caracteres bioquímicos.....	62
2.33.2.0. Hábitat del grupo Coliforme.....	62
2.33.3.0. Los coliformes como indicadores.....	63
2.33.4.0. Coliformes y salud publica.....	63
2.33.5.0. Coliformes totales y Coliformes fecales.....	64
2.33.5.1.0. Coliformes Fecales.....	64
2.33.5.2.0. Contaminación fecal humana o animal.....	64
2.33.5.3.0. Coliformes e Higiene de alimentos.....	64

2.34.0. Escherichia coli.....	65
2.34.1.0. Síntomas de infección por Escherichia coli.....	67
2.34.2.0. Formas de propagación.....	68
2.34.3.0. Clasificación de las cepas de Escherichia coli según sus características patogénicas.....	68
2.34.3.1.0. Escherichia coli enteropatógena (ECEP).....	68
2.34.3.2.0. Escherichia coli enterotoxigénica (ECET).....	69
2.34.3.3.0. Escherichia coli enteroinvasiva (ECEI).....	69
2.34.3.4.0. Escherichia coli entero hemorrágica o verotoxigénica (ECEH).	69
2.35.0. Staphylococcus aureus.....	69
2.35.1.0. Infección por Estafilococos aureus.....	70
2.36.0. Cloaca.....	72
2.37.0. Klebsiella.....	72
2.38.0. Citrobacter.....	72
2.39.0. Bacterias “Gram -” diversas.....	73
2.40.0. Fuentes de contaminación de la leche por microorganismos.....	73
2.40.1.0. Interior de la ubre.....	73
2.40.2.0. Cuerpo de la vaca.....	75
2.40.3.0. Personal.....	75
2.40.4.0. Medio ambiente.....	76
2.41.0. Microorganismos.....	76
2.42.0. Brúcela.....	77
2.43.0. Aspecto cuantitativo.....	77

2.44.0. Crecimiento y persistencia de los gérmenes patógenos en los productos lácteos.....	78
2.45.0. Métodos preventivos.....	79
2.45.1.0. Enfermedades del ganado y control veterinario.....	79
2.45.2.0. Control sanitario del personal.....	79
2.45.3.0. Higiene de los locales y del material.....	79
2.46.0. Principales contaminantes microbianos en lácteos.....	80
2.47.0. Bacterias perjudiciales que afectan la leche.....	81
2.48.0. Pasteurización.....	82
2.49.0. Métodos de pasteurización.....	83
2.50.0. Condiciones que debe cumplir un pasteurizador.....	83
2.51.0. Tratamientos térmicos.....	83
2.51.1.0. Termización.....	83
2.51.2.0. Pasteurización (Slow High Temperature SHT).....	83
2.51.3.0. Ultra pasteurización (Ultra High Temperature UHT).....	83
2.51.4.0. Esterilización.....	84
2.52.0. Sección de higienización.....	84
2.52.1.0. Operaciones.....	84
2.53.0. Sección de envasado.....	84
2.54.0. Historia de la industria lechera.....	85
2.55.0. Desarrollo de la industria lechera.....	85
2.56.0. Contaminación de la leche en la industria.....	86
2.57.0. Procesos industriales.....	88

2.57.1.0. Depuración.....	88
2.57.2.0. Filtración.....	88
2.57.3.0. Homogenización.....	89
2.57.4.0. Estandarización.....	89
2.57.5.0. Deodorización.....	89
2.57.6.0. Bactofugación.....	89
2.57.7.0. Clarificación.....	89
2.58.0. Diferentes tipos de presentación de leche en el mercado.....	90
2.59.0. El mercado de la leche.....	90
2.59.1.0. Leche líquida.....	91
2.59.2.0. Leche para la industria.....	91
2.60.0. Venta de leche en las centrales.....	91
2.61.0. Estudios realizados.....	93
3.0. MATERIALES Y MÉTODOS.....	105
3.1.0. Generalidades de la investigación.....	105
3.1.1.0. Localización geográfica.....	105
3.1.2.0. Duración del estudio.....	105
3.1.3.0. Muestreo.....	105
3.1.4.0. Unidades experimentales.....	105
3.2.0. Materiales y equipo.....	106
3.2.1.0. Fase de laboratorio.....	106
3.2.2.0. Fase en el laboratorio.....	106
3.2.2.1.0. Determinación de los procesos fisicoquímicos.....	106
3.2.2.1.1.0. Determinación del porcentaje de Grasa (Método Babcock).....	106

3.2.2.1.2. Determinacion de acidez de la leche.....	107
3.2.2.1.3. Prueba de la Reductasa (azul de metileno).....	108
3.2.2.1.4. Prueba de la densidad.....	109
3.2.2.1.5. Prueba de anillo (Brucelosis).....	110
3.2.2.2. Determinación de los procesos microbiológicos.....	111
3.2.2.2.1. Método del número más probable (N.M.P), para la determinación de eschericha coli y coliformes fecales.....	111
3.2.2.2.2. Método de la placa vertida, (para determinar el recuento de coliformes totales).....	111
3.2.2.2.3. Recuento de staphylococcus aureus.....	112
3.3.0. Metodología estadística.....	113
3.3.1. Bloques al azar.....	114
4.0. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	115
4.1.0. Análisis fisicoquímicos.....	115
4.1.1.0. Porcentaje de Grasa.....	115
4.1.2.0. Porcentaje de Acidez.....	117
4.1.3.0. Reductasa.....	119
4.1.4.0. Densidad.....	121
4.1.5.0. Prueba de anillo.....	123
4.2.0. Analisis Microbiologicos.....	124
4.2.1.0. Coliformes fecales.....	124
4.2.2.0. Coliformes Totales.....	126
4.2.3.0. Staphylococcus Aureus.....	128
4.2.4.0. Escherichia Coli.....	130
5.0. CONCLUSION.....	133

6.0. RECOMENDACIONES.....	134
7.0. BIBLIOGRAFIA.....	135
8.0. ANEXOS.....	141

INDICE DE CUADROS.

Cuadro.	Pag.
1. Según el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).....	8
2. Consumo de leche per cápita en algunos países.....	22
3. Nutrición de un adulto de 70 kg. de peso, en trabajos de esfuerzo moderado y elementos nutritivos que suple 1 litro de leche.....	29
4. Composición de la leche de varias especies.....	49
5. Contenido microbiano de la leche al momento del ordeño.....	74
6. Contenido bacteriano en diferentes porciones de leche de un ordeño.....	75
7. Características de la leche cruda.....	93
8. Características fisicoquímicas de la leche entera.....	94
9. Análisis de porcentaje de Grasa.....	115
10. Análisis de porcentaje de Acidez.....	117
11. Análisis de Reductasa (hrs).....	119
12. Análisis de Densidad (°C).....	121
13. Prueba de anillo para determinación de Brúcela.....	124
14. Resultado de análisis de Coliformes Fecales.....	125
15. Resultado de análisis de Coliformes Totales.....	127
16. Resultado de análisis de Staphylococcus Aureus.....	129
17. Resultado de análisis de Escherichia Coli.....	131
A-1. Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico de leche cruda y pasteurizada semana 1.....	141

A-2. Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico	
de leche cruda y pasteurizada semana 2.....	141
A-3. Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico	
de leche cruda y pasteurizada semana 3.....	142
A-4. Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico	
de leche cruda y pasteurizada semana 4.....	142
A-5. Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico	
de leche cruda y pasteurizada semana 5.....	143
A-6. Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico	
de leche cruda, leche hervida.....	143
A-7. Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico	
de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 2.....	144
A-8. Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico	
de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 3.....	145
A-9. Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico	
de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 4.....	146
A-10. Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico	
de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 5.....	147
A-11. Resultados del muestreo de porcentaje de Grasa.....	147
A-12. Análisis de varianza; variable dependiente: % de Grasa.....	148
A-13. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T1 Leche UES.....	148
A-14. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T2 Leche Col. Molino.....	148

A-15. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T3 Leche pasteurizada	
Dos Pinos.....	149
A-16. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T4 Leche pasteurizada Salud...	149
A-17. Resultados del muestreo del porcentaje de Acidez.....	149
A-18. Análisis de varianza; variable dependiente: % de Acidez.....	150
A-19. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T1 Leche UES.....	150
A-20. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T2 Leche Col. Molino.....	150
A-21. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T3 Leche pasteurizada	
Dos Pinos.....	150
A-22. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T4 Leche pasteurizada	
Salud.....	151
A-23. Resultados del muestreo de Reductasa (T.R.A.M.) hrs.....	151
A-24. Análisis de varianza; variable dependiente: Reductasa.....	151
A-25. Error típico de la diferencia Reductasa.....	152
A-26. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente	
de Reductasa (hrs).....	152
A-27. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T1 Leche UES.....	153
A-28. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T2 Leche Col. Molino.....	153
A-29. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T3 Leche Pasteurizada	
Dos Pinos.....	153
A-30. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T3 Leche Pasteurizada	
Salud.....	154
A-31. Resultados del muestreo de Densidad (°C).....	154

A-32. Análisis de varianza; variable dependiente: Densidad (°C).....	154
A-33. Error típico de la diferencia Reductasa.....	154
A-34. Diferencias de media entre tratamientos; variable dependiente de la Densidad (°C)	155
A-35. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T1 Leche UES.....	155
A-36. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T2 Leche Col. Molino.....	156
A-37. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T3 Leche Pasteurizada Dos Pinos.....	156
A-38. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T4 Leche Pasteurizada Salud.....	156
A-39. Resultado de muestreo brucelosis (prueba de anillo).....	157
A-40. Resultados del muestreo de Coliformes Fecales.....	157
A-41. Análisis de varianza; variable dependiente: Coliformes Fecales.....	157
A-42. Error típico de la diferencia de Coliformes Fecales.....	158
A-43. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente: Coliformes Fecales.....	158
A-44. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T1 Leche UES.....	159
A-45. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T2 Leche UES Hervida.....	159
A-46. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T3 Leche Col. Molino.....	159
A-47. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T4 Leche Col. Molino Hervida.....	160

A-48. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T5 Leche	
Pasteurizada Dos Pinos.....	160
A-49. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T6 Leche Pasteurizada	
Salud.....	160
A-50. Resultados del muestreo de Coliformes Totales.....	161
A-51. Análisis de varianza; variable dependiente: Coliformes Totales.....	161
A-52. Error típico de la diferencia de Coliformes Totales.....	161
A-53. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente:	
Coliformes Totales.....	162
A-54. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T1 Leche UES.....	162
A-55. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T2 Leche UES	
Hervida.....	163
A-56. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T3 Leche Col.	
Molino.....	163
A-57. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T4 Leche Col. Molino	
Hervida.....	163
A-58. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T5 Leche Pasteurizada	
Dos Pinos.....	164
A-59. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T6 Leche Pasteurizada	
Salud.....	164
A-60. Resultados del muestreo de Staphylococcus aureus.....	164
A-61. Análisis de varianza; variable dependiente: Staphylococcus aureus...	165
A-62. Error típico de la diferencia de Staphylococcus aureus.....	165

A-63. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente:	
Staphylococcus aureus.....	166
A-64. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T1 Leche UES.....	166
A-65. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T2 Leche UES	
Hervida.....	166
A-66. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T3 Leche	
Col. Molino.....	167
A-67. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T4 Leche	
Col. Molino Hervida.....	167
A-68. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T5 Leche Pasteurizada	
Dos Pinos.....	167
A-69. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T6 Leche	
Pasteurizada Salud.....	168
A-70. Resultados del muestreo de Escherichia Coli.....	168
A-71. Análisis de varianza; variable dependiente: Escherichia Coli.....	169
A-72. Error típico de la diferencia de Escherichia Coli.....	169
A-73. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente:	
Escheaichia Coli	170
A-74. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T1 Leche UES.....	170
A-75. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T2 Leche UES Hervida....	170
A-76. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T3 Leche Col. Molino.....	170
A-77. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T4 Leche Col. Molino	
Hervida.....	171

A-78. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T5 Leche Pasteurizada	
Dos Pinos.....	171
A-79. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T6 Leche Pasteurizada	
Salud.....	171

INDICE DE FIGURAS.

Figura.	Pág.
1. Porcentaje de acidez de la leche cruda.....	94
2. Porcentaje de acidez de la leche pasteurizada.....	95
3. Densidad de la leche cruda.....	95
4. Densidad de la leche pasteurizada.....	96
5. Porcentaje de grasa de la leche cruda.....	96
6. Porcentaje de grasa de la leche pasteurizada.....	97
7. Porcentaje de sólidos totales en leche cruda.....	97
8. Porcentaje de sólidos totales en leche pasteurizada.....	98
9. Porcentaje de sólidos no grasos en leche cruda.....	98
10. Porcentaje de sólidos no grasos en leche pasteurizada.....	99
11. Prueba de TRAM para la leche cruda.....	100
12. Prueba de TRAM para le leche pasteurizada.....	101
13. Recuento total de mesófilos en leche cruda (en millones ufc/ml).....	102
14. Recuento total de mesófilos en leche pasteurizada.....	103
15. Recuento total de mesófilos en leche pasteurizada.....	103
16. Porcentaje de grasa (%) en cada tratamiento.....	115
17. Porcentaje de acidez (%) en cada tratamiento.....	118
18. Reductasa (T.R.A.M. hrs) en cada tratamiento.....	120
19. Promedio de reducción al azul de metileno en horas, por semanas.....	121
20. Densidad relativa (°C) en cada tratamiento.....	122

21.	Promedio de densidad relativa por semana.....	122
22.	Prueba de anillo en cada tratamiento.....	124
23.	Coliformes Fecales (NMP/ml) en cada tratamiento.....	125
24.	Coliformes Totales (UFC/ml) en cada tratamiento.....	127
25.	Staphylococcus Aureus (UFC/ml) en cada tratamiento.....	129
26.	Escherichia Coli (NMP/ml) en cada tratamiento.....	131

1.0. INTRODUCCION.

La leche de vaca es uno de los alimentos más antiguos, altamente nutricional y proteicos de primer orden en la alimentación humana ya que su composición es amplia en cuanto a vitaminas y minerales, pero a su vez el consumo de la leche cruda es un riesgo ya que sus características fisicoquímicas (grasa, acidez, reductasa y densidad), su pH de 6.6 - 6.8 la vuelven ideal para su contaminación, desarrollo bacteriano y vehículo de transporte de cualquier tipo de enfermedades, siendo esta la sustancia que posee todos los nutrientes necesarios para actuar como un perfecto medio de cultivo microbiológico, de los que podemos encontrar microorganismos beneficiosos y bacterias lácticas, algunas son alterantes y otra perjudiciales para la salud tales como E. coli., Coliformes fecales, Coliformes totales, S. aureus, entre otras.

En este sentido el ordeño es la puerta de entrada a la calidad de la leche que consumimos en nuestro medio, por lo tanto la práctica higiénica del ordeño es la primera norma a observar en el proceso de calidad de la leche, ya que esta es el producto integro, no alterado ni adulterado de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, por lo tanto es necesario consumir dicho producto que haya pasado ciertos procesos de pasteurización tales como leche hervida o industrializada, para evitar algún tipo de enfermedades gastrointestinales. Es por eso que la leche se obtiene de vacas certificadas como sanas; es decir libre de enfermedades infectocontagiosas tales como: tuberculosis, brucelosis y mastitis.

Las principales fuentes de contaminación de la leche cruda son: una mala manipulación de la misma, al no tomar en cuenta medidas higiénicas para que el producto se mantenga en un buen estado hasta el momento de su consumo. La leche que se utiliza para el consumo humano debe someterse a filtración y preferiblemente debe enfriarse a 45°C.

Por lo general los microorganismos patógenos disminuyen su valor nutricional, deteriorándola totalmente, causando malos olores, sabor y color, lo que representa un serio

peligro para la salud de las personas si se consume esa leche en este estado, por lo tanto el valor económico disminuye.

Por esta razón se debe aplicar correctamente las debidas medidas de higiene, de tal manera que se evite en lo posible que la leche cruda se contamine con bacterias causantes de enfermedades.

2.0. REVISION DE LITERATURA.

2.1.0. Historia y origen

El consumo regular de leche por parte de las personas se remonta al momento en que los antepasados dejaron de ser nómadas y comenzaron a cultivar la tierra para alimentar a los animales capturados que mantenían junto al hogar. Este cambio se produjo en el Neolítico aproximadamente 6000 años a.C.

En aquellos tiempos, la leche se guardaba en pieles, tripas o vejigas animales que, en ocasiones, no estaban bien lavadas o se dejaban expuestas al sol, por lo que el producto se coagulaba. De este modo surgió el que probablemente fuera el primer derivado lácteo, al que ya se hacían alusiones en la Biblia: la leche cuajada (46).

El consumo de la leche de origen animal comenzó con la domesticación de los animales en el oriente medio: primero las vacas, luego las cabras después las ovejas, entre 9000 y 8000 años antes de Cristo el mamífero Eomaia fue un ancestro común de los mamíferos y se cree que contaba con la capacidad de producir leche como se produce en la actualidad (28).

2.2.0. Que es leche según la norma salvadoreña propuesta por el CONACYT.

Es el producto integro no alterado ni adulterado de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras del ganado bovino obtenido de un ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y libres de calostro; que no ha sufrido ningún tratamiento a excepción del filtrado y/o enfriamiento y está exenta de color, olor, sabor y consistencias anormales (30, 31).

Desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas (CODEX ALIMENTARIO, 2002) (24).

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

Por ejemplo:

- Caseína, la principal proteína de la leche, se encuentra dispersa como un gran número de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan, y permanecen en suspensión. Estas partículas se llaman micelas y la dispersión de las mismas en la leche se llama suspensión coloidal;
- La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la leche se encuentran en forma de emulsión; esto es una suspensión de pequeños glóbulos líquidos que no se mezclan con el agua de la leche;
- La lactosa (azúcar de la leche), algunas proteínas (proteínas séricas), sales minerales y otras sustancias son solubles; esto significa que se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche (19).

Se puede definir la leche desde los siguientes puntos de vista:

- **Biológico:** es una sustancia segregada por la hembra de los mamíferos con la finalidad de nutrir a las crías.
- **Legal:** producto del ordeño de un mamífero sano y que no representa un peligro para el consumo humano.
- **Técnico o físico-químico:** sistema en equilibrio, constituido por tres sistemas dispersos: solución, emulsión y suspensión.

2.3.0. Animales productores de leche.

Actualmente, la leche que más se utiliza en la producción de derivados lácteos es la de vaca (debido a las propiedades que posee, a las cantidad que se obtiene, agradable sabor, fácil digestión, así como la gran cantidad de derivados obtenidos). Sin embargo, no es la única que se explota. También están la leche de cabra, asna, yegua, camella, entre otras. El consumo de determinados tipos de leche depende de la región y el tipo de animales disponibles. La leche de cabra es ideal para elaborar dulce de leche (también llamado *cajeta*) (20).

2.4.0. Importancia de la leche como alimento.

Las características nutricionales que hacen de la leche un alimento completo para la dieta

de los seres humanos, también la hacen un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos.

La leche es uno de los pocos alimentos que puede ser considerado como equilibrado, es aceptada por la población como el alimento más estable y básico, independientemente de la edad de los consumidores.

Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, estas cualidades están sometidas a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original. Estos riesgos son: la contaminación y multiplicación de microorganismos, contaminación con gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad, etc. (28).

Todos éstos, ya sean en forma aislada o en conjunto, conspiran en forma negativa sobre la calidad higiénica y nutricional del producto y, consecuentemente, conspiran en contra de la salud pública.

Con referencia a la salud pública, son claros los riesgos que el consumo de leche cruda trae, lo cual sumado a la inexistencia de mecanismos de control puede traer problemas de salud en la población, pero, como muchas cosas en este país, comenzaremos a tomar medidas seguramente cuando ya sea muy tarde (28).

2.5.0. Utilización y uso de la leche.

La leche de vaca presenta diferentes usos en la nutrición animal y humana (niños recién nacidos, infantiles, jóvenes y adulto mayor), ya que su contenido de calcio es útil para evitar enfermedades tales como la osteoporosis entre otras (28).

2.5.1.0. Utilización de la leche para la alimentación de terneros tiernos.

Los terneros al nacer son separados de sus madres y luego se les proporciona leche en pachas para su alimentación hasta la edad de 4 semanas. De las 4 semanas en adelante se les

da leche sustituta hasta su destete (28).

2.6.0. Manejo de la leche para consumo humano.

Las leches destinadas a los lugares de expendio son transportadas por personas que compran el producto en las haciendas o a pequeños productores estos la transportan al pueblo o ciudad en pick up, usando para ello recipientes inadecuados tales como: pipas, cantaros, recipientes metálicos y recipientes plásticos (puestos de ventas de saguan) que por lo general están deteriorados. La forma en que manipulan el producto no es el indicado ya que estos cuando entregan a los detallistas, miden el volumen de la leche que estos desean, con un recipiente de metal que es llamado medidora con capacidad de 1 a 5 botellas, la cual es obtenida en la cama del carro o en lugares inadecuados. Luego van a otro comprador y con la misma medidora sin asegurarse de que esta esté limpia, vuelven a medir el volumen del producto deseado. Este producto es vendido en las horas de 5 a 7 am y de las 4 a 6 pm, en horas frescas.

2.7.0. Requisitos que definen la calidad de la leche cruda.

1. Recuento de bacterias mesófilos aerobias como indicador de la calidad higiénica
2. Ausencia de residuos de antibióticos
3. Recuento de células sonáticas como indicador de la mastitis (19, 33).

Cuando una leche se considera pura y apta para el consumo humano:

1. Ausencia de calostro
2. Leche libre de adulteración (agua)
3. Que esté libre de antibiótico
4. Presencia de bacterias en un nivel permisible
5. Ausencia de enfermedades infecciosas (mastitis, brucelosis y tuberculosis) (19).

2.7.1.0. Componentes que influyen la calidad de leche.

2.7.1.1.0. Células en la leche.

Las células somáticas en la leche no afectan la calidad nutricional en sí. Ellas son solamente importantes como indicadores de otros procesos que pueden estar sucediendo en el tejido mamario, incluyendo inflamación. Cuando las células se encuentran presentes en cantidades mayores de medio millón por mililitro, existe una razón para sospechar de mastitis (19).

2.7.1.2.0. Componentes indeseables en la leche.

La leche y sus subproductos son alimentos perecederos. Altos estándares de calidad a lo largo de todo el procesamiento de la leche son necesarios para alcanzar o mantener la confianza del consumidor, y para hacer que ellos decidan comprar productos lácteos. La leche que deja el establo debe de ser de la más alta calidad nutricional, inalterada y sin contaminar.

Presentamos aquí una lista parcial de las sustancias indeseables más comunes que se encuentran en la leche:

- Agua adicional;
- Detergentes y desinfectantes;
- Antibióticos;
- Pesticidas o insecticidas;
- Bacterias (19).

La vigilancia de los productores en seguir las instrucciones en el uso de productos químicos, como también un buen ordeño, limpieza y almacenamiento de los productos no son solo esenciales para su éxito propio pero también para el éxito de la industria lechera en general (19).

Cuadro N° 1. Según el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), para que la leche sea de calidad, debe cumplir los siguientes requisitos o parámetros:

	Parámetros	
	Leche cruda	Leche pasteurizada
Grasa %	3.0 %	3.0 %
Acidez %	0.14%-0.17%	0.14%-0.17%
Densidad (°C)	1.028-1.033	1.028-1.033
Reductasa	Clase A > 6 hrs Clase B 4 hrs mínimo Clase C < 4 hrs	Clase A > 6 hrs Clase B 4 hrs mínimo Clase C < 4 hrs
Proteína	3% mínimo	3% mínimo
Sólidos totales % m/m	11.5 mínimo	11.5 mínimo
Cenizas	0.70 promedio	0.70 promedio
extracto seco desgrasado	8.30 mínimo	8.30 mínimo
Coliformes Fecales	3.0 NMP/ml	3.0 NMP/ml
Coliformes Totales	10.0 UFC/ml	10.0 UFC/ml
Staphylococcus aureus	10.0 UFC/ml	10.0 UFC/ml
Escherichia coli	3.0 NMP/ml	3.0 NMP/ml

(4)

2.8.0. Características generales.

Se puede decir que la leche cruda de vaca, debe presentar aspecto normal, estar limpia, libre de calostro, preservantes, antibióticos, colorantes, materias extrañas, sabores y olores objetables o extraños. La leche se obtendrá de vacas certificadas como sanas; es decir, libres de enfermedades infecto-contagiosas, tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis.

Después del ordeño, la leche se someterá a filtración y preferentemente se enfriará a 4.5°C. En el momento de entrega a las plantas procesadoras o a los centros de distribución, puede estar a una temperatura no mayor de 10°C, debiendo cumplir además, con las condiciones exigidas por la legislación sanitaria pertinente (40).

La leche es un líquido de color blanco mate y ligeramente viscoso, donde la composición y las características fisicoquímicas varían sensiblemente según la especie animal y hasta según las razas. Estas características también varían en el curso del periodo de lactación, así

como en el curso de su tratamiento (28).

2.8.1.0. Aspectos generales.

El manejo de la leche es uno de los trabajos que exigen más tiempo en la producción de leche. Al mismo tiempo, la leche significa definitivamente uno de los mayores ingresos para el ganadero. Por lo tanto, es importante usar un sistema de manejo de la leche apropiado. Naturalmente, las condiciones de la granja determinan el sistema a elegir (40).

2.9.0. Higiene en la producción de leche.

La exigencia de una buena higiene en la producción de leche ha aumentado sucesivamente, de acuerdo con el incremento de la demanda de buena higiene de las centrales lecheras (40).

2.10.0. Naturaleza y características de la leche.

La secreción láctea de las glándulas mamarias de los mamíferos es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce. Su propósito natural es la alimentación de la cría durante sus primeros meses de vida (24).

2.10.1.0. Procedimiento para un ordeño higiénico.

* Trasladar las vacas del potrero a las instalaciones de ordeño, por lo menos una hora antes del ordeño. El propósito de este traslado previo es para que la vaca esté descansada después del traslado y tenga a disposición agua y alimentos.

* Es recomendable que las vacas pasen por un baño general, previo a llegar al área de ordeño con el propósito de aseo y bajar la temperatura corporal.

* En cuanto a las instalaciones estas deben estar separadas y contar en lo posible con un corral general para recibir a los animales y un corral de espera inmediata al ordeño. (área que obligatoriamente debe ser pavimentada y/o con piso muy limpio).

* Una a una las vacas ingresaran a la sala de ordeño y el orden puede establecerse así:
Primero ingresaran las novillas y vacas recién paridas.

Segundo las vacas de alta producción.

Tercero vacas de menor producción.

Por último las vacas que están en tratamiento cuya leche será seleccionada por cuartos buenos o leche que no será procesada. (Caso de problemas de vacas con mastítis. Esta leche se conoce como leche patológica.)

* Se le proporciona alimento a la vaca en la sala de ordeño y se prepara para el ordeño lavando la ubre, pezones y flancos, para evitar contaminación de la leche, el agua debe ser tibia en lo posible (37°C), esta operación estimula la bajada de la leche. (Galactopoyesis).

* En cuanto al ordeñador este debe mantenerse limpio en su aseo corporal, lavarse las manos y brazos previo al ordeño hasta un nivel arriba del codo y secarse totalmente y lavarse las manos entre el ordeño de cada vaca. Los recipientes (baldes, pipas, coladores, etc.) en que se va a recibir la leche o tienen contacto con ella, deben estar completamente limpios.

* Realizar el despunte en 2 ó 3 chorros de leche por cada pezón, en una taza con fondo negro preferentemente de control de mastítis, a fin de detectar su presencia u otro problema relacionado con alguna enfermedad contagiosa.

* Realizar un ordeño completo e ininterrumpido.

* Al terminar el proceso de ordeño de cada vaca, esta se pesa para fines de registro y se procede al colado o filtrado y enfriado de la leche (temperatura de enfriamiento 4.0°C). Es importante que después del ordeño las vacas se mantengan de pie, razón por la que deben tener alimentación libre, a fin de dar tiempo a que cierre el esfínter de cada pezón.

* Higiene del ordeñador, auxiliares, utensilios y entorno:

a- Realizar exámenes de salud cada 6 meses y obtener un certificado de salud (hemoglobina, heces, orina y tórax.).higiene personal e higiene en el corral

b- Higienización y limpieza de la sala de ordeño entre cada ordeño.

c- Limpieza de corrales de espera y adyacentes.

e- Eliminación de la mosca.

f- Limpieza de aperos utilizados en el proceso (28).

2.10.2.0. El ordeñador.

En el momento de pasar de un animal a otro puede transmitir microorganismos patógenos a todo el rebaño, esto contaminaría toda la leche. Una persona que este padeciendo de alguna infección puede contaminar la leche, volviéndola no acta para consumo humano. El ordeñador juega un rol de mucha importancia en el control de los niveles sanitarios. Debe asegurar que se mantenga un estado de limpieza en las instalaciones y utensilios, que los animales estén limpios y en un buen estado de salud, además de observar su propia higiene personal (30,45).

Requisitos que debe de cumplir el ordeñador:

1. Certificado de salud.
2. Uniforme (aguantes, gabacha blanca, botas y gorro blanco).
3. Detergentes, desinfectantes y selladores de pezones.
4. Aseo de la vaca.
5. Aseo de la sala de ordeño.
6. Usar agua tibia y toallas desechables para lavar ubres.

2.10.3.0. Composición de la leche.

La grasa de la leche consiste principalmente en triglicéridos, los cuales son sintetizados desde gliceroles y los ácidos grasos. Los ácidos grasos de cadena larga son absorbidos desde la sangre. Los ácidos grasos de cadena corta están sintetizados en la glándula mamaria desde los componentes de acetato y beta hidroxibutirato lo cual tiene sus orígenes en la sangre. La proteína de la leche es sintetizada a partir de los aminoácidos también originados de la sangre, y consiste principalmente de caseína y de una pequeña cantidad de proteínas. La lactosa es sintetizada desde la glucosa y la galactosa a partir de las células secretorias. Las vitaminas, minerales, sales y anticuerpos son transformados desde la sangre a lo largo del citoplasma de las células al lumen alveolar (29).

2.10.3.1.0. La producción y la composición son posibles de influenciar.

Es bien sabido que la cantidad de leche a ser producida es altamente influenciada por la

cantidad de alimento dado al animal. Es parcialmente posible influenciar la composición de la leche por el alimento, especialmente en la composición del mismo. Como ejemplo, las dietas con bajo contenido de fibra pueden causar una disminución de la grasa de la leche. Tales dietas pueden alterar la composición de los ácidos grasos volátiles en el rumen, lo que influye en la grasa metabólica en la glándula mamaria. Es por lo tanto más difícil alterar el contenido de proteína en la composición del alimento.

La posibilidad de alterar la composición de la leche es también evidente, pero está relacionado con el contenido de grasa y menos del contenido de proteína. El contenido de grasa y proteína en la leche son también factores importantes en el programa de reproducción (29).

2.10.4.0. Cualidades que se exige para una leche normal.

Según Hernández, la leche que es destinada al consumo directo como requisito mínimo debe cumplir las siguientes condiciones:

1. Ser limpia y pura.
2. Ser de color blanco opaco amarillento y olor agradable.
3. Satisfacer desde el momento del ordeño hasta la venta las siguientes condiciones física, químicas, y bacteriológicas: 1,029 a 1,333 gr/ml, máximo de acidez 0.17%, mínimo de grasa 3.5%, mínimo de sólidos no grasos 8.5% (11).

2.10.5.0. Características organolépticas de la leche.

Entre estas tenemos: sabor, olor y color, son características que sirven de base para determinar las leches desde el punto de vista comercial. La leche fresca tiene las siguientes características:

1. Sabor: El sabor natural de la leche es difícil de definir, normalmente no es ácido ni amargo, sino más bien ligeramente dulce gracias a su contenido en lactosa. A veces se presenta con cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros que tiene la leche de vaca que se encuentra al final del periodo de lactancia o que sufren estados infecciosos de la ubre (mastitis); otras veces el sabor se presenta ácido cuando el porcentaje de acidez en el producto es superior a 22-33 ml, NaOH 0,1 N/100 ml (0,2 - 0,3 % de ácido láctico. Pero en

general, el sabor de la leche fresca normal es agradable y puede describirse simplemente como característico.

2. Olor: El olor de la leche es también característico y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. La leche puede adquirir, con cierta facilidad olores extraños, derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancias de olor penetrante o superficies metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante su manipulación. (PINZON, 2004) (24).

3. Color: el color normal de la leche es blanco, el cual se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato-fosfato cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión. Aquellas leches que han sido parcial o totalmente descremadas o que han sido adulteradas con agua, presentan un color blanco con tinte azulado. Las leches de retención o mastíticas presentan un color gris amarillento. Un color rosado puede ser el resultado de la presencia de sangre o crecimiento de ciertos microorganismos. Otros colores (amarillo, azul, etc.), pueden ser producto de contaminación con sustancias coloreadas o de crecimiento de ciertos microorganismos.

Textura: La leche tiene una viscosidad de 1,5 a 2,0 centipoises a 20 °C, ligeramente superior al agua (1,005 cp. Esta viscosidad puede ser alterada por el desarrollo de ciertos microorganismos capaces de producir polisacáridos que por la acción de adicionar agua aumentan la viscosidad de la leche (leche mastítica, leche hilante (24).

2.10.5.1.0. Factores que dan mal olor y sabor a la leche.

- Condiciones físicas normales de la vaca, en este caso las sustancias son secretadas con la leche.
- De la descomposición de los constituyentes de la leche por bacteria u otros organismos.
- Absorción de los olores del medio ambiente.
- De partículas extrañas presentes en la leche.
- De cambios químicos.

La acidez y la temperatura son factores más importantes que afectan el comportamiento de la leche y sus derivados, durante cualquier procedimiento tecnológico (37).

2.10.5.2.0. Olores extraños en la leche.

Los olores extraños en la leche de quesería pasan al queso en algunos casos su concentración es tan elevada que su presencia se detecta con gran facilidad. Algunos de olores más volátiles les pueden eliminarse con tratamientos a elevadas temperaturas.

Pero si se trata de una sustancia menos volátil ésta suele fijarse a alguno de los componentes de la leche, como grasa o proteína. Desafortunadamente resulta muy difícil detectar por olor en la leche fría (tal como suele recibirse en las granjas), la presencia incluso de aquellas sustancias más volátiles. Los olores extraños suelen aparecer con mayor frecuencia en la leche cuando en el pasto escasea la hierba, y los animales comienzan a consumir otras hierbas menos digeribles. En el caso de las ovejas y cabras, éste fenómeno suele producirse por el consumo de hierbas estacionales tales como: ipasina, jalacate, estas transmiten malos olores a la leche. Las hierbas que se relacionan provocan la aparición en la leche de sabores extraños, aunque pueden incluso pasar a la cuajada. La alimentación del ganado con hojas en descomposición, extremo superior de remolacha, cereales de cervecería, etc.

Pueden dar lugar en la leche a la aparición de aromas extraños. El petróleo la gasolina, las pinturas, las resinas, los aerosoles, los jabones carbónicos y los desinfectantes pueden tener también malos olores que permanecen, aunque éstos no afectan el sabor (30).

2.10.5.2.1.0. Olores y sabores de la leche.

La leche está expuesta a tomar sabores y olores malos por un gran número de causas. Todas ellas son perjudiciales y reducen la calidad de la leche.

La oxidación de la grasa en la leche puede determinar sabores desagradables, entre estos el sabor a yeso, sabor a cartón, a rancio, a pescado o a aceite. La leche de vaca que es producida al final de la lactación suele estar más expuesta a estas alteraciones.

También podemos observar problemas de leche en algunas vacas individuales, la agitación excesiva de la leche o el calentamiento y enfriamiento alternado de la leche, tienden a

estimular la presencia de olores debido a la exudación. Un buen manejo adecuado de la refrigeración de la leche y evitar variaciones de caudal en las tuberías u otras causas de agitación, contribuirá a eliminar los malos olores producidos por la oxidación (30).

2.10.5.3.0. Sustancias extrañas en la leche.

La leche puede tener en ocasiones sustancias extrañas (antibióticos), utilizadas para eliminar de la misma diversos agentes patógenos. Pero puede encontrarse también en cantidades traza otros compuestos como, por ejemplo, algunos insecticidas, como el hexacloruro de benceno, el DDT, el dieldrin, el lindano, el metoxiclor, el malation, el aldrín, etc. utilizado para la eliminación de insectos diversos de los propios animales, de los utensilios o de los corrales. En opinión de Marth y Ellickson (1959), los insecticidas orgánicos fosforados no se hallan normalmente presentes en la leche. Sin embargo el DDT que la leche pueda eventualmente contener, se acumula en la grasa corporal (Hayes, 1967). Un lavado inadecuado de los diversos utensilios que entran normalmente en contacto con la leche puede dar lugar a la contaminación de la misma con formol, ácido Bórico, ácido Benzoico, sales alcalinas como ácidos salicílicos, Bicromato Potásico, y a veces también agua oxigenada. Muchas de estas sustancias dificultan el crecimiento de las bacterias utilizadas como Starters. La leche puede también contener sales de metales como, cobre, plomo, cadmio y zinc, procedentes de la corrosión de tanques, depósitos y utensilios diversos. Cuando la contaminación de la leche con metales pesados rebasa ciertos límites, puede provocar la aparición en la cuajada de sabores y colores extraños.

En épocas de sequía el ganado puede ingerir plantas tóxicas diversas, pero las micotoxinas producidas por el crecimiento de mohos sobre cereales, harina de cacahuete y diversas semillas oleaginosas utilizadas en la alimentación del ganado, pueden también llegar a ser un problema importante. La aflatoxina B, que es la que con mayor frecuencia se encuentra en los piensos, se convierte en aflatoxina M apareciendo en esta forma en la leche. Si la leche de quesería la contiene ésta pasará al queso. Petterson y Roberts (1980), comprobaron que solamente el 4% de los piensos concentrados para las vacas lecheras contenían aflatoxina B, por lo que probablemente la concentración de la misma en la leche sería baja. En Estados Unidos el nivel máximo de aflatoxina M permitido en la leche es de 0,5 mg/l Paterson (1980)

mencionan concentraciones de 0,21 mg/1 Bracket y Marth (1982) comprobaron la presencia de aflatoxina M asociada a la caseína (ligada a la proteína). El *Aspergillus flavus*, que crece sobre la corteza del queso Cheddar, puede producir también aflatoxina si la temperatura ambiente es de 12-15 °C, pero no si es de 4°C. Fremy y Roiland (1979) comprobaron que la flatoxina M era capaz de permanecer en el queso Cammmemberts al menos durante 30 días. La cuajada retenía el 39,4% de la flatoxina de la leche y el suero, el 60,6%. Los nutriólogos están muy sensibilizados con la posible presencia en la leche de quesería de insecticidas, herbicidas, desinfectantes, y toxinas diversas, lo cual puede determinar que en el futuro, los laboratorios de control deban también hacerse cargo de una tarea analítica adicional como es la detección de éstas sustancias (30).

2.10.6.0. Determinación de la calidad higiénica de la leche

La leche se somete a algunas pruebas para determinar si es adecuada para el consumo humano. Estas pruebas incluyen lo siguiente:

- Determinación de la densidad: sirve para determinar pureza en cuanto a una posible adulteración (con agua).
- Punto de congelación: este indica eventuales adulteraciones.
- Determinación de la acidez: leche con una acidez mayor de 0.18 se rechaza.
- Precipitación con alcohol: se mezcla cantidades iguales de leche y alcohol a 68%, si se produce la coagulación, la acidez es demasiado elevada.
- Ebullición: si la leche se coagula hirviéndola, esta es inadecuada para la pasteurización.

La mayoría de fábricas pagan la leche según su contenido de grasa y proteína porque estas características determinan el rendimiento de la elaboración. Por lo tanto, la leche debe de pasar un examen de calidad (38).

2.10.6.1.0. Calidad y control de calidad de la leche

La calidad de la leche implica la ausencia de:

Defectos.

Alteraciones.

Adulteraciones y fraudes.

El control de calidad es imprescindible para descubrir y evitar la presencia de:

Defectos.

Alteraciones.

Adulteraciones y fraudes por un método adecuado.

Nos referimos únicamente al control de calidad de la leche de una forma sencilla y usando los análisis de control más fundamentales (10).

2.10.6.2.0. Producción de leche de alta calidad

Con establo, sala de ordeño y equipo apropiados, como se describe en los capítulos anteriores, no debe ser una labor difícil producir leche de alta calidad. Sin embargo, el equipo no es todo lo que debe tomarse en consideración a este respecto. Deben seguirse también los métodos adecuados si se desea obtener los mejores resultados. En realidad, leche de alta calidad puede producirse en establos ordinarios y con un equipo mediano, si los métodos utilizados son adecuados. Para producir leche limpia y de alta calidad, el vaquero debe comprender lo que constituye la limpieza y debe estar dispuesto a vigilar el cumplimiento de todos los detalles necesarios para la producción de tal leche (45).

Para ser de alta calidad, la leche debe de ser limpia, de buen sabor y contener un mínimo de bacterias, ninguna de las cuales debe ser nociva. Para producir tal leche, se han elaborado métodos que no requieren equipo complicado o costoso, sino gran cuidado y limpieza.

Vacas sanas. La leche debe ser producida por vacas que se sepa que no padecen

enfermedades. Las vacas deben ser sometidas a las pruebas de tuberculosis y brucelosis cuando menos una vez al año, y si alguna tiene enfermedad, debe repetirse la prueba con mayor frecuencia. Todos los animales que reaccionan a la prueba deben ser separados del rebaño, y tanto el establo como los locales adyacentes desinfectados perfectamente.

Toda leche que sea en alguna forma anormal debe desecharse; como regla general, no debe consumirse la leche de una vaca 14 días antes del parto o 4 días después de él. Sólo debe tomarse la leche de vacas normales y sanas. La leche de las vacas que padecen mastitis suele ser química y físicamente anormal y con frecuencia tiene elevada cuenta bacteriana.

El uso de antibióticos en el tratamiento de la mastitis ha sido eficaz; pero la leche producida varios días después del tratamiento contiene el antibiótico, que es causa de dificultades en la elaboración del queso y la mantequilla. La leche de las vacas tratadas con penicilina, aureomicina u otros antibióticos no debe ser empleada por un periodo de 72 horas después del tratamiento.

Cubos de boca estrecha para leche. Puesto que la mayor parte de la suciedad de la leche cae del cuerpo de la vaca cuando se ordeña a mano, es evidente la ventaja del empleo de los cubos de boca estrecha. Con ellos se obtiene una leche más limpia y con menos bacterias. Casi todas las granjas lecheras que venden leche líquida usaban máquinas de ordeñar y también muchos granjeros que venden leche para ser manufacturada, pero bastantes de estos últimos ordeñan aun a mano.

Manejo de la leche. La leche debe llevarse a la casa de la leche inmediatamente después de extraída. Si se deja en el establo puede contaminarse con facilidad. La leche absorbe fácilmente los olores del establo.

La leche debe colarse y guardarse en botes o tanques. Si las vacas han sido ordeñadas cuidadosamente, puede suprimirse el colarla, operación que no elimina las bacterias, pero quita los pelos y las partículas de pienso o de la cama que hayan caído en la leche. El colador debe ser del tipo de almohadilla* de un solo servicio y debe cambiarse si se obstruye o se ensucia durante el ordeño.

- Es un tamiz de algodón que ayuda a obtener una leche mas higiénica (solo se usa una vez por ordeño, no deja pasar sustancias extrañas).

Enfriamiento de la leche. El enfriamiento de la leche es uno de los factores esenciales para la conservación de la leche de alta calidad. Aun si la leche ha sido manejada con cuidado, contendrá gran número de bacterias cuando llegue a manos del consumidor si no se enfría convenientemente y se mantiene a una temperatura inferior a 4° C., la proliferación de las bacterias será lenta mientras que si la temperatura es superior a 10° C. se multiplicarán rápidamente.

Existen varios medios de enfriar la leche. Cuando la leche se vende especialmente para la fabricación de productos lácteos y las restricciones sobre la temperatura y la cuenta bacteriana son menos estrictas, el enfriamiento se consigue sumergiendo los botes de leche en un tanque de agua o en un pozo, pero es preferible usar un refrigerador mecánico.

Cuando la leche se vende para el consumo, con baja temperatura y cuenta bacteriana igualmente baja, se hace indispensable tener un refrigerador mecánico. El más sencillo es una caja con agua enfriada por refrigeración, en la que se colocan los botes de leche. Este sistema puede modificar bombeando agua previamente enfriada a través de un aireador y enfriado la leche antes de ser colocada en la caja. La leche previamente enfriada puede almacenarse también en un cuarto de aire frío. En la actualidad los grandes productores poseen termos refrigerantes para guardar leche por unos tres días. Luego pasa a una pipa refrigerante recogiendo la leche.

Utensilios. Es importante que los utensilios lecheros carezcan de costura o que estén fabricados de tal manera que sus juntas y rincones sean lisos y fáciles de limpiar. No deben emplearse objetos de hojalata oxidados. Una de las fuentes de contaminación de la leche son los utensilios (mal lavados, no esterelizados; se recomienda ponerlos al sol después de lavados). En un experimento, leche almacenada en recipientes esterelizados tenía una cuenta bacteriana media de solo 6,306 por mililitro, en tanto que las muestras extraídas de un recipiente no esterelizado contenían, en promedio, 73,308 bacterias por mililitro.

Aunque los utensilios estén bien lavados y aparezcan limpios, pueden existir bacterias y

multiplicarse rápidamente en ellos.

Los utensilios deben primero con agua tibia y después con agua caliente y un detergente que contenga un agente humectante, no con jabón. A continuación se enjuagan y esterilizan. Esta esterilización debe hacerse exponiendo los utensilios al vapor varios minutos, o en un esterilizador bajo presión o con una solución de cloro. Se recomienda enjuagar con una solución clorada todos los utensilios inmediatamente antes de su empleo.

Maquinas para ordeñar. Se puede producir leche de alta calidad empleando maquinas para ordeñar. Por este método hay poca posibilidad para la entrada de algún material extraño en la leche si se lava +la ubre y los pezones y se manejan con cuidado las pezoneras.

Cuando el aparato para ordeñar, con todas las partes que entran en contacto con la leche, está perfectamente limpio, puede lograrse la producción de leche con cuenta bacteriana baja. Sin embargo, sin estas precauciones, el aparato para ordeñar puede construir una de las mayores fuentes de contaminación.

Entrega y transporte. El estado de la leche cuando llega a su destino determinará su aceptación o su rechazo. Cual quiera que sean las medidas de precaución tomadas en la granja para la producción de leche higiénica, los métodos de entrega inadecuados pueden hacer que la leche sea insatisfactoria en el punto de entrega. La leche, una vez enfriada, debe mantenerse a baja temperatura (menor de 4° C) hasta su entrega, pero no debe permitirse que se llegue a congelarse.

Cuando la leche es transportada de la granja a la planta, deben protegerse los botes, preferiblemente empleando un camino aislado y cerrado. Para que pueda permanecer en el tanque de enfriamiento hasta que sea cargada. Cuando es necesario dejar los botes de leche a la orilla del camino para ser recogidos, debe tenerse allí una plataforma para protegerlos del calor, el polvo o la congelación. El empleo de tanques para la leche y de camiones tanques para su transporte protege la leche durante su almacenamiento y entrega.

2.10.6.2.1.0. Inspección de la leche.

Existe dos métodos generales de inspección para determinar si la leche está siendo producida en forma apropiada o no. Uno es el examen de la leche misma, tal y como llega

al mercado, por medio de prueba de acidez, de reductasa y determinación de densidad, de sedimentos o de cuenta bacteriana o combinando dos o más de estas pruebas.

El segundo método de inspección consiste en el examen de las condiciones de la granja. Se toman en consideración factores como la salud de las vacas, el estado del establo y los métodos utilizados. Generalmente se usa, una combinación de ambos métodos (45).

2.10.7.0. La leche como alimento.

2.10.7.1.0. Costumbres del consumidor americano en lo que se refiere a la leche.

A la mayor parte de las personas les gusta la leche. Es aceptada por personas de todas las edades y es casi indispensable en la alimentación de los niños. Estos hechos combinados dan a la leche un lugar prominente en la alimentación de los americanos.

Aproximadamente el 30% de las proteínas animales de su ración alimenticia proceden de la leche y sus derivados. Ver Cuadro 2 datos sobre el consumo de leche y sus productos en diversos países del mundo.

2.10.7.2.0. Ventajas e inconvenientes de su consumo.

La leche constituye el mejor aporte de calcio, proteínas y otros nutrientes necesarios para la formación de huesos y dientes. Durante la infancia y adolescencia se aconseja tomar la leche entera, ya que conserva la energía y las vitaminas A y D ligadas a la grasa.

En la edad adulta también es importante mantener un consumo adecuado, con el fin de favorecer la conservación de la masa ósea, contribuyendo así a prevenir la desmineralización de los huesos, causa frecuente de osteoporosis y fracturas. Este efecto cobra aún más importancia en las mujeres durante las etapas de adolescencia, embarazo, lactancia y menopausia.

La grasa de la leche resulta fácil de digerir, ya que se encuentra en forma de pequeños glóbulos rodeados de una fina capa protectora. Sin embargo, dado el contenido calórico de la leche entera, personas con sobrepeso, obesidad y alteraciones de lípidos en sangre (hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia), pueden optar por la leche descremada o desnatada, con menor cantidad de grasa y, en consecuencia, también de calorías y colesterol.

La leche contiene además triptófano, un aminoácido (componente de las proteínas) que estimula la producción de serotonina, un neurotransmisor que produce en el organismo efectos calmantes e inductores del sueño. Por este motivo, se recomienda el consumo de leche antes de acostarse para ayudar a combatir el insomnio y los estados de ansiedad. Si se la toma azucarada, el efecto es aún mayor, ya que el azúcar favorece también la liberación de serotonina.

Cuadro N° 2. Consumo de leche per cápita en algunos países.(a)

País	Consumo equivalente a leche fresca kg. (b)	País	Consumo equivalente a leche fresca kg. (b)
Irlanda	695	Noruega	407
Nueva Zelanda	647	Dinamarca	381
Finlandia	619	Reino Unido	346
Australia	643	Francia	327
Suecia	459	Estados Unidos	320
Canadá	458	Alemania (Rep.Fed)	319
Suiza	444	Holanda	303
Bélgica	442	Austria	297

a tomado de “Orientaciones para el productor de leche”. Federación Nacional de Productores de Leche, 1959.

b en 1956 (7).

A pesar de su valor nutritivo, la leche de vaca está contraindicada en algunas situaciones concretas, como en el caso de quienes sufren intolerancia a la lactosa, galactosemia y alergia a la leche.

2.10.7.3.0. En la cocina.

La leche de vaca es un alimento que se consume prácticamente a diario en casi todos los países del mundo. En la mayoría de las ocasiones se la toma como bebida fría o caliente, sola o acompañada de otros ingredientes que cambian su particular sabor y color. No obstante, una gran proporción de la leche de vaca se emplea para la elaboración de diversos productos lácteos, como yogur, queso, cuajada, nata y mantequilla.

La leche también se emplea en la cocina para la elaboración de diversos platos. Resulta un ingrediente fundamental de numerosos purés, sopas y salsas, así como de una gran diversidad de postres y productos de repostería (25,46).

Es importante saber que el calentamiento o cocción de la leche se debe llevar a cabo lentamente, es decir, a baja temperatura. Si esta se eleva más de lo normal, se forma una capa superficial (nata) constituida por la grasa y las proteínas de la leche. Por este motivo, es necesario retirarla del fuego tan pronto como comiencen a formarse pequeñas burbujas en las paredes del recipiente donde se está calentando la leche (46).

2.10.7.4.0. Criterios de calidad en la compra y en la conservación.

Debido a la diversidad de tipos de leche que se comercializan, a la hora de comprar es importante fijarse en el producto y en su fecha de caducidad, ya que en función del tratamiento térmico que haya recibido, su periodo de conservación será diferente. Sin embargo, siempre se debe escoger, en la medida de lo posible, la leche que se comercialice en envases opacos que la protejan de la luz.

Los factores que hay que tener en cuenta para conservar de manera óptima cualquier tipo de leche son la luz, el calor y el oxígeno de la atmósfera, ya que son éstos los principales factores de su alteración. Por esta razón, una vez abierto el envase se ha de mantener la leche en la refrigeradora, bien tapada para evitar que absorba olores de otros alimentos (46).

2.11.0. Contaminación en el consumo.

Para que la leche se consuma en las mejores condiciones higiénicas, no basta aunque ello sea con mucho lo más importante que se distribuya perfectamente pasteurizada y en envases bien tapados. Naturalmente, en ésta circunstancia hay un 95% de probabilidades de que dicho

líquido nutritivo se ingiera sin producir trastornos a las persona. Sin embargo, no debe olvidarse, que si el consumidor saca la leche de la botella y la traspassa a un recipiente sucio en donde lo guarda en varias horas, es muy probable que aquel líquido se corta y hasta que pueda transformarse en caldo de cultivo perjudicial para la salud. Si el consumidor recibe la leche perfectamente pasteurizada y embotellada, lo mejor que puede hacer es servírsela directamente de la botella o en todo caso pasarla a otro recipiente bien limpio. En ciertos casos puede ocurrir que habiendo salido la botella de leche en perfectas condiciones de la central pasteurizada, en el despacho a donde fue a parar para ser expedida se ensucie por fuera. Debe tenerse en cuenta ésta circunstancia, por que cuando eso ocurre el consumidor, al verter la leche en otro recipiente con el puede arrastrar los gérmenes que existen en la superficie externa de la superficie del envase, los cuales se encontrarán en magnificas condiciones para multiplicarse e incluso alterar la leche (30).

2.11.1.0. Normas para prevenir la contaminación de la leche.

La leche se contamina por el polvo, las enfermedades de la ubre, la administración de medicina a la vaca, o los productos químicos empleados para la producción o preparación de los alimentos. Es evidente que conviene evitar la caída de polvo en la leche, así como es importante lograrlo. La leche que es producida por las vacas afectadas de mastitis no debe venderse para el consumo humano; las normas sanitarias requieren en la mayor parte de los casos que las vacas con mastitis se retiren de la producción para el abastecimiento regular (7).

Las principales fuentes de contaminación de leche cruda se dan:

- _ En el predio
- _ Animal (glándula mamaria, piel, heces).
- _ Establo (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo, etc.).
- _ Utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora, etc.).

La leche de buena calidad es aquella que cumple sin excepción con todas las características higiénicas, microbiológicas y composicionales y que en consecuencia concuerda con la definición legal y las expectativas nutricionales puestas en ella. Para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede devolver o incorporar una calidad inexistente y solo

podrá, en algunos casos, “disimular” la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo (DEMETER, 1999) (24).

2.12.0. Valor de la leche para la nutrición humana.

La leche continua siendo uno de los alimentos básicos de la nutrición humana, sustentado por la gran diversidad y asimilación de los compuestos esenciales que la integran. Según datos de la FAO (2001), cubre más del 20% de las necesidades energéticas, 25% de las proteínas y del 50% del calcio de la población en países desarrollados (32).

La leche contribuye, más que ningún otro alimento, a la buena nutrición. Se le reconoce en general como un alimento protector debido a que su ministra cantidades abundantes de los elementos nutritivos esenciales que a veces escasean en los alimentos diarios. Debido a que la leche tiene la propiedad de reforzar en una gran variedad de formas de régimen alimenticio, los especialistas en nutrición recomiendan su uso en todos los hogares como base de comidas sanas y nutritivas. En el régimen alimenticio del latinoamericano predomina lo vegetal. Las más de las veces es poco variado y en consecuencia restringido en los elementos nutritivos esenciales que podrían suplirse (27).

La leche, descrita como el alimento más perfecto de la naturaleza, es la única fuente de nutrientes para la mayoría de los mamíferos recién nacidos. Para el niño, la leche es la única fuente de nutrientes durante los dos o tres primeros meses de su vida, y en muchos países la leche desempeña un papel fundamental en la dieta de los niños durante su crecimiento. Además, la leche o los sustitutos de la misma tienen importancia durante las primeras etapas del crecimiento de la mayoría de los mamíferos domésticos. La leche puede ser. Asimismo, una fuente valiosa de nutrientes para el hombre adulto, especialmente para los ancianos.

La importancia de la leche para la dieta se debe a tres de sus ingredientes: proteína, calcio y riboflavina. La proteína es el más importante, ya que proporciona muchos de los aminoácidos esenciales que suelen faltar en los cereales destinados corrientemente para la alimentación. La cantidad recomendada generalmente de un litro diario cubre todas las necesidades de proteína el los niños hasta los 6 años de edad y más del 60 % de las

necesidades para el crecimiento de los niños hasta los 14 años. Para las persona con edades comprendidas entre 14 y 20 años, un litro proporciona aproximadamente la mitad de las necesidades diarias de proteína -excepto en mujeres lactantes en las que proporciona aproximadamente el 44 % de su necesidades.

El calcio es el nutriente que con mayor frecuencia falta en las dietas de quienes no consumen leche o productos lácteos. Resulta difícil proporción calcio adecuado con la dieta humana si se excluye la leche de la misma. Las necesidades diarias de calcio de una madre criando son 1'3 gramos, mientras que las de una mujer gestante son de 1'2 gramos. Un litro de leche contiene aproximadamente 1'7 gramos de calcio; por consiguiente, un litro cubre casi todas las necesidades de calcio de las mujeres gestantes y lactantes. Un litro de leche suministra el calcio preciso para personas adultas y para niños hasta los 10 años de edad. Las necesidades de calcio de niños entre 10 y 18 años de edad oscilan de 1'2 a 1'4 gramos diarios; por consiguiente, un litro de leche proporciona casi todas estas necesidades. El calcio resulta especialmente importante en la dieta de los ancianos porque refuerza el tejido óseo a menos que sea consumido diariamente (50).

2.12.1.0. Contenido de elementos nutritivos de la leche.

Se sabe desde hace muchos años que la leche proporciona muchos de los elementos nutritivos de alta calidad que necesita el hombre. Abundan en la leche las calorías, las proteínas, las grasas, los minerales y las vitaminas, principios todos esenciales para la dieta humana.

Un litro de leche de composición media proporcionara las cantidades y tantos por cientos de las aportaciones necesarias. El Consejo Nacional de Investigaciones recomienda las cantidades de elementos nutritivos seleccionados, para aportación diaria a los seres humanos.

Las aportaciones más notables de elementos nutritivos por la leche son sus proteínas y sus minerales. La mayor parte de las unidades básicas específicas de las proteínas son (los aminoácidos) tienen que ser proporcionados al hombre con su ración alimenticia. Aunque se encuentran en las proteínas vegetales, suelen necesitarse diversas fuentes para proporcionarlos en las proporciones debidas. La leche y otras proteínas animales (como la

carne y los huevos) son las mejores fuentes de proteínas equilibradas.

No solo están las proteínas de la leche y sus derivados muy bien adaptadas a la nutrición del hombre, sino que las proteínas de la leche cuestan menos que las de otras fuentes. El queso fresco y la leche desecada descremada son las fuentes más baratas de proteína animal de que podemos disponer.

El calcio y el fósforo son muy importantes para el crecimiento y la conservación de los huesos y los dientes, así como para el adecuado metabolismo del organismo. La leche suministra estos minerales en abundancia, en la proporción más conveniente y en forma fácilmente aprovechable por el organismo.

La leche normal de las vacas que hayan recibido cantidades adecuadas de caroteno (vitamina A), puede proporcionar la mayor parte de este principio nutritivo. Frecuentemente se agrega vitamina D a la leche en las instalaciones donde se prepara. Como la vitamina C desaparece rápidamente de la leche durante los procesos de preparación, debe suministrarse por otros medios. Algunos minerales, entre los que figuran el hierro y el cobre, se necesitan especialmente durante el crecimiento, en cantidades mayores que la que puede proporcionar la leche.

Los productos derivados de la leche contienen diferentes fracciones de los principios nutritivos del producto original (7).

2.12.2.0. Propiedades nutricionales de la leche.

Su diversificada composición, en la que entran grasas (donde los triglicéridos son la fracción mayoritaria con el 98% del total lipídico y cuyos ácidos grasos que los forman son mayormente saturados), proteínas, (caseína, albúmina y proteínas del suero) y glúcidos (lactosa, azúcar específica de la leche) , la convierten en un alimento completo. Además, la leche entera de vaca es una importante fuente de vitaminas (vitaminas A, B, D3, E). La vitamina D es la que fija el fosfato de calcio a dientes y huesos, por lo que se hace especialmente recomendable a los niños.

Algunos de los ácidos grasos presentes, tienen efectos beneficiosos, tales como el Butírico, Vacénico o el Ácido linoleico conjugado (CLA) del cual se ha demostrado que inhibe varios tipos de cáncer en pruebas con ratones, y también ha eliminado cánceres de piel humana en estudios in vitro. Un vaso de 250 ml de leche bovina aporta la cantidad diaria recomendada de:

Calcio 44%

Vitamina A 20%

Vitamina D 50% (17,18).

2.12.3.0. Las proteínas de la leche.

La leche encierra por lo menos dos clases de proteínas, siendo las principales la caseína y la lactoalbúmina. Estas proteínas son bastante completas en el sentido de que contienen no sólo la mayoría sino todos los ácidos aminos esenciales. Por lo tanto, la leche es una de las mejores fuentes de proteínas y las de la leche sirven para completar de modo efectivo las proteínas deficientes de los cereales (27).

2.12.4.0. Los minerales de la leche.

El organismo humano necesita elementos minerales para el desarrollo del esqueleto y de los tejidos blandos y para mantener los flúidos normales del cuerpo. Ocurre con frecuencia que los alimentos que se consumen diariamente carecen de calcio, fósforo o hierro en cantidades suficientes. Las funciones del calcio y del fósforo en particular son desarrollar los tejidos de la estructura ósea y de los dientes, en tanto que la del hierro (y también la del cobre) es formar glóbulos rojos en la sangre y evitar la anemia. El fósforo entra también en la composición de todas las células vivientes.

La mayoría de los nutricionistas aconsejan que los niños han de beber diariamente un litro de leche y los adultos un litro o cuando menos un medio litro para que resulte equilibrada su alimentación (27).

2.13.0. La leche como base de una alimentación equilibrada.

Proviene esta recomendación de numerosas investigaciones y estudios clínicos sobre nutrición y sus relaciones con el crecimiento, desarrollo y actividades cotidianas del

organismo humano. Para ello sea tomado en cuenta el costo proporcional de los factores

Cuadro N° 3. Nutrición de un adulto de 70 kg. de peso, en trabajos de esfuerzo moderado y elementos nutritivos que suple 1 litro de leche.

Factor de nutrición	Promedio necesario diariamente	Elementos nutritivos en 1 lt. de leche	Por ciento del alimento diario necesario que suple 1 lt. de leche
Energía (calorías)	3.000	705	23
Proteínas (gramos)	70	33	47
Calcio (gramos)	0,8	1,22	150
Fósforo (gramos)	1,32	0,95	72
Hierro (miligramos)	15	0,2-0,5	2
Vitamina A (unidades internacionales)	3.000-6.000	950-1.900	32
Acido ascórbico (miligramos)	70	28	40
Tiamina (miligramos)	2	0,3	15
Niacina (miligramos)	15-20	2-8	28
Riboflavina (miligramos)	2-3	2-2,5	100

(27)

nutritivos de diferentes alimentos. Puesto que el costo relativo de los productos lácteos y otros alimentos varia muy poco o es casi igual en los diversos países, la recomendación puede seguirse en los países tropicales al igual que en las demás regiones. Este aserto no admite

duda puesto que la leche contiene muchos de los elementos alimenticios protectores que a menudo no se encuentran en el régimen alimenticio de algunos países tropicales.

Los datos que aparecen en el cuadro 3 demuestran lo que un litro de leche contribuye a las necesidades diarias de elementos nutritivos. Estos datos se fundamentan en lo que requiere para su nutrición un adulto de 70 kg de peso que trabaja moderadamente. Aunque estos datos solo representan promedio y la variación en los componentes de la leche pueden alterar materialmente las proporciones que se indican, estas muestran, sin embargo, la importancia de un litro de leche como base para integrar una alimentación perfecta.

2.14.0. Importancia de la producción de leche limpia y sana.

El consumidor tiene derecho a exigir que la leche y los productos lácteos que compre sean puros y sanos y que estén libres de bacterias perjudiciales a la salud. Los consumidores en general compran mayor cantidad de leche y de productos lácteos cuando están seguros de que los recibirán en buen estado, pero no tienen esta garantía sino cuando las fincas lecheras producen leche pura y saludable.

La leche se considera pura y saludable cuando tiene buen 1. Sabor, 2. Proviene de vacas sanas, 3. Está libre de impurezas y 4. Solo contiene un pequeño número de bacterias que no son nocivas a la salud. Para producir esta clase de leche el finquero ha de tener vacas sanas y contar con ordeñadores aseados y exentos de toda enfermedad infecciosa. Del mismo modo, los utensilios que tienen contacto con la leche han de estar limpios y esterilizados y la leche misma no debe contaminarse con materias extrañas y bacterias nocivas, conservándola siempre en condiciones que no se presten al desarrollo de bacterias hasta su entrega al consumidor o a la planta procesadora.

La leche impura acarrea pérdidas económicas al productor. Los brotes epidémicos en la población, cuyo origen puede atribuirse directamente a la leche o a sus derivados, traen consigo una disminución en la demanda. Además la leche que contiene bacterias, materias extrañas o impurezas, se agria pronto y su sabor se altera rápidamente. Esta clase de leche, o la mantequilla y el queso que de ella se elaboren, por lo general, no pueden ser vendidos y, si encuentran algún mercado, el productor se ve obligado a aceptar un bajo precio debido a la

calidad inferior de los mismos. Esta clase de leche tampoco debe usarse para alimentar a los becerros (27).

2.15.0. La leche cruda para el consumo humano.

En relación con la sanidad pública, se plantea aun en nuestros días en determinados países; se trata de saber si la aplicación de métodos preventivos puede suministrar a la población una leche de calidad higiénica irreprochable.

Para muchos especialistas, la respuesta es negativa; no es posible garantizar la calidad higiénica de la leche sin la aplicación de un tratamiento térmico apropiado. En la práctica, el control veterinario y el control médico no pueden ejercerse de tal manera que se eliminen todas las posibilidades de contaminación de la leche por bacterias patógenas. La distribución de leche higienizada mediante calentamiento es general en casi todos los países desarrollados; solamente en Suiza se abastecen todavía las ciudades con leche cruda; pero las condiciones de producción y distribución son completamente especiales.

Sin embargo, debe hacerse constar que la leche cruda goza aun del favor de una parte no despreciable de la clientela francesa. En Francia está permitida la venta de leche cruda para el consumo humano, pero sujeta a una serie de disposiciones legales (en especial el decreto del 21 de mayo de 1955). La tuberculosis se vigila en particular; los locales deben desinfectarse regularmente; la leche no debe manipularse en el establo; debe conservarse a una temperatura inferior a 15° y no debe reducirse el azul de metileno en menos de 3 horas (prueba de reductasa).

La legislación francesa establece dos tipos de explotación:

1. Establos patentados, sometidos solamente a un control veterinario, su número va en aumento.
2. Establos oficialmente controlados, que son objeto de un control médico del personal y de un control veterinario de los animales; son raros aun.

Los prefectos están autorizados para dar las normas que precisen las condiciones de

obtención y de calidad de las leches crudas, las cuales pueden venderse a un precio libremente decidido. Un ejemplo lo suministra la disposición del prefecto de Ille-et-Vilaine (5 de Junio 1959), que fija normas bastante rigurosas: menos de 100.000 gérmenes por c.c., ausencia de bacterias coliformes en 0,1 c.c., tiempo de reducción de azul de metileno superior de 4½ h. (de mayo a octubre) y 5½ h (de noviembre a abril) (16).

En la práctica parece difícil la obtención regular de leche que satisfaga la norma precedentes, sobre todo en lo que se refiere a las bacterias coliformes. A este respecto al cuadro 45 presenta, de forma resumida, los resultados de un año de control bacteriológico de una leche cruda, producida en una explotación moderna de la región, y se ve que todas las muestras contenían bacterias coliformes (más de 100/c.c. en los ¾ de las leches examinadas). Se observa también que la proporción más elevada de bacterias coliformes, en la flora total (más de 5%) corresponde a leches relativamente pobres en gérmenes.

Nota. Las normas de calidad de la leche cruda se encuentran actualmente en estudio por las Comisiones oficiales francesas.

2.15.1.0. Problemas relacionados al consumo de leche.

Hay algunos autores que consideran la leche de vaca como un alimento nocivo para el humano, pues, según ellos, sus proteínas y calcio son difícilmente asimilables por la especie humana, ya que esta está adaptada al estómago del ternero. Los veganos por sus principios morales de no consumir productos de origen animal también rechazan el consumo de leche. Sin embargo también se señala por parte algunas personas que muchas de las críticas al consumo de leche están relacionadas con el interés en potenciar el consumo de leche de soja.

Hay que diferenciar este supuesto peligro, de varios posibles problemas que puede causar el consumo de leche a determinadas personas:

- Intolerancia a la lactosa, debido al déficit de lactasa, enzima digestiva que hidrolizaría la lactosa en glucosa y galactosa.
- Alergia a la leche o, más específico, Alergia a la Proteína de la Leche de Vaca (APLV).

- Intolerancia a la Proteína de la Leche de Vaca (IPLV) (18,41).

Si bien la venta de leche cruda siempre existió, ha habido un incremento importante en el volumen diario de leche cruda vendida en forma ilegal desde hace varios años, cuando se agudizó como consecuencia de la crisis económica y social del País.

Estos volúmenes de venta de leche que se manejan, en la actualidad han llevado a que el negocio de la venta de leche cruda haya pasado de ser una forma de supervivencia de pequeños productores de tres a cuatro vacas, como ocurría anteriormente, a ser un negocio muy interesante para intermediarios de mayor volumen que hacen su reparto puerta a puerta, que pagando al contado pero a muy bajo precio la leche a productores pequeños, tienen montado un negocio de intermediación que les representa muy buenas ganancias diarias sin ningún tipo de control, riesgo o sacrificio. (PINZON,2004) (24).

La distribución de la leche cruda afecta la salud de los consumidores por ser un alimento de alto riesgo, ya que no puede cumplir con las condiciones adecuadas de conservación, procesamiento y expendio exigidas, que garanticen el consumo de un producto seguro a la población.

Con referencia a la salud pública, son claros los riesgos que el consumo de leche cruda trae, lo cual sumado a la inexistencia de mecanismos de control puede traer problemas de salud en la población, pero, como muchas cosas en este país, comenzaremos a tomar medidas seguramente cuando ya sea muy tarde. (PINZON,2004) (24).

2.15.2.0. Las controversias sociales del consumo de leche.

Si bien la leche es un alimento natural y nutritivo, su obtención, tratamiento, manejo y publicidad han generado controversia, que tuvo auge en 1960 y que actualmente continúa ya más como ideologías tendencistas que como revoluciones culturales. Así, tenemos que la leche ha generado polémicas desde diversos ángulos y presentado gran variedad de argumentos, que serán abordados en el artículo como las dos posturas más importantes (18).

2.15.2.1.0. ¿Qué tiene de malo beber leche?

Detrás de cada vaso de leche hay una terrible realidad, la de alguien criado para ser

explotado, la de alguien que sufrió en su propia piel las consecuencias de nuestro consumo. Cada vaca es un individuo con una personalidad diferente que sufre y disfruta de su vida. El problema de estas es que están siendo criadas para ser utilizadas, a pesar de que al igual que los demás animales, quieren vivir en libertad, no quieren ser separadas de sus familias, ni por supuesto morir (18).

2.16.0. Cuidado de la leche en la casa.

Si se desea que la leche retenga durante algún tiempo su sabor agradable al paladar y su pureza, es necesario conservarla bien en la casa. Aunque la leche este pasteurizada o hervida, debe de conservarse a una temperatura de 10°C, o menos y de preferencia en una nevera o refrigeradora. Además, debe guardarse en la misma botella en que se ha recibido o en un recipiente limpio y bien tapado de modo que no se contamine con el polvo ni con ninguna otra substancia. Antes de usarse, la leche debe agitarse con un utensilio limpio para que la grasa se mezcle uniformemente.

Muchas amas de casa no disponen de facilidades para conservar la leche a bajas temperaturas y esta se descompone con facilidad. En tanto que no sea posible refrigerar la leche pasteurizada, se recomienda hervirla en casa. Hay dos métodos de hacerlo: 1- hervir la leche durante varios minutos, colocándola en una vasija destapada que se pone directamente sobre el fuego. 2- es el método de cocción lenta, es decir, en un baño de María, que evita el peligro de que se queme la leche (27).

2.17.0. Inspección sanitaria de la leche.

La salud del hombre depende, en gran parte del abastecimiento de leche sana y fresca. Para garantizar su pureza su pureza y sus condiciones sanitarias, es necesario inspeccionar la leche destinada al público. Si se desea que el público la consuma en cantidades abundantes es necesario protegerla no solo contra las enfermedades que la leche puede transmitir, sino también contra adulteraciones y otras súper lecherías (27).

2.17.1.0. Código sanitario de lechería.

En cada población debe reglamentar la venta de leche conforme a las leyes y ordenanzas

eficaces expedidas por las autoridades municipales o por los cuerpos legislativos del gobierno nacional. Las ordenanzas deben ser sencillas, inequívocas y adaptadas a las condiciones locales y a la vez, adecuadas para garantizar que la leche que se vende al público sea pura, saludable y de composición normal. Las ordenanzas sanitarias de lechería deben proteger al público contra el fraude, la propagación de enfermedades y la falta de higiene en la producción y manejo de la leche.

Por regla general, la autoridad competente para inspeccionar el abastecimiento de la leche que se destina al público es el servicio de sanidad, ya sea del gobierno local, del Estado o de la nación (27).

2.17.2.0. Critica de los métodos de saneamiento.

Desde un punto de vista teórico pueden estudiarse diversos procedimientos para higienizar la leche, fundados en la acción de los agentes químicos y físicos, teniendo en cuenta las propiedades de los grupos microbianos que pueden encontrarse en la leche. En primer lugar, es necesario en la actualidad, alcanzar lo que puede considerarse como la solución ideal:

- 1) Destrucción de la totalidad de los microorganismos.
- 2) Inactividad de todas las enzimas.
- 3) Conservación integral de todas las propiedades y cualidades originales de la leche.

La destrucción de todos los gérmenes y esporas, es decir la esterilización, es desde luego posible, lo mismo que la inactivación de las enzimas; pero para lograrlo es necesario utilizar medios energéticos y por esta razón la tercera condición no puede satisfacerse. La esterilización de la no se recomienda porque esta pierde casi en su totalidad los nutrientes.

Las importantes modificaciones que experimenta la leche sometida a la esterilización total condujeron a la investigación de procedimientos menos energéticos que aseguraran la destrucción de los gérmenes peligrosos, pero dejando subsistir las esporas y una parte de la flora banal. Tales procedimientos constituyen la pasteurización.

Se han preconizado y ensayado numerosos métodos de saneamiento, pero todos han

levantado vivas controversias. Cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes, y para un determinado número de ellos aun poco estudiados, los inconvenientes parecen ser mayores que las ventajas. Estos inconvenientes pueden ser de tres tipos:

- a) Acción bactericida demasiado selectiva e incompleta; importantes grupos de microorganismos escapan a la destrucción.
- b) Efectos secundarios notables, traducidos por una reducción del valor alimenticio de la leche.
- c) Efectos perjudiciales debido a residuos o a la aparición de sustancias tóxicas (1).

2.17.3.0. Necesidad del saneamiento de la leche mediante un tratamiento apropiado.

Admitiendo la posibilidad de obtener una leche cruda pura y sana en los establos controlados, debe tenerse en cuenta que este tipo de leche no puede cubrir, generalmente, más que una mínima parte de las necesidades de los consumidores. Por otra parte, es lógico no hacer distinciones, en cuanto a calidad, entre la leche de consumo y la destinada a diversas transformaciones, ya que ambas se destinan a la alimentación.

La población de las ciudades se incrementa continuamente y las zonas de producción están cada vez más alejadas de los grandes centros de consumo.

Las exigencias del consumidor, aleccionado por la propaganda, son cada vez más grandes en cuanto a la calidad de leche; la reglamentación es asimismo cada día más severa.

La necesidad de aumentar el consumo a causa del exceso de producción, implica la presentación de productos lácteos de calidad elevada y regular.

La centralización de la leche tiene como consecuencia la mezcla de productos de buena calidad con productos mediocres; pero los grandes volúmenes de leche son potencialmente peligrosos. No hay en la actualidad ninguna duda de que el tratamiento de la leche para destruir los gérmenes patógenos y la mayor parte de la flora banal es una necesidad social y

económica; sin este tratamiento las autoridades sanitarias estarían desarmadas para mantener la salud pública a un nivel satisfactorio, así como para asegurar la distribución de la leche en los grandes centros y para obtener productos derivados de buena calidad.

El sueño del productor natural oculta realidades que es muy peligroso ignorar. Un alimento como la leche, es una sustancia viva; tras la recogida e independientemente del control de los biocatalizadores, puede evolucionar de una manera anárquica, por lo que es necesario estabilizarla y sanearla. Encuestas recientes han demostrado que numerosos consumidores ignoran los datos del problema alimenticio y no ven más que los aspectos sentimentales (retorno al naturalismo, defensa contra la técnica, etc.); es por lo tanto necesario educarlos situando el problema en su verdadero lugar (1).

2.18.0. Inspección de la leche.

Para esto es indispensable, en primer lugar, para hacer efectiva la inspección, expedir patentes de sanidad, a todos los productores y a cuantas personas intervienen en el abastecimiento de la leche. Se prohibirá comerciar en este ramo a las que no estén amparadas por la patente de sanidad y esta no debe expedirse en tanto que no se compruebe por la inspección del local, que los utensilios, enseres y métodos de manejar la leche se ajusta a las disposiciones sanitarias. Las visitas de inspección a intervalos regulares pueden servir de base para revocar la patente del productor que infrinja las disposiciones reglamentarias.

Los fines de la inspección de la leche son: 1- Conservar el valor nutritivo de la leche; 2- Evitar los fraudes; 3- Mantener y mejorar las condiciones sanitarias de la producción y distribución de la leche (todo esto se logra con la pasteurización).

La mayoría de las ordenanzas tienden a conservar la composición normal o valor nutritivo de la leche, fijando normas en cuanto al contenido de materia grasa y sólidos no grasos. La leche que no se ajusta a estas normas no podrá venderse en los mercados. Algunas veces se adultera la leche agregándole agua o restándole parte de la crema y compete al personal de inspección impedir esta clase de adulteración (27).

2.19.0. Los constituyentes de la leche y sus propiedades fisicoquímicos.

2.19.1.0. Determinación de Grasa.

La grasa de la leche se denomina grasa butírica y es uno de sus principales componentes. En muchos países se le considera como el componente más importante y constituye la base de pago para la compra venta de leche, ya que a mayor porcentaje de grasa, mayor precio recibe el producto, de aquí, la importancia económica y también el interés que tiene para la industria, su exacta determinación en el laboratorio.

La prueba de la grasa se basa en dos puntos principales:

- a) Al mezclar el ácido sulfúrico con la leche, en proporción correcta, hidroliza la proteína, en cuya forma no es capaz de mantener la grasa en estado de emulsión y permite que esta suba libremente.
- b) Al aplicar la fuerza centrifuga, la grasa es forzada a acumularse en el cuello del butirómetro, debido a la temperatura que alcanza la muestra durante la prueba y a la diferencia específica entre la grasa (g.e. = 0.93) y la solución ácida (ácido sulfúrico) (g.e. = 1.43) (35).

2.19.2.0. Determinación de la acidez.

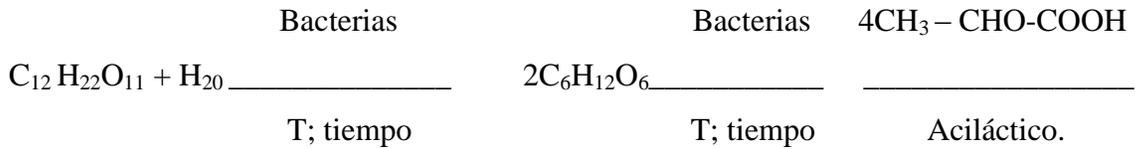
La acidez en la leche indica su calidad y en base a ella se puede determinar su posible uso, por ejemplo: en la elaboración de quesos, fabricación de mantequilla elaboración de leche en polvo.

La acidez en las leches es un fenómeno muy común y se han determinado dos tipos de acidez: la natural provocada por microorganismos presentes en el interior de la ubre y la provocada por microorganismos externos que llegan a contaminar la leche.

- a) Generalmente la primera se conoce comúnmente como acidez actual o aparente.
- b) La segunda como acidez real o titulable.

A medida que la leche va perdiendo su frescura las bacterias se multiplican y producen

ácido láctico aumentando la acidez. Las bacterias atacan la lactosa y la transforman en ácido láctico, lo cual se representa en la siguiente reacción.



El proceso de acidificación se frena un poco cuando, el contenido en ácido láctico llega al 1% (¼ de la lactosa ha sido transformada), esta detención es debida al efecto del ácido sobre las bacterias.

Bajo condiciones adecuadas de manejo, el ácido se desarrolla rápidamente hasta que se forma de un 0.6 – 0.7% en este punto el ácido actúa como preservativo, retardando la reproducción bacteriana, de manera que la formación de ácido a partir de este punto es lento y el total rara vez llega a más del 0.8 – 1%.

2.19.2.1.0. Acidez actual o aparente.

Después de la ordeña, la leche tiene una reacción ligeramente ácida; esta reacción es causada por la caseína, albúmina, fosfatos, citratos y anhídrido carbónico disuelto en ella.

Los valores medios de la acidez en la leche son de 0.13 a 0.17%, aunque los límites pueden oscilar dentro de un margen más amplio.

La raza del ganado influye en la acidez de la leche, en general la leche que proviene de razas altamente especializadas y con mayores promedios de grasa en su producción tendrá acidez mayor, por su elevado contenido de sólidos no grasos y en particular caseína y fosfatos.

La acidez actual o aparente no puede medirse por titulación sino por el conteo de la concentración de iones hidrogenados o pH. El valor promedio del pH de la leche recién ordeñada es de 6.4 a 6.9, la leche se coagula al alcanzar un pH de 4.6 a 4.7, que es el punto isoelectrico de precipitación de la caseína.

La leche procedente de vacas con problemas de mastitis es alcalina y puede llegar a tener un pH de 7.6

2.19.2.2.0. Acidez real o titulable.

El aumento de ácido láctico es debido al desdoblamiento de la lactosa en ácido láctico, por la acción de las bacterias acilácticas. Esta acidez es la que se conoce como acidez real o titulable y se determina por titulación directa con NaOH 0.1 N.

La determinación de la acidez de la leche por titulación con una solución 0.1N de hidróxido de sodio, es basada en el hecho de que cada ml de una solución 0.1N de hidrogeno de sodio neutralizara 1 ml de una solución 0.1N de ácido láctico. De lo expuesto se deduce que lo que en realidad medimos al hacer una determinación de acidez, es la cantidad de alcali necesario para alcanzar el pH 8.3, que es el punto donde vira la fenolftaleína, de incolora a rosado pálido.

Una leche con alta acidez, contiene un gran número de bacterias y como estas entran en la leche por descuido al obtenerla y manipularla, la prueba de acidez da una idea general de la higiene con que fue producida y también de las condiciones deficientes de refrigeración en su transporte.

La acidez, es una de las pruebas químicas de rutina que mas aplicación práctica tiene la industria lechera, ya que casi todas las operaciones que se relacionan con el manejo de la leche y sus derivados dependerán de la cantidad de ácido presente (3,23).

2.19.3.0. Determinación de la reductasa.

Esta prueba persigue la valoración de la calidad higiénica de la leche, tiene como principio el hecho de que, la leche tiene propiedades reductoras bastantes grandes, debido a algunas enzimas y en particular, la enzima reductasa, la que se encuentra en dos tipos diferentes que son:

- Reductasa aldehydica, ligada directamente a la fase grasa.
- Reductasa micróbica, que se encuentra en dispersión homogénea en la leche.

De las dos es la segunda la que juega el papel más importante en la valoración higiénica de la leche (49, 54, 22,52).

2.19.4.0. Densidad.

Es una propiedad física de los cuerpos, que queda definida así: Densidad absoluta es la masa de la unidad de volumen. Densidad relativa es el coeficiente de dividir el valor de la masa de un volumen de leche por la masa de un volumen igual de agua a 4°C. La cantidad puede tener dos tipos de variaciones.

1) Variaciones por causa normales, la temperatura a que se hace la lectura es determinante; ya que si esta es baja dará altos valores de densidad y viceversa, el tiempo transcurrido desde el ordeño, temperatura a que está sometida la leche.

2) Variaciones debido a adulteraciones, cuando se a agregado agua la densidad disminuye notablemente, el cálculo de la densidad es utilizado para determinar adulteraciones en la leche y también para el cálculo del extracto seco.

En cuanto a la densidad la ley exige de 1.028 1.033, es de hacer notar que la densidad está relacionada con la temperatura, la temperatura normal para determinar la densidad es de 15°C, si esta es mayor de 15°C se resta de la temperatura mayor y se multiplica por el factor 0.0002 y el producto se suma a la densidad anteriormente tomada.

Si la temperatura es menor de 15°C a los 15°C se resta la temperatura menor y se multiplica por el factor 0.0002 y se resta a la densidad anteriormente tomada. Estas correcciones se hacen por cada grado centígrado arriba o bajo de 15°C.

La densidad relativa de los diferentes componentes de la leche a 15°C.

Grasa	0.930
Lactosa	1.666
Acido cítrico	1.666
Sólidos no grasos	1.616
Proteínas	1.346

La densidad de la leche depende de la composición de la misma, según el cuadro anterior.

Un kilogramo de leche es igual a 0.9689 lts. Es decir 968.9 mililitros. Esto presupone que la leche pesa 1.032 gramos por mililitro que es el peso de la leche normal.

$$1.000 - 1.032 = 0.9689 \text{ (litros)}$$

1 litro de leche entera normal pesa:

$$1.000 \times 1.032 = 1032 \text{ gramos}$$

La densidad de la leche no es un valor constante por estar determinar por dos factores opuestos y visibles:

1- Concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos); la densidad varia proporcionalmente a esta concentración.

2- Proporción de materia grasa: teniendo esta densidad inferior a 1, la densidad global de la leche varía de manera inversa al contenido de grasa. La leche desnatada es más pesada que la leche entera.

La adición de agua a la leche, disminuye evidentemente su densidad.

La densidad varia también con la temperatura, a temperaturas diferentes se realiza correcciones. Aunque ya existen tablas de corrección (22).

2.19.4.1.0. El descremado o adición de leche descremada.

Estos dos fraudes se traducen por una elevación del peso específico, ya que relativamente aumentan los sólidos no grasos que tienen una densidad mayor.

Doble falsificación: cuando es aguada la leche y se descrema o se le añade leche descremada, el peso específico de la leche variará según la importancia de uno de los dos fraudes.

Esta forma de falsificación no puede ser detectada más que por la determinación suplementaria del % de grasa y el cálculo del extracto seco (sólidos totales) (2).

2 19.4.2.0. Densidad específica.

Es el peso de un líquido o sólido a una temperatura determinada, comparado con el peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura.

La gravedad específica puede ser determinada encontrando el peso de un volumen desconocido (peso de un litro de leche) o el volumen de un peso conocido (volumen de un kg de leche). El lactómetro hace uso del último.

La gravedad específica de la leche de un hato mezclado de razas es de 1.0325 en promedio pero este varía desde 1.030 hasta 1.033 y en algunos casos exceder estos límites la gravedad específica es tomada normalmente a 15°C (60°F) o corregida a esta temperatura.

La acidez es una prueba aproximada y no se le debe de dar mucha importancia como índice de contaminación bacteriana ya que nos siempre el alto grado de acidez corresponde a un alto número de microorganismos, ejemplo: la leche mastítica contiene un número alto de microorganismos y la acidez es más baja que lo normal (hasta 0.08%), y casos en que la leche contiene algo de calostro puede mostrar una acidez alta y sin embargo puede tener un bajo contenido de microorganismos (43).

La leche de vaca es la que más se consume en la mayoría de los países del mundo, por tal razón, las discusiones aquí presentadas se refieren, en casi su totalidad, a esta. Sin embargo, muchos de los tópicos pueden ser aplicados a leche de otros animales.

“El departamento de salud pública de los Estado Unidos de Norteamérica, define a la leche así: “secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por ordeño completo de una o más vacas en buen estado de salud, dicha secreción láctea no debe tener menos de 3.25% de grasa de leche y no menos de 8.25% de sólidos no grasos de leche.” (42).

2.20.0. La grasa.

La grasa de la leche es uno de los componentes más importantes de esta, debido a las características que imparte a la leche y sus productos derivados.

La grasa interviene directamente en la economía, nutrición, sabor y propiedades físicas de

la leche y subproductos.

2.20.1.0. Economía.

Hasta hace unos diez años se les ha dado su verdadero valor económico a los sólidos no grasos. Anteriormente el precio de la leche generalmente fue basado en su contenido de grasa y la leche descremada fue usada principalmente como alimento de animales (terneros).

Este cuadro ya ha cambiado, pero sin embargo, la grasa todavía juega un papel importante en el precio de la leche, comparado con los otros constituyentes de la misma.

2.20.2.0. Nutrición.

El valor nutritivo de la grasa de la leche es sustancial:

- a) En comparación con las otras grasas es una fuente rica de energía y rinde aproximadamente nueve kilocalorías/gramo de grasa.
- b) Sirve como medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E y K.
- c) La grasa de la leche contiene cantidades significantes de los pseudos llamados ácido graso esenciales: Linoleico y Aracidónico.

2.20.3.0. Sabor.

Es uno de los papeles más importantes que tienen en los productos lácteos. El rico y agradable sabor que la grasa de la leche tiene no puede ser imitado o duplicado por ninguna otra clase de grasa, por esta razón la grasa de la leche se usa en forma de mantequilla, helados y crema sin que tenga rival. También la grasa es importante por los malos sabores a que puede dar origen (42).

2.21.0. Propiedades físicas.

La contextura y textura de los productos lácteos están íntimamente relacionadas con el sabor para muchos consumidores. Hay otros que aprecian la fina contextura y textura separadamente.

La grasa imparte suavidad, finura y agradable sensación. A falta de ella, el producto sería desabrido, duro, arenoso o aguado (42).

La leche de vaca tiene una densidad media de 1.032 g/ml. Es una mezcla muy compleja y de tipo heterogenia como un sistema coloidal de tres fases

Fase 1: Solución: los minerales así como los carbohidratos se encuentran disueltos en el agua.

Fase 2: Suspensión: la sustancia proteica se encuentran con el agua en suspensión.

Fase 3: Emulsión la grasa en el agua se presenta como emulsión.

Contiene una proporción importante de agua, cerca del 87% el resto constituye el extracto seco que representa el 130 g/lit entre los que están entre 35 y 45 gramos de materia grasa (28).

La leche es una emulsión de grasa en agua que contiene materias coloidales y sales en disolución. Una de sus propiedades más importantes es su reacción uniforme al someterla a procesos específicos. En estado de reposo tiene la propiedad de formar crema (las grasas ascienden a la superficie). La crema puede separarse por medios mecánicos y batirse o agitarse hasta que se convierta en mantequilla.

La facilidad con que la materia grasa se separa de los otros elementos constitutivos de la leche ha servido de base al desarrollo de la industria de la mantequilla. La leche también tiene la propiedad de coagularse, ya sea agregándole ácidos o cuajo, o aplicándole calor. Una propiedad muy valiosa de la leche fresca normal es que puede hervirse varias veces sin que por ello pierda su estabilidad. Otra cualidad extraordinaria es que aun cuando su proporción de sólidos oscila entre 12 y 15 por ciento, no pierde por eso su calidad de líquido. Muchos otros alimentos y materias de una concentración tan elevada de sólidos tienen el aspecto de estos. Aunque la leche es un líquido y un vaso de leche pura y fría es refrescante, los peritos en nutrición (bromatólogos) la consideran más bien un alimento que un refresco (27).

2.21.1.0. Congelación.

La leche se puede congelar a menos 0.55°C (31.01°F). Es característica más constante de la leche y este se utiliza para detectar adulteraciones con agua en la leche. Una lectura de

menos 0.53°C ya permite sospechar una posible adición de agua a la leche; sin embargo, debemos recordar que los límites normales están entre -0.50 y -0.61°C (30.9 y 31.1°F).

2.21.2.0. Ebullición.

La leche hervida a 100.17°C (212.2°F) debido a las sustancias solubles que posee (43).

2.21.3.0. Composición de la leche.

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche, se basa principalmente en que la leche es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor como tal es conveniente conocer la clase y cantidad de nutrientes que posee. La elaboración de productos lácteos, demanda también del conocimiento de los componentes de la leche para proporcionar al mercado nuevos productos y así aumentar su consumo.

La composición de la leche varía de acuerdo con cada especie, y dentro del ganado de leche, las variaciones en la composición de la leche normalmente se debe a las razas, dentro de ellas mismas, e inclusive en los cuartos de cada vaca, estado nutricional, composición del alimento, estaciones del año, temperatura ambientales, edad, estado de lactancia, infección de la ubre y enfermedades en general.

La composición de la leche ha ido aumentando y algunos mercados empiezan a dar importancia al contenido en PLM (proteína-lactosa-minerales) de la misma, lo que sucede también con la grasa. Otros mercados aportan diferencias en composición de grasa, las cuales están correlacionadas en forma positiva con la variación en proteína y lactosa. Si bien los cambios del mercado son demasiado lentos, la evidencia demuestra que los componentes no grasos se volverán cada vez más importantes en el futuro próximo en cuanto a la economía. El incremento en el precio relativo del queso, comparado con el de la mantequilla durante la última década, refleja la tendencia del interés cada vez mayor en el contenido proteico de la leche (56).

2.21.4.0. Componentes de la leche.

Si se consideran los factores que se expusieron con anterioridad, es aventurado hablar del

contenido cuantitativo de los constituyentes de la leche, debido a que este no es muy constante; pero si puede decirse que la leche es una mezcla de sustancias como lactosa, otros carbohidratos en menor concentración, lípidos, proteínas, sales minerales, vitaminas, etc.

2.21.5.0. Composición de los triglicéridos de la grasa de leche.

La grasa de leche tiene tres características muy importantes:

1. Gran variedad de ácidos grasos. Mediante las técnicas modernas se han logrado identificar 150, aunque solo 15 de ellos se encuentran en cantidades notables.
2. Los ácidos grasos saturados constituyen entre el 55 y el 60% y los insaturados, entre 30 y 35%, por eso la mantquilla es solida a temperatura ambiente.
3. Tiene una gran proporción de ácidos grasos volátiles de bajo peso molecular y, en especial, de ácido butírico, característica que le confiere un elevado índice de saponificación, particular de la leche de vaca; las demás leches, a excepción de la de oveja, tiene poco acido butírico. Dentro de una misma especie, la composición de la grasa varía poco según la raza; sin embargo, la grasa de leche Jersey tiene más ácidos grasos volátiles que la leche Holstein, Ayrshire o Shorthorns. Las leches de Holstein y Shortorns contienen mas acido oleico que la Jersey, lo que ocasiona que el punto de fusión de la grasa de las primeras sea más bajo.

2.21.6.0. Efecto de la composición de la leche.

Otra causa de una producción lenta de acido en leche, puede ser la leche misma, ya que se encuentran presentes inhibidores, ya sea como resultados de una mastitis tratada o de una baja calidad bacteriológica, que pueden detener la producción de ácido.

En menor grado, variaciones en la compasiones de la leche en las diferentes estaciones del año, así como un sobre madurado del cultivo madre, también pueden reducir la actividad de los iniciadores (Lawrence, 1978).

Otros factores inhibidores presente en la leche como lacteninas, lactoperoxidasas, porciones dializadles de tiocianato, aglutininas (activas contra los estreptococos del grupo N) y factores específicos, alteran en menor grado la producción de ácido (Vendamuthu, 1971).

De los factores asociados al suero, activos contra propionibacterias parecen haber sido identificados como la fracción de inmunoglobulinas G y A (Vendamuthu, 1971).

La presencia de oxígeno en los cultivos sintéticos y naturales es otro factor capaz de alterar la producción de ácido láctico, a mayor cantidad de oxígeno menor cantidad de ácido producido (Sandine, 1977) (39).

2.22.0. Fuente de sus constituyentes.

La leche está compuesta por agua, lípidos (sustancias grasas), proteínas, azúcares, minerales, vitaminas, enzimas y algún material celular del cuerpo del animal. En el cuadro 4 se presenta la composición media de la leche de vaca, en comparación con la de otras especies. Es notable la diferencia entre la leche de la vaca y la de mujer. Cuando se emplea para la alimentación de los niños suele modificarse la leche de vaca agregándole azúcar y diluyéndola ligeramente, para que se parezca más a la leche humana.

Todos los elementos constituyentes de la leche proceden de la sangre de la vaca. Algunos son modificados por los tejidos de la glándula mamaria. Otros aparecen en forma análoga en la leche y en la sangre (9).

Las proteínas de la leche normal están compuestas de un cierto número de fracciones individuales. Para nuestros fines se pueden dividir en: caseína (aproximadamente un 80%) compuestas de fracciones llamadas caseína α , β , y γ y posiblemente caseína δ , lactoglobulina, lactoalbúmina, albúmina del suero sanguíneo, globulinas inmunes y pseudoglobulina. La caseína es una proteína que solo podemos encontrar en la leche, de todas las especies, y es un producto de modificaciones o síntesis realizadas en la célula de las glándulas mamarias (7).

2.23.0. Agua de la leche.

El contenido de agua en la leche puede variar de 84% a 89%; en algunos casos, una leche normal puede exceder estos límites. El porcentaje de agua es también afectado por la variación en contenido de cualquiera de los otros constituyentes de la leche.

El agua que forma parte de la leche así como el de otros alimentos, es exactamente igual al agua común y sirve como medio disolvente o de suspensión para los constituyentes de la leche.

El contenido del agua, relativamente alto, en la leche hace que algunas personas duden de su valor alimenticio, cabe aclarar que gracias a esa cantidad de agua, la distribución de sus componentes es bastante uniforme y permite que pequeña cantidades de leche contengan casi todos los nutrientes proporcionados en esta.

La apariencia líquida de la leche, normalmente nos induce a pensar en un alto contenido de agua, sin embargo, hay muchos otros alimentos de apariencia sólida que contienen más agua que la leche (42).

Cuadro N° 4. Composición de la leche de varias especies.

Especie	% Agua	% Grasa	% Proteína	% Lactosa	% Cenizas
Humana	88.30	3.11	1.19	7.18	0.21
Cabra	87.88	3.82	3.21	4.54	0.55
Oveja	80.82	6.86	6.52	4.91	0.89
Yegua	90.70	1.20	2.00	5.70	0.40
Reno	67.20	17.09	9.89	2.82	1.49
Camello	87.61	5.38	2.98	3.26	0.70
Cerda	84.00	4.55	7.23	3.13	1.05
Vaca	86.90	4.10	3.20	4.90	0.90

2.24.0. Análisis químico.

La leche se compone de agua y de varias materias nutritivas que necesita el animal joven para su desarrollo, como puede ser: grasa, proteínas, azúcar, minerales y vitaminas; pero las cantidades proporcionales de estos elementos constitutivos varían en la leche de las diferentes especies.

Como regla general, la grasa el único componente que se aprovecha como índice para

determinar el valor comercial de la leche o para describir la capacidad de producción de la vaca; pero cuando se fijan las normas en que se basan los reglamentos para la venta de la leche en los mercados, se toman en cuenta el contenido de grasa como el de los demás sólidos y las autoridades sanitarias recurren a menudo a esta clasificación al examinar la leche en busca de adulteraciones o cambios en su composición. Las normas para la leche de vaca fijan por lo general no menos de 3,0 o 3,25 por ciento de grasas y no menos de 8,0 por ciento de sólidos no grasos (43).

2.24.1.0. Propiedades químicas.

El pH de la leche es ligeramente ácido (pH comprendido entre 6.6 y 6.8)

Otra propiedad química es la acidez o cantidad de ácido láctico, que suele ser de 0.15 a 0.16% de la leche.

Las sustancias protéicas de la leche son las que más importancia tienen en el aspecto técnico, estas se clasifican en dos: proteínas (la caseína se presenta en 80% del total proteínica, mientras que las proteínas del suero la hacen con un 20%), y las enzimas. La actividad enzimática depende de dos factores: Temperatura y pH, y está presente en todo el sistema de diversas formas. La fosfatasa es un inhibidor a temperatura de pasteurización e indica que se realizó bien la pasteurización. La reductasa es producida por microorganismos ajenos a la leche. La Xantoxidasa en combinación con nitrato de potasio (KNO_3) inhibe el crecimiento de bacterias butíricas. La lipasa oxida las grasas y da olor rancio a los productos y se inhibe con pasteurización. La catalasa se incrementa con la mastítis, y si bien no deteriora el alimento se usa como indicador microbiológico (15,28).

2.25.0. Propiedades químicas más importantes de los ácidos grasos insaturados

son los siguientes:

1. Fijan el oxígeno y forman óxido de sabor muy desagradable. Este fenómeno se analiza cuando se habla de rancidez oxidativa.
2. Fijan halógenos; esta propiedad se emplea para calcular el índice de yodo, que constituye el principal método químico para determinar el grado de insaturación.

2.26.0. Propiedades físicas de la grasa de la leche.

Las propiedades físicas de la grasa no son muy estables, existen variaciones amplias, lo que demuestra que es una muestra de varios triglicéridos. La densidad varía según la composición de ácidos grasos de los triglicéridos (48).

2.27.0. Microbiología de la leche.

Se sabe que la leche es un excelente medio de cultivo para numerosos microorganismos por su elevado contenido de agua (humedad, temperatura favorable, pH apropiado, nutrientes indispensables). Su riqueza en alimentos microbianos. Posee una gran cantidad de alimentos energéticos en forma de azúcares (lactosa), grasa y citrato y compuestos nitrogenados. Los alimentos nitrogenados se hallan en numerosas formas: proteínas, aminoácidos, amoníaco, urea, etc.

Por poseer azúcares fermentables, en condiciones ordinarias lo que más frecuentemente ocurre es una fermentación ácida a cargo de las bacterias; si no existen gérmenes formadores de ácido o si las condiciones son desfavorables para actividad, pueden sufrir otros tipos de alteración.

La leche al interior de una ubre saludable contiene relativamente pocos microorganismos. Sin embargo, la superficie extrema puede acoger a un gran número de estos. La suciedad como el barro seco o el estiércol en el forraje y en el pelo del animal puede transmitir millones de bacterias a la leche. Resulta de vital importancia observar buenas prácticas en el ordeño y mantener la limpieza de las ubres es esencial. Si además el animal sufre de infecciones como la mastitis, la leche puede contener microorganismos patógenos realmente dañinos. Sin embargo, resulta altamente recomendable entre quienes promuevan proyectos de procesamiento de productos lácteos que soliciten asesoría de personas especializadas en la crianza de ganado ya que un producto de buena calidad no podrá ser elaborado con leche cruda de inferior calidad.

La recolección, almacenamiento y transporte de la leche son operaciones que deben realizarse con una máxima higiene posible, esto para conseguir una leche cruda de gran calidad microbiológica. Es necesario que llegue a la industria en un tiempo corto y a una

temperatura de refrigeración más baja posible (4- 10°C) (30).

2.27.1.0. Propiedades microbiológicas.

La leche tiene como sistema biológico recién obtenido, un gran número de genes bacterianos que generan diversas alteraciones (benéficas y perjudiciales) al alimento y sus propiedades (28).

2.27.2.0. Normas bacterianas para la leche.

Las autoridades de sanidad han establecido normas bacterianas para la mayor parte de leche en las regiones de los EE.UU. Estas normas varían notablemente de unas regiones a otras. En unas regiones se exige la leche que no contenga más de 100,000 por centímetro cubico al entregarse, y que la leche tenga una temperatura que no exceda de 7-10°C. El servicio de sanidad pública de los EE.UU. A publicado una sugestión de normas sobre la base de no más de 200, 000 bacterias por centímetro cubico en el momento de entrega que posea una temperatura de 10°C.

2.27.2.1.0. Refrigeración inmediata.

Siempre encontramos algunas bacterias en toda partida de leche y es necesario realizar algo adecuado para retrasar el desarrollo, es práctico y recomendable refrigerar la leche, lo más pronto posible, a 10°C o menos. En la mayor parte los aparatos comerciales de refrigeración, sean tanques o recipientes refrigerados que estén diseñados para este fin (7).

2.28.0. Las bacterias producen malas condiciones de conservación, olor y sabor desagradable.

2.28.1.0. Cómo se produce la contaminación de la leche fresca.

Cuando se realiza la segregación de la leche, es estéril. Puede infectarse incluso antes de salir de la ubre. El riesgo de contaminación es mucho mayor una vez que ha salido de la ubre y se ha expuesto a una serie de diferentes microorganismos. Eventualmente, estos gérmenes destruyen la leche de una u otra forma.

El enfriamiento únicamente puede evitar que se reproduzcan estos gérmenes, pero existen

especies psicófilas que resisten las bajas temperaturas y se reproducen aunque la leche este fría.

Se han realizado muchas investigaciones científicas, que han demostrado que la higiene pobre, tanto en los equipos de ordeño como en los de enfriamiento, es la fuente más importante para la contaminación de la leche fresca.

Todas las superficies que estén en contacto con la leche, se han de lavar y desinfectar cuidadosamente después de cada ordeño. Además, todos los elementos de goma deben cambiarse periódicamente y debe evitarse la formación de piedra de leche y otros depósitos. También se ha de evitar la corrosión, para mantener las superficies duras y lisas. (esto se refiere a un ordeño mecanizado) (40).

Las bacterias perjudiciales que atacan la leche son muchas, sin tomar en cuenta los agentes patógenos que deben de estar ausentes, algunas de estas bacterias perjudiciales son:

Leche cruda: Bacterias acidificantes (fermentos lácteos)

Bacterias Coliformes (productoras de mal gusto y olor)

Bacterias termófilas (staphylococcus toxígenos)

Leche pasteurizada: Bacterias termorresistentes

Bacterias psicófilas

Bacterias Coliformes

Leche esterilizada: Bacterias espatuladas (34).

2.29.0. Crecimiento bacterial.

La vida de los microorganismos patógenos en la naturaleza está íntimamente ligada con las bacterias que los rodean, la humedad, el pH, temperatura, el oxígeno, nutrientes, y otros factores ambientales por este motivo la población de una especie varía de un momento a otro.

Durante el crecimiento el número de bacterias aumenta en progresión geométrica: 1, 2, 4, 8, 16, 32, etc.

2.30.0. Reproducción bacteriana.

En las bacterias, el aumento en el tamaño de las células (crecimiento) y la reproducción es por división celular están íntimamente ligados, como en la mayor parte de los organismos unicelulares. Las bacterias crecen hasta un tamaño fijo y después se reproducen por fisión binaria, una forma de reproducción asexual. En condiciones apropiadas, una bacteria Gram-positiva puede dividirse cada 20 – 30 minutos y una Gram-negativa cada 15 – 20 minutos, y en alrededor de 16 horas su número puede ascender a unos 5.000 millones (aproximadamente el número de personas que habitan la Tierra). Bajo condiciones óptimas, algunas bacterias pueden crecer y dividirse extremadamente rápido, tanto como cada 9.8 minutos. En la división celular se producen dos células hijas idénticas (53).

Muchas otras bacterias se encuentran como simbioses en seres humanos y en otros organismos. Por ejemplo, en el tracto digestivo proliferan unas mil especies bacterianas. Sintetizan vitaminas tales como ácido fólico, vitamina K y biotina. También fermentan los carbohidratos complejos indigeribles y convierten las proteínas de la leche en ácido láctico (por ejemplo, Lactobacillus). Además, la presencia de esta flora intestinal inhibe el crecimiento de bacterias potencialmente patógenas (generalmente por exclusión competitiva). Muchas veces estas bacterias beneficiosas se encuentran como suplementos dietéticos probióticos.

2.30.1.0. Patógenos.

Las bacterias patógenas son una de las principales causas de las enfermedades y de la mortalidad humana, causando infecciones tales como tétanos, fiebre tifoidea, difteria, sífilis, cólera, intoxicaciones alimentarias, lepra y tuberculosis. Puede ocurrir que, para una enfermedad médicamente conocida, su causa patogénica se descubra solamente después de muchos años, como fue caso de la úlcera péptica y Helicobacter pylori. Las bacterias patógenas son de gran importancia en lo que se refiere a la conservación de los alimentos, ya que estos se pueden ver contaminados si no se realizan las respectivas prácticas de higiene en su manipulación y conservación.

Entre las principales bacterias patógenas que contaminan los alimentos son: las

Coliformes, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

La primera bacteria fue observada por Anton Van Leeuwenhoek en 1683 usando un microscopio de lente simple diseñado por él. El nombre de bacteria fue introducido más tarde, por Ehrenberg en 1828, derivado del griego *βακτηριον* significando bastón pequeño. Louis Pasteur (1822-1895) y Robert Koch (1843-1910) describieron el papel de la bacteria como causa de enfermedades. La Bacteriología es una rama de la Microbiología que tiene por objeto de estudio la taxonomía, estructura y fisiología de las bacterias.

Las bacterias son microorganismos unicelulares. Tienen típicamente algunos micrómetros de largo (entre 0,5 y 5 μm) y se presentan en diversas formas incluyendo esferas, barras, y espirales. Generalmente poseen una pared celular similar a la de plantas u hongos, pero compuesta por peptidoglicanos. Muchos antibióticos son efectivos sólo contra las bacterias ya que inhiben la formación de esta pared celular. Muchas bacterias disponen de cilios o flagelos y son móviles, del estudio de las bacterias se encarga la bacteriología, una rama de la microbiología. Las bacterias son los organismos más abundantes del planeta. Son ubicuas, encontrándose en todo hábitat de la tierra, creciendo en el suelo, manantiales calientes ácidos, desechos radioactivos, en el mar y en las profundidades de la corteza terrestre. Algunas bacterias pueden incluso sobrevivir en el frío y vacío extremos del espacio exterior.

Las bacterias son imprescindibles para el reciclaje de los nutrientes pues muchos pasos importantes de los ciclos nutrientes dependen de bacterias. Sin embargo, Las enfermedades bacterianas mortales más comunes son las infecciones respiratorias, con una mortalidad solo para la tuberculosis de cerca de 2 millones de personas al año, sobre todo en el África subsahariana, sin embargo las bacterias presentes en los alimentos, principalmente en la carne de res pueden causar en ocasiones severos daños debido a que son causantes de enfermedades gastrointestinales. En los países desarrollados se utilizan antibióticos para tratar las infecciones bacterianas y también se usan extensamente en la agricultura y la ganadería, lo que ocasiona que se esté generalizando la resistencia de las bacterias a los antibióticos. En la industria, las bacterias son importantes en procesos tales como el tratamiento de aguas residuales, la producción de queso y yogur, y en la fabricación de antibióticos y de otros productos químicos (47).

a) Organismos unicelulares (o mono celulares) microscópicos; su tamaño varia de 0,3 a 10 micras, raramente mas; no hay formación de organismos que comprendan varias células diferenciadas.

b) Forma exterior aparentemente simple, esfera, bastoncito, hélice. La célula no contiene un núcleo diferenciado pero si una substancia nuclear limitada por una pared rígida de composición especial.

c) Multiplicación habitual asexual, por escisiparidad (bipartición); es decir, división simétrica de la célula (recientemente se ha comprobado la existencia de procesos de conjugación sexual). La duración de una generación puede ser muy breve, hasta de quince minutos, de aquí la gran proliferación y tendencia a la ubicuidad.

d) Existen tipos fisiológicos diversos. Las bacterias que viven en los medios que contienen materias orgánicas, tales como leche, son heterótrofas; son más o menos exigentes en lo que se refiere a las substancias nutritivas que les son necesarias. Muchas de las bacterias importantes de la leche son anaerobias facultativas (gérmenes que viven de preferencia en ausencia de aire).

2.30.1.1.0. Nomenclatura y clasificación de las bacterias.

Aunque se trata de dos problemas difíciles no pueden omitirse, ya que se hallan constantemente presentes cuando se trata de la higiene y de la microbiología aplicada. Sin duda alguna, nunca encontraran una solución tan satisfactoria como la clasificación lineana utilizada para los organismos superiores, en los que la reproducción sexual es la regla.

Existe un código para la nomenclatura microbiana promulgado en 1947; es semejante al de los vegetales y también emplea los mismos escalones: Orden, Familia, Tribu, Género, Especie y Variedad. Cada bacteria se designa por dos nombres que tienen una terminación latina: el del género en mayúscula y el de la especie a continuación; eventualmente se indica la variedad y algunos pormenores abreviadamente, en especial el tipo antigénico o serológico (la tipificación serológica).

La forma de las bacterias es muy variada y, a menudo, una misma especie adopta distintos

tipos morfológicos, es lo que se conoce como pleomorfismo. De toda forma, podemos distinguir tres tipos fundamentales de bacterias:

- Coco: de forma esférica
 - Diplococo: cocos en grupos de dos
 - Tetracoco: cocos en grupos de cuatro
 - Estreptococo: cocos en cadenas
 - Estafilococo: cocos en agrupaciones irregulares o en racimo
- Bacilo: en forma de bastoncillo
- Formas helicoidales
 - Vibrio: ligeramente curvados y en forma de coma
 - Espirilo: en forma helicoidal rígida
 - Espiroqueta: en forma de tirabuzón (helicoidal flexible) (49, 51).

Cada especie de patógeno tiene un espectro característico de interacciones con sus huéspedes humanos. Algunos organismos, tales como los Estafilococos o Estreptococos pueden causar enfermedades gastrointestinales, infecciones de la piel, pulmonía, meningitis e incluso sepsis, una respuesta inflamatoria sistémica que produce shock, vasodilatación masiva y hasta la muerte. Las bacterias coliformes son causantes de enfermedades intestinales; sin embargo, estos organismos son también parte de la flora humana normal y se encuentran generalmente en la piel o nariz sin causar ninguna enfermedad.

2.31.0. Recuento de las bacterias.

Debido a que la leche está formada por muchos componentes químicos diferentes, es el nutriente ideal para el desarrollo de una gran variedad de microorganismos. La calidad de la leche se puede conservar solo si se maneja y almacena bajo condiciones controladas.

El número de microorganismos que, inevitablemente, contaminan la leche en su recorrido desde la ubre hasta el tanque de almacenamiento está entre 1000 y 10000 gérmenes por mililitro. Un equipo que se limpia deficientemente, puede ocasionar que aumenten hasta 500000 microorganismos por mililitro (40).

2.32.0. Principales grupos de bacterias que se encuentran la leche.

Se pueden distinguir dos grandes categorías de bacterias gracias al método especial de coloración de Gram. Las bacterias “Gram +” se caracterizan por mayores exigencias nutritivas y una sensibilidad más elevada a los agentes bactericidas, que las bacterias “Gram-”. Estas últimas son, sin embargo, más sensibles que las bacterias “Gram +” a ciertas sustancias inhibitoras. Recordaremos que las sustancias inhibitoras detienen el crecimiento sin destruir los gérmenes, por ejemplo: la azida de sodio, las teluritas y el acetato de talio. Estas propiedades permiten componer medios selectivos, que facilitan el aislamiento de las bacterias que pertenecen a una de estas categorías.

2.32.1.0. Bacterias “Gram +”.

1. Bacterias lácticas.

Las bacterias más importantes, en los productos lácteos, tanto por sus actividades bioquímicas como por su número (proporción en la micro flora total y frecuencia en los exámenes), son aquellas que fermentan la lactosa dando una proporción elevada de ácido láctico en los productos de degradación y que solo son débilmente proteolíticas. Pertenecen a la familia de las Lactobacteriaceae.

Las otras bacterias esféricas, que tienen interés para nosotros, son también “Gram +” y se encuentran agrupadas en una familia homogénea desde el punto de vista morfológico: Micrococcaceae, cuyas subdivisiones son discutidas. La forma de agrupamiento de las células es una característica inconstante; es por ello que no pueden ser separadas en la especie de células aisladas (micrococos) y especies de células racimadas (estafilococos).

2. Micrococos y estafilococos.

Dadas sus características morfológicas tan particulares, se propuso frecuentemente la agrupación de las bacterias esféricas en una sola unidad de clasificación; con este criterio se realizó el sistema Prévot. Sin embargo, existen diferencias importantes en los caracteres fisiológicos, lo que puede justificar la separación de las bacterias esféricas en varias unidades. En la familia de las Lactobacteriaceae se encuentran numerosas especies de cocos, pero se

agrupan por pares o en cadenas y no en grupos; son más próximos a las bacterias en bastoncito.

A continuación se citan las propiedades que distinguen los dos géneros que agrupan las especies encontradas en los productos lácteos:

a) Micrococos.

Estas bacterias son en general aerobias (hay algunas variedades anaerobias); no fermentan la glucosa, sino que la degradan en forma oxidante provocando un débil descenso del pH (mínimo entre 5.0 y 5.5). Los micrococos no son patógenos; están de provistos de las dos armas habituales de infección: la coagulasa y la hemolisina.

Los micrococos forman parte de la flora innocua que contamina la leche, y se encuentran frecuentemente después del ordeño. Por presentar una temperatura optima bastante elevada (37°C), y por sus actividades enzimáticas reducidas, tienen poca importancia en los problemas referentes a la conservación y tratamiento de la leche. Se han aislado micrococos que no atacan la lactosa. Y hay otras especies que presentan actividad proteolítica limitada y pueden alcanzar el medio; esta actividad es interesante desde el punto de vista de la “maduración” de la leche para la quesería. Además los micrococos influyen sobre el resultado de las pruebas de apreciación de la calidad bacteriológica de la leche, que actualmente se realiza a 37°C.

b) Estafilococos.

Son microorganismos anaerobios facultativos, que provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso notable del pH (hacia 4,3 y 4,5); producen acetoina (reacción de Voges-Proskauer positiva), contrariamente a los micrococos. Este género comprende dos grupos; el de mayor importancia es *Staphylococcus pyogenes*, que comprende bacterias parasitas que poseen un coagulasa y una o varias hemolisinas; se designan también con el término *Staphylococcus aureus* (estafilococo dorado) y *Staphylococcus albus*. Estas bacterias son importantes desde el punto de vista higiénico.

El otro grupo está representado por *Staph. Epidermidis*, que ofrece poco interés para

nosotros.

3. Bacterias espatuladas (Bacillaceae)

Estas bacterias son las únicas en formar endoesporas, que tienen una propiedad importante para resistir altas temperaturas. Mientras otras bacterias generalmente se destruyen por debajo de 80°C, las bacterias espatuladas solo mueren por encima de los 100°C tienen por ello una enorme importancia tecnológica en lo que se refiere a los productos alimenticios no adicionadas de agentes conservadores.

A pesar de su termo resistencia, debido a las esporas, muchas de estas bacterias son mesófilas, es decir, que se desarrollan a unos 30°C y se inhiben a temperaturas superiores a 45°C. Sin embargo, existen especies termófilas que se desarrollan bien por encima de los 60°C.

Las bacterias espatuladas no suelen presentarse en la leche cruda y en los productos lácteos que no se han calentado. Por el contrario, son responsables de la alteración de las leches hervidas o insuficientemente esterilizadas de los quesos fundidos, de los quesos de pasta cocida, de las leches concentradas, etc. El calentamiento tiene como resultado una selección de estos gérmenes cuando se hallan en cantidad considerable. Las bacterias lácticas las inhiben rápidamente.

Bacillus; bacterias espatuladas aerobias, con actividades enzimáticas variadas: coagulación y proteólisis.

Clostridium; bacterias espatuladas anaerobias (que no se desarrollan más que en medios exentos de oxígeno); son perjudiciales, sobre todo por la producción de gas; algunas son peligrosas por sus toxinas, en especial el Clostridium perfringens.

2.32.2.0. **Bacterias “Gram -”.**

1. Enterobacterias.

La familia de las Enterobacteriaceae es una de las más vastas y de las más difíciles de subdividir. Las especies más frecuentes en los productos lácteos son los que fermentan la

lactosa; pero también se encuentran las otras.

La mayor parte de las Enterobacterias son huéspedes normales del intestino de los mamíferos; su presencia en el agua o la leche pueden atribuirse a una contaminación de origen fecal. Muchas de estas especies tienen una fase de vida libre en el suelo y en las aguas. Las Cloaca y Serratia se encuentran en los productos vegetales; estos dos géneros no tienen especies patógenas.

Las Enterobacterias suelen ser menos abundantes en la leche que otras bacterias Gram -; sin embargo, tienen una gran importancia desde dos puntos de vista:

Higiénico: varias especies de esta familia son responsables de graves enfermedades infecciosas, que pueden adquirir carácter epidémico, en el caso de los productos lácteos las salmonelas son las más temible; a otras especies se atribuyen infecciones gastrointestinales benignas.

Tecnológico: la propiedad bioquímica de las Enterobacterias es la fermentación de los azúcares con formación de gas (gas carbónico e hidrogeno) y ácido. Algunas especies producen sustancias viscosas o de sabor desagradable.

Esta importancia aumenta por la facultad de desarrollarse a muy diferentes temperaturas (algunas especies se desarrollan de 10° a 40° y el Escherichia coli puede crecer hasta 44°), y por su resistencia a los antibióticos que se encuentran ocasionalmente en la leche. En estas condiciones las enterobacterias pueden suplantar a las bacterias lácticas e invadir el medio (34,50).

El término “bacterias coliformes” se utiliza para designar a las enterobacterias más frecuentes encontradas en los productos lácteos y pertenecientes a los cuatro primeros géneros. El recuento de estas bacterias (colimetría) es uno de los medios más significativos para la apreciación de la calidad higiénica de la leche y de la eficacia de saneamiento a que se le somete. Para este fin se utilizan medios de cultivo que se han hecho selectivos por adición de sustancias que inhiben la mayor parte de las otras especies (verde brillante, bilis y desoxicolato sódico) (50).

Coxiella burneti.

Esta rickettsia se encuentra con frecuencia en la leche de algunos países. Este germen es más resistente que los anteriores a los agentes físicos; esta característica ha llevado a los americanos a elevar un grado las normas de la pasteurización baja (63°, 30 min.). La pasteurización alta destruye siempre este germen) (1).

2.33.0. Bacterias Coliformes.

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

El término Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la Escherichia coli, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860. Von Escherich la bautizó como bacterium coli ("bacteria del intestino", del griego κολον, kolon, "intestino"). Con posterioridad, la microbiología sistemática nombraría el género Escherichia en honor a su descubridor (44).

2.33.1.0. Caracteres bioquímicos.

El grupo coliforme agrupa a todas las bacterias entéricas que se caracterizan por tener las siguientes propiedades bioquímicas:

- Ser aerobias o anaerobias facultativas;
- Ser bacilos Gram negativos;
- Ser oxidasa negativos
- No ser esporógenas
- Fermentar la lactosa a 35 °C en 48 horas, produciendo ácido láctico y gas (55).

2.33.2.0. Hábitat del grupo Coliforme.

Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

Las coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, existen muchos coliformes de vida libre (57).

2.33.3.0. Los coliformes como indicadores.

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano así como en alimentos en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son tan resistentes como las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que son bacteriológicamente seguros de ser consumidos.

Asimismo, su número en la muestra es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. En general, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Por su amplia diversidad el grupo coliformes ha sido dividido en dos grupos: coliformes totales y coliformes fecales (6).

2.33.4.0. Coliformes y salud pública.

La contaminación del sistema de agua potable con aguas negras se detecta por la presencia de coliformes. En sentido general, el término “Coliforme” incluye no solo a E. coli sino también a otros moradores del colon como Enterobacter y Klebsiella. Sin embargo, debido a que solo E. coli es microorganismo exclusivo del intestino grueso, en tanto que los demás se encuentran también en el ambiente, se usa como indicador de contaminación fecal. En las pruebas de calidad del agua, E. coli se identifica por su capacidad para fermentar lactosa con producción de ácido y gas, su propiedad de proliferar a 44.5°C y por su tipo característico de colonias en agar EMB. Una cuenta de colonias de E. coli en el agua potable mayor de 4/100 ml, indica no aceptable por contaminación fecal. Debido a que E. coli y los patógenos

entéricos son destruidos por cloración del agua, rara vez resulta un problema lograr este estándar. La desinfección del suministro municipal de agua es uno de los adelantos más importantes de salud pública en este siglo (26).

2.33.5.0. Coliformes totales y Coliformes fecales.

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales (que comprende la totalidad del grupo) y los coliformes fecales (aquellos de origen intestinal).

Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta es de origen fecal.

2.33.5.1.0. Coliformes Fecales.

Se define como Coliformes fecales a aquellos que fermentan la lactosa entre los 44.5°C – 45.5°C, este análisis que permite descartar a Enterobacter, puesto que ésta no crece a esa temperatura. Si se aplica este criterio crecerán en el medio de cultivo principalmente bacterias de los géneros Klebsiella y Citrobacter.

2.33.5.2.0. Contaminación fecal humana o animal.

Las Coliformes fecales de origen animal y la de origen humano son idénticas. Sin embargo, algunos investigadores han encontrado que las bacterias del género Rodococcus se asocian solamente a la contaminación fecal por animales.

2.33.5.3.0. Coliformes e Higiene de alimentos.

En la higiene de alimentos los coliformes no solo se consideran indicadores de contaminación fecal sino también indicadores de calidad.

Los coliformes totales y fecales se usan para evaluar la calidad de la leche pasteurizada, leche en polvo, helados, pastas frescas, carnes frescas y procesadas, y alimentos en general.

2.34.0. Escherichia coli.

Este género está muy simplificado. No comprende más que una especie bien definida: el *E. coli*, con algunas variedades de caracteres antigénicos diferentes. Es el único productor de indol del grupo, y por ser fácil pone de manifiesto este cuerpo, constituye el principio de una reacción de caracterización; no obstante, su significado es reducido, ya que otras bacterias netamente diferenciadas (*Proteus*) son también indológenas. Produce mucho gas y ácidos orgánicos (láctico, acético, succínico, etc.). Sin embargo, es menos “acidificante” que las bacterias lácticas, que lo inhiben cuando el pH desciende por debajo de 5,0-5,2 (la designación de “seudofermento láctico”, que le fue atribuida en otro tiempo, se presta a confusiones y debe abandonarse). Como todas las enterobacterias, el *E. coli* reduce los nitratos a nitritos; en presencia de nitratos, la producción de gas es reducida.

Escherichia coli (*E. coli*) es una bacteria. Se encuentra generalmente en los intestinos animales (incluido el ser humano) y por ende en las aguas negras. Fue descrita por primera vez en 1885 por Theodor von Escherich, bacteriólogo alemán, quién la denominó *Bacterium coli*. Posteriormente la taxonomía le adjudicó el nombre de *Escherichia coli*, en honor a su descubridor.

Esta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo. Además produce vitaminas B y K. Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram, es anaerobio facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa.

Es una bacteria utilizada frecuentemente en experimentos de genética y biotecnología molecular (5,13).

El riesgo de infección por *E.coli* en la carne no depende tanto de la temperatura sino del tiempo que pasa entre el sacrificio del animal y el consumo de la carne.

Escherichia coli es una bacteria que está presente en los intestinos, necesaria para completar el proceso digestivo y que a veces -sobre todo en verano- se altera y causa cólicos y diarreas. Sin embargo, un estudio inglés realizado con carne picada demuestra que la

patogenicidad de este germen no está mediada por ningún aumento en la temperatura ambiente sino por el tiempo que transcurre desde el sacrificio de la res hasta la cocción de la carne y su consumo final.

El tópico de que las carnes crudas evitan mejor un contagio infeccioso si se guardan en la nevera puede no deberse tanto a la conservación en clima fresco sino al resguardo en un lugar estanco.

Para probar este extremo, los investigadores dispusieron un recipiente con carne picada de vacuno inoculada con cepas de *Escherichia coli* a temperatura estándar y otro igual, con la misma cantidad de carne igualmente infectada en la nevera. La colonia bacteriana de la carne conservada a temperatura ambiente proliferó, pero no más que la conservada en la nevera. Para los autores de este trabajo, el riesgo de infección no depende tanto de la temperatura a la cual se despice, se transporte y se estanque la carne, sino del tiempo transcurrido. Cuanto más tiempo haya pasado desde el sacrificio de la res hasta la cocción final y el consumo, peor es el riesgo.

Por otra parte, los cortes de carne que entran en contacto con otros cortes u otras piezas de la res (o de otras reses) son los más susceptibles a contraer una infección.

La principal vía de contagio de *Escherichia coli* es la comida de origen animal entre las que se incluyen las carnes frescas, embutidos y otros productos cárnicos.

La bacteria *Escherichia coli* es en el fondo tan vernácula de nuestro organismo como pueda serlo la saliva. Fue descrita por primera vez en 1885 por Theodor von Escherich, bacteriólogo alemán, quién la denominó *Bacterium coli*. Posteriormente se le adjudicó el nombre de *Escherichia coli* en honor a su descubridor. Además de intervenir activamente en el proceso de digestión de los alimentos, *E. coli* produce vitaminas tan importantes como las del complejo B y la K. taxonómicamente se ha descrito a esta bacteria como un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram; se trata de un anaerobio facultativo móvil con flagelos que rodean todo su cuerpo, no forma esporas y fermenta azúcares tales como la glucosa y la lactosa. Su buen comportamiento ha hecho de este germen un candidato ideal para los experimentos de genética y biotecnología molecular.

Pero la descripción de esta bacteria quedaría incompleto sin citar que la *Escherichia coli* es también responsable de muchos cólicos, diarreas e incluso muertes por deshidratación Y es que no todas las cepas de *Escherichia coli* contribuyen por igual a la salud; algunas, la ponen en peligro. La vía de contagio es siempre la misma: la comida (principalmente de origen animal) (13,44).

La *Escherichia coli* O157:H7 es una de cientos de cepas de la *E. coli*. Aunque la mayoría de las cepas son inocuas y viven en los intestinos de los seres humanos y animales saludables, esta cepa produce una potente toxina y puede ocasionar una enfermedad grave.

La *E. coli* fue reconocida inicialmente como causa de enfermedad en 1982 durante un brote de diarrea aguda con sangre; el brote determinó que se debía a hamburguesas contaminadas. Desde entonces, la mayoría de las infecciones han provenido de comer carne de vacuno molida insuficientemente cocinada.

En 1996, cerca de California se produjo un brote a causa de esta bacteria, que se encontró en botellas de zumo de manzana de la marca Odwalla. Muchas personas, entre ellas bebés y niños, murieron después de tomar este zumo. La bacteria entró en las botellas porque las manzanas que se exprimieron contenían excrementos de ciervos de la zona.

El principal grupo de riesgo comprenden los niños menores de 5 años de edad con problemas de alimentación, así como los ancianos que son los más susceptibles de contraer complicaciones graves.

2.34.1.0. Síntomas de infección por *Escherichia coli*

- Diarrea que a menudo se vuelve sangrienta.
- Retortijones dolorosos del estómago.
- La fiebre es leve o ausente
- Los síntomas aparecen de 1 a 10 días después de la exposición, normalmente en 2 a 4 días.
- En algunos casos, *E. coli* O157:H7 causa una complicación que daña los riñones, llamada síndrome hemolítico urémico, o HUS. Esto es más común en los niños y los ancianos.

El ganado de carne y de leche saludable puede portar el germen de la E. coli en sus intestinos. La carne puede contaminarse con el germen durante el proceso del sacrificio. Cuando la carne de res se muele, los gérmenes de la E. coli se mezclan a través de la carne.

La forma más común de adquirir esta infección es comer carne que no está bien cocida. Se puede infectar con el germen de la E. coli si no se usa una temperatura alta para cocinar la carne de res, o si no la cocina durante el tiempo suficiente. Cuando se consume la carne de res que no está bien cocida, los gérmenes se dirigen hacia el interior del estómago y los intestinos (49).

2.34.2.0. Formas de propagación

- E. coli O157:H7 se puede propagar del ganado a las personas a través de la ingestión de carne cruda o cocida insuficientemente, leche o queso no pasteurizado, agua contaminada y alimentos contaminados por productos de carne cruda.
- E. coli O157:H7 puede contaminar las verduras, los jugos no pasteurizados y el agua para natación recreativa
- Las infecciones con E. coli O157:H7 se propagan cuando las manos, los alimentos, el agua u objetos que tocan otras personas (juguetes, lapiceros, instrumentos de oficina, etc.) se contaminan con los excrementos de una persona infectada y después entran a la boca de otra persona (por ejemplo, cuando una persona infectada no se lava bien las manos después de usar el baño) (53).

2.34.3.0. Clasificación de las cepas de Escherichia coli según sus características patogénicas.

2.34.3.1.0. Escherichia coli enteropatogénica (ECEP).

Escherichia coli enteropatógena (ECEP) es el agente causal predominante de diarrea en niños que viven en países en vía de desarrollo e interacciona con las células epiteliales produciendo una lesión histopatológica característica conocida como adherencia / destrucción.

2.34.3.2.0. Escherichia coli enterotoxigénica (ECET).

Se parece mucho a *Vibrio cholerae*, se adhiere a la mucosa del intestino delgado, no la invade, y elabora toxinas que producen diarrea. No hay cambios histológicos en las células de la mucosa y muy poca inflamación. Produce diarrea no sanguinolenta en niños y adultos, sobre todo en países en vías de desarrollo, aunque los desarrollados también se ven afectados (51).

2.34.3.3.0. Escherichia coli enteroinvasiva (ECEI).

Es inmóvil, no fermenta la lactosa. Invade el epitelio intestinal causando diarrea sanguinolenta en niños y adultos. Libera el calcio en grandes cantidades impidiendo la solidificación ósea, produciendo artritis y en algunos casos arterioesclerosis (51).

2.34.3.4.0. Escherichia coli entero hemorrágica o verotoxigénica (ECEH).

Produce verotoxinas que actúan en el colon. Sus síntomas son: primero colitis hemorrágica, luego síndrome hemolítico ureico (lo anterior más infección del riñón, posible entrada en coma y muerte), y por último, púrpura trombocitopénica trombótica (lo de antes más infección del sistema nervioso central) (51).

2.35.0. Staphylococcus aureus.

Los *staphylococcus* son microorganismos que están presentes en la mucosa y en la piel de los humanos y de otros mamíferos y aves. El género comprende en la actualidad a 32 especies y 15 subespecies, muchas de las cuales se encuentran en los humanos. Las especies que se asocian con más frecuencia a las enfermedades en humanos son *Estafilococos aureus* (el miembro más virulento y conocido de su género), *Estafilococos epidermidis*, *Estafilococos saprophyticus*, *Estafilococos capitis* y *Estafilococos haemolyticus*.

El *Estafilococos aureus* es un agente patogénico que actúa como un microorganismo saprófito, se encuentra en la piel del individuo sano pero en ocasiones en que las defensas de la piel caen puede causar enfermedad al ser ingerido en alimentos contaminados, principalmente la carne de res que ha sido manipulada sin tomar en cuenta norma de higiene

Los Estafilococos crecen fácilmente sobre casi todos los medios bacteriológicos, en condiciones aeróbicas se da el mejor crecimiento. Su mayor velocidad de crecimiento es a 5°C y 25 °C; pero también se puede ver en activa fisión binaria entre 27°C y 30°C.

Los Estafilococos producen catalasa, lo que los diferencia de los estreptococos.

Tiene importancia medica mayoritariamente el aureus, y en humanos además de éste, el saprofiticus y el epidermides

Contiene varias características en sus factores de virulencia en su estructura se encuentran los acidos teicoico y lipoteicoico, y los péptido glicanos.

Los ácidos le sirven para adherirse a superficies corporales junto con las especies de estafilococo que tienen cápsula, y en conjunto los ácidos teicoicos y el péptido glicano tienen la característica que activan el sistema inmune del complemento y sirven además de evasores de la fagocitosis (44).

2.35.1.0. Infección por Estafilococos aureus.

Infección de piel y partes blandas. Neumonía. Sepsis con o sin metástasis (osteítis, artritis, endocarditis, abscesos localizados). Enfermedades por toxinas (síndrome de la piel escaldada, síndrome del shock tóxico y gastroenteritis).

Entre sus factores de virulencia que le sirven para la invasión y le sirven al laboratorista para su identificación están:

- La presencia de catalasa
- La presencia de coagulasa en el caso del estafilococo aureus (patogeneumónico)
- La fermentación del azúcar Manitol específico como la coagulasa del estafilococo aureus (el más importante)
- Presencia de B galactamasa, que rompe el anillo b galactámico de los antibióticos con esta estructura

Las enfermedades que puede desarrollar el género estafilococo están mediados por la producción de toxinas, entre las cuales están

Enterotoxinas - Diarreas, vómito, náuseas, daño en la piel, separando el estrato granuloso del córneo dando el signo de piel escaldada y la más grave para el humano, el estafilococo aureus puede matar por insuficiencia cardiaca debido a una endocarditis bacteriana, siendo la endocarditis en humanos la más frecuente subsecuente a la infección por estafilococo aureus.

Estafilococos aureus es una bacteria que se encuentra en la piel y fosas nasales de las personas sanas, que causa gran variedad de infecciones, desde infecciones menores de la piel (forunculos, ampollas, vejigas) y abscesos cutáneos hasta enfermedades que pueden poner en peligro la vida como neumonía, meningitis, endocarditis, enfermedades gastrointestinales síndrome del shock toxico (SST) y sepsis.

Es un coco que crece agrupado en racimos (de ahí su raíz "Staphylo"), que responde positivamente a la tinción de Gram es aerobio y anaerobio facultativo por lo que puede crecer tanto en una atmósfera con oxígeno y también sin el mismo, no presenta movilidad ni forma cápsula. Es capaz de crecer hasta con un 10 % de sal común. Por esto puede crecer en el agua del mar. Produce la fermentación láctica. Es catalasa positivo y coagulasa positivo.

Estos microorganismos son parte de la flora normal del ser humano; lo que sucede es que las infecciones tienen lugar cuando se debilitan las barreras naturales que les impone el sistema inmunológico. Las dos variedades principales son los estafilococos aureus y los epidermis.

Los primeros, también apodados dorados, viven en las membranas nasales, en las mucosas y en la piel. Pueden ocasionar forunculosis, celulitis, neumonía, osteomielitis, endocarditis, supuración de heridas, síndrome de choque tóxico e intoxicación alimentaria.

La epidermis, por su parte, suelen hallarse en abscesos ocasionado por cortes pequeños y otras heridas de la piel. Suelen causar infecciones de acceso vascular (catéteres), de válvulas cardíacas artificiales y en el tracto urinario femenino; también son causa de septicemia en niños prematuros (44).

En bacterias gram positivas resulta de gran utilidad como indicador de contaminación de un alimento por manipulación. Sin embargo, al hablar de microorganismos patógenos en

alimentos, también debe considerarse como un patógeno importante ya que las intoxicaciones por staphylococcus aureus constituyen una de las primeras causas de enfermedad alimentaria. S. aureus en un alimento puede multiplicarse bajo condiciones que le son favorables y cuando la flora acompañante se lo permita, ya que es un mal competidor frente a otros microorganismos (40).

2.36.0. Cloaca.

Este género se designaba anteriormente por Aerobacter; a pesar de ello se debiera designar por Enterobacter. El C. aerogenes es igualmente un gran productor de gas en los productos lácteos, pero no origina más que una débil acidificación; por el contrario, produce una sustancia neutra, la acetoína. Estas bacterias no son patógenas, sin embargo, algunas cepas se consideran sospechosas.

2.37.0. Klebsiella.

Genero muy próximo al anterior pero, en oposición a las otras bacterias coliformes, las células son inmóviles y encapsuladas; comprende cepas saprofitas y cepas patógenas (neumobacilo de Friedlander).

2.38.0. Citrobacter.

Gérmenes que antes se clasificaban como Escherichia (E. freundii); son especies inocuas presentes en las materias fecales.

Aparte las coliformes, pueden encontrarse en la leche enterobacterias que no fermentan la lactosa y que son especies inocuas, como las Serratia, y Proteus, que son proteolíticas; pero también pueden hallarse especies patógenas temibles, como Salmonela (bacilo tífico) y mas raramente Shigella (bacilo disentérico).

2. Achromobacteriaceae.

Esta familia comprende bacterias saprofitas, más bien aerobias, que no fermentan los azúcares. No coagulan la leche; que puede volverse alcalina. Ninguna especie es sospechosa desde el punto de vista higiénico. Aunque no tienen más que actividades enzimáticas

limitadas, estas bacterias presentan interés porque forman la parte esencial de la microflora sicrofílica que prolifera en la leche conservada a baja temperatura. Algunas especies producen sustancias viscosas o coloreadas (a pesar del nombre de la familia).

Se han definido tres géneros: Alcaligenes, Achromobacter y Flavobacterium.

2.39.0. Bacterias “Gram -” diversas.

a) Pseudomonas. La leche contiene frecuentemente gérmenes pertenecientes a este género, transportados principalmente por las aguas impuras. Forman parte igual de la microflora sicrofílica; son nocivos a causa de sus actividades proteolíticas y lipolíticas.

2.40.0. Fuentes de contaminación de la leche por microorganismos.

La leche siempre está expuesta a ser contaminada en cualquier momento que es sintetizada y depositada en las cisternas, hasta el momento que es consumida por las personas.

2.40.1.0. Interior de la ubre.

La leche que está recién ordeñada normalmente contiene una cantidad pequeña de bacterias que pueden ser entre 1000 a 2000 CBP/cc (método estándar de cómputo bacteriano en placas por centímetro cúbico) la entrada de estos organismos a la glándula mamaria es por la vía del pezón y la vía sanguínea. Las bacterias en los primeros chorros de leche obtenidos de una vaca sana el número de bacterias es generalmente mayor que el número de bacterias de cualquier otra porción durante ese mismo ordeño. Por esta razón eliminar los primeros chorros de leche de cada cuarto es recomendable, pues esto no afecta en forma considerable al contenido total bacteriano de la leche ayuda a eliminar unas pocas de ellas.

Ejemplo (promedio de una serie de exámenes):

- Leche de los primeros chorros....6.500 gérmenes/c.c.
- Leche a mitad del ordeño.....1.350 gérmenes/c.c.
- Leche al final del ordeño.....709 gérmenes/c.c.

Cuadro N° 5. Contenido microbiano de la leche al momento del ordeño.

% de vacas	# de gérmenes por centímetro cúbico (1)
2,5	0 (leche estéril)
15	1 a 100
42	100 a 1.000
29	1.000 a 5.000
7,5	5.000 a 10.000
4	Más de 10.000

(1) las muestras se tomaron asépticamente; el resultado de gérmenes se efectuó por cultivo en agar-lactosa. (Según C. Ajenjo).

El volumen de la primera leche, es más rica en gérmenes, sea escasos y no tenga más que poca influencia sobre el contenido microbiano del conjunto del ordeño, generalmente este se recomienda eliminarlo.

Los gérmenes en la penetración de la mama tienen lugar en dos formas:

- 1) Por vía ascendente, a través del canal del pezón; este es un camino más frecuente por los gérmenes inofensivos y algunos patógenos.
- 2) Por vía endógena, algunos gérmenes patógenos pueden llegar a la mama por medio de la vía sanguínea, por ejemplo los de la tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*) y de la brucelosis (*Brucella abortus*); los estreptococos estos no llegan a la mama por esta vía.

Los gérmenes inofensivos en la mama pertenecen principalmente a los géneros *Corynebacterium* y *Micrococcus*; estas son bacterias comensales que se encuentran frecuentemente en la piel y en las glándulas; estas son de actividad enzimática limitada. Los gérmenes patógenos son principalmente estreptococos y estafilococos hemolíticos, pero ocasionalmente, pueden intervenir otras numerosas especies. Algunos gérmenes que se desarrollan bien en la leche son incapaces de vivir o de mantenerse en la mama; por ejemplo tenemos los estreptococos y gérmenes del género *Aerobacter* y *Citrobacter* etc. (50,11).

2.40.2.0. Cuerpo de la vaca.

En ordinarias condiciones el cuerpo de la vaca no debe contribuir a la leche con más de 10000 en el computo bacterial en agar por centímetro cubico. La contaminación de la leche por el cuerpo del animal es muy delicada por las enfermedades que este puede transmitir al hombre; la más frecuente son las tuberculosis, brucelosis, leptospirosis, ántrax, fiebre aftosa, fiebre de montaña y además enfermedades que causan algunos trastornos interiores.

Cuadro N° 6. Contenido bacterial en diferentes porciones de leche de un ordeño

Detalle	Computo bacterial en placas por cc
Primeros chorros	7500
A medio ordeño	2000
Al terminar el ordeño	800

(50,11)

2.40.3.0. Personal.

El hombre puede contaminar la leche y esta contaminación es la más delicada dado el tipo de microorganismos que puede introducir en esta. El personal es clave en la obtención de un producto higiénico y de alta calidad, sin su colaboración no es posible controlar medios de contaminación. Entre las enfermedades que pueden ser transmitidas por el hombre a la leche y de esta al consumidor tenemos: tuberculosis, tifoidea, difteria, fiebre entre otras. Por eso se recomienda que el personal no esté enfermo o portadores de algunos gérmenes, también se recomienda que el personal no tenga habito sucio, no admitirlas en los locales donde se obtiene la leche y mucho menos permitirles que trabajen con ella.

El hombre.

El mismo hombre es una causa directa de contaminación que no debe despreciarse; puede realizarla por las manos, las expectoraciones, los vestidos sucios y de diversas maneras.

Un estudio de 373 casos de fiebre tifoidea transmitida por la leche, dio los siguientes resultados en lo que se refiere al origen de la contaminación:

- personas enfermas.....36% de casos
- portadores de gérmenes (curados o no enfermos).....43% de casos
- recipientes infectados.....10% de casos
- aguas de lavado contaminadas.....8% de casos
- diversos (moscas).....3% de casos

Los resultados demuestran la necesidad de un control médico del personal de las explotaciones, paralelamente al control veterinario de los animales (50, 11, 21).

2.40.4.0. Medio ambiente.

El medio ambiente de los establos casi siempre contiene una gran cantidad de microorganismos provenientes de los excrementos, alimentos y polvo. El heno como forraje y la paja son fuentes ricas de esporas de mohos y bacilos, los ensilajes contribuyen a aportar bacterias butíricas y los excrementos, principalmente enterobacter (43, 50, 11).

El medio exterior.

Las aguas y el suelo son “reservorios” de microorganismos patógenos. Con el polvo, las gotas de agua y las infiltraciones diversas, estos gérmenes pueden llegar a la leche en el momento de la recogida y a lo largo de las manipulaciones y tratamientos a que se somete. Este tipo de contaminación no es específico de la leche, sino que puede encontrarse en todas las sustancias alimenticias; se refiere principalmente a los gérmenes de enfermedades propias del hombre, por ejemplo: salmonelas, estreptococos, (gr. A), bacilos diftéricos (*Corynebacterium diphtheriae*), virus de la poliomeilitis y otros (50).

2.41.0. Microorganismos.

Bajo este término, que tiende a reemplazar el de microbio, se designa a los seres vivientes

de muy pequeñas dimensiones, que se encuentran entre los límites del reino animal y del vegetal, pero con marcadas afinidades por este último. El dominio de la microbiología tiene contornos imprecisos, que los especialistas desplazan según su preocupación dominante.

2.42.0. Brúcela.

Con frecuencia, la leche de vaca contaminada por estos gérmenes. Alrededor del 30% (1960) de las explotaciones lecheras se encuentran infectadas por *Brucella abortus*, agente del aborto epizootico. Las campañas de erradicación son eficaces. En cuatro años, el número de animales infectados en Suiza paso del 15% al 2%, y el de animales que dan leche contaminada del 2,5 al 0,15%.

Existen varias especies: *Brucella abortus* es la más frecuente en la leche de vaca: *B. melitensis* habitualmente albergado por la cabra y *B. suis* por el cerdo. Todas son patógenas para el hombre.

La investigación es fácil gracias a una reacción serológica simple y rápida: el “ring test” (a 1 c.c. de la leche se le añade una gota de antígeno coloreado, y tras 1 hora a 37°, se observa la mezcla; la presencia de un anillo violeta, formado por los gérmenes aglutinados, indica un resultado positivo). Esta reacción es válida, tanto para las leches de mezcla como para las leches individuales; sin embargo, en ciertos casos puede ser necesario comprobar el resultado por un método de laboratorio más preciso (50).

2.43.0. Aspecto cuantitativo.

El número de gérmenes patógenos por unidad de volumen de leche es variable. La leche de una vaca enferma puede contener un número elevado de gérmenes; por ejemplo, 100.000 BK por c.c. en el caso de mamitis tuberculosas. En la leche de mezcla de pequeñas cantidades (bidones), el número de gérmenes patógenos es relativamente escaso, pero la proporción de muestras positivas es más grande. En las leches de grandes mezclas (cisternas y depósitos de 5.000 litros o más), se encuentran muy pocos gérmenes patógenos, pero son numerosas las muestras positivas de bacilo tuberculoso. Este aspecto cuantitativo es importante a considerar desde dos puntos de vista:

1. La sensibilidad de los métodos de detección tiene un límite; sin el número de gérmenes patógenos es escaso, se corre el riesgo de no poderlos descubrir, sobre todo si se encuentran en el seno de una “microflora banal” abundante (50).

2.44.0. Crecimiento y persistencia de los gérmenes patógenos en los productos

lácteos.

A pesar de ciertas discordancias entre los numerosos resultados de experiencias referentes a diferentes gérmenes, en diversas condiciones, pueden deducirse dos conclusiones:

1. numerosas especies bacterianas patógenas pueden multiplicarse en la leche.
2. pueden sobrevivir largo tiempo en diversos productos lácteos.

Por lo tanto, el problema del saneamiento de la leche de consumo, no es el único planteado, sino también el de la leche destinada a su transformación. En estos últimos años, el aumento de casos de fiebre tifoidea que han tenido por origen los quesos no fermentados, atrae la atención sobre el riesgo que presenta la utilización de la leche cruda en tales fabricaciones.

El crecimiento de los gérmenes patógenos en la leche depende de la temperatura y eventualmente, de la acidez desarrollada por los fermentos lácticos.

- A 37°, el crecimiento de todos los gérmenes es rápido, salvo para el M. tuberculosis, que se desarrolla muy lentamente.
- A 15°, continua multiplicándose la mayor parte, aunque lentamente.
- Por debajo de los 10°, en general, no hay crecimiento.
- A 5°, la conservación prolongada no provoca destrucción apreciable.

2.45.0. Métodos preventivos.

2.45.1.0. Enfermedades del ganado y control veterinario.

Las medidas generales oficiales deberían conducir a la erradicación de las enfermedades del ganado que tienen transcendencia sobre la calidad higiénica de la leche. Ya se trate de tuberculosis, brucelosis, u otras enfermedades, el método racional comprende las siguientes etapas:

- 1) Descubrimiento de los animales contaminados por examen del conjunto del ganado (examen clínico, examen bacteriológico de leche, tuberculización en el caso de la tuberculosis).
- 2) Marcado, aislamiento y tratamiento hasta la cura controlada; si las posibilidades de cura son pocas o nulas, es indispensable el sacrificio de todos los animales infectados.
- 3) Control de los movimientos del ganado en las regiones donde se está llevando a cabo una campaña de erradicación.
- 4) Persistencia del control sanitario para descubrir las recontaminaciones.

2.45.2.0. Control sanitario del personal.

Es uno de los puntos delicados del sistema preventivo. El examen frecuente del conjunto de las personas que manipulan la leche o los utensilios, es difícil de realizar y caro. El paso del estado de salud verdadera al estado de portador de gérmenes puede ser muy rápido. Se conocen ejemplos de contaminación masiva de la leche por personas tuberculosas o que padecían enfermedades producidas por estreptococos que ignoraban la gravedad de su estado.

2.45.3.0. Higiene de los locales y del material.

La contaminación por el medio exterior parece ser la más fácil de eliminar por la observancia escrupulosa y continua de las reglas de limpieza y asepsia pero la disciplina que esto exige parece difícil de adquirir en determinados medios (1).

2.46.0. Principales contaminantes microbianos en lácteos.

La leche y sus derivados constituyen uno de los principales alimentos básicos de toda dieta equilibrada del ser humano. Sin embargo, desde el momento de su extracción la glándula mamaria, hasta la llegada al consumidor, la leche está expuesta a diferentes riesgos que pueden afectar su calidad higiénica como son: contaminación con microorganismos responsables de su alteración o descomposición, contaminación con microorganismos patógenos para el ser humano, presencia de olores y sabores extraños residuos de sustancias químicas como son: pesticidas, antibióticos, detergentes y desinfectantes, etc.

La leche por sus características de composición resulta un medio de cultivo ideal para una gran variedad de microorganismos y al darse las condiciones de temperatura y tiempo necesario, pueden alcanzar cifras elevadas en corto periodo de tiempo. En relación a la temperatura óptima de diferentes grupos de bacterias podemos distinguir:

Bacterias mesófilas	30-40°C	desarrollan a temperatura ambiente
Bacterias psicrotrofas	25-30°C	crecen en refrigeración
Bacterias termoturicas	60-80°C	resisten la pasteurización (63°C/30 min).

Cada uno de estos grupos de microorganismos tienen importancia en la leche ya sea como responsables de acidificación, en leches no refrigeradas (bacterias mesófilas), responsables de características organolépticas indeseables, en leches refrigeradas o bien patógenas para el hombre.

La contaminación microbiana en la leche además de provenir del interior de la glándula mamaria puede proceder de otras fuentes como por ejemplo del estiércol, barro, material de la cama (en invierno), ensilaje, etc. Los microorganismos de este origen pertenecen al grupo de bacteria Psicrotrofos (crecen en refrigeración) y termo duricas (muchas de ellas forman esporas resistentes a la pasteurización), entre las últimas tienen importancia dos géneros muy importantes de microorganismos como son: el Clostridium y bacilus.

Clostridium; constituyen un problema durante los meses en los cuales las vacas son alimentadas con ensilaje, al contaminarse la leche con fecas que contienen esporas.

Bacillus; cabe destacar a bacillus cereus, cuya presencia en la leche puede ocasionar problema de sabor, siendo además un bacteria patógena si logra multiplicarse y alcanzar cifras de un millón por ml.

La contaminación de leche con fecas implica siempre el riesgo de contaminación con microorganismos patógenos para el ser humano entre los cuales está la salmonella responsable de un cuadro de gastroenteritis que puede ser especialmente severo en niños.

Como un índice para detectar la posible presencia de bacterias patógenas de origen fecal se realiza la búsqueda de Echericha coli en la leche, bacteria que está presente en la fecha de los animales de sangre caliente. Esta es destruida durante la pasteurización al igual que a los microorganismos patógenos.

Otros microorganismos importantes en la contaminación alimenticia es el staphylococcus aureus ya que en bacterias gran positivas resulta de gran utilidad como indicador de contaminación de un alimento por manipulación sin embargo, al hablar de microorganismos patógenos en alimentos, también debe considerarse como un patógeno importante ya que la intoxicaciones por staphylococcus aureus constituyen una de las primeras causas de enfermedad alimentaria, ocupando un lugar importante en otros países. S. aureus en alimento puede multiplicarse bajo condiciones que le son favorables y cuando la flora acompañante se lo permita, ya que es un mal competidor frente a otros microorganismos (8,11).

2.47.0. Bacterias perjudiciales que afectan la leche.

Las bacterias perjudiciales que atacan la leche son muchas, sin tomar en cuenta los agentes patógenos que deben de estar ausentes, algunas de estas bacterias perjudiciales son:

Leche cruda: Bacterias acidificantes (fermentos lácteos)

Bacterias Coliformes (productoras de mal gusto y olor)

Bacterias termófilas (staphylococcus toxígenos)

Leche pasteurizada: Bacterias termorresistentes

Bacterias psicofilas

Bacterias Coliformes

Leche esterilizada: Bacterias espatuladas (14).

2.48.0. Pasteurización.

Según Charles Porcher, define la pasteurización como:

Pasterizar la leche es destruir en ella, por el empleo apropiado de calor, casi toda su flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y sus diastasas y vitaminas.”

Según el doctor Arroyo, define la pasteurización de quesería como el tratamiento de calor a una temperatura inferior al punto de ebullición y durante el tiempo suficiente para destruir todos los gérmenes indeseables o la mayor parte de los mismos.

La pasteurización, debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Poder germicida bactericida: debe de quedar destruido mas del 90 % y si se trata de gérmenes patógenos el 100%.
- La leche debe de ser tratada con la mayor moderación posible (calor) a fin de conservar en gran medida sus componentes y calidad.
- Eliminación de los gérmenes.

La pasteurización no hace milagros ya que de ninguna manera transforma las leches de baja calidad en leches de calidad superior (10).

La eficacia de la destrucción de los gérmenes por el calor depende, en parte, de su concentración inicial. Por ejemplo, si un tratamiento térmico dado destruye el 99% de los gérmenes presentes, ello quiere decir que puede sobrevivir un 1%. La contaminación persistente podría ser despreciable o, por el contrario, notable según que en el origen hubiese un germen patógeno por litro o uno por centímetro cúbico.

Cada vez más, la leche destinada al consumo y la destinada a la transformación se encuentran juntas en grandes volúmenes en el primer sector de la fábrica. La contaminación es frecuente, pero escasa y la eficacia del tratamiento térmico interior puede ser muy grande (50).

2.49.0. Métodos de pasteurización.

- Pasteurización baja: consiste en calentar la leche a 63–65°C, durante 30 minutos; es un método lento y discontinuo pero no modifica las propiedades de la leche.
- Pasteurización alta: consiste en calentar la leche a 72–75°C durante 5 segundos, el método es más rápido y continuado, si bien modifica parcialmente las propiedades de la leche (10).

2.50.0. Condiciones que debe cumplir un pasteurizador.

- Garantizar la homogeneidad del calentamiento.
- Modificar al mínimo las propiedades de la leche.
- Limpieza fácil y rápida.
- Ser barato.
- No ser voluminoso (10).

2.51.0. Tratamientos térmicos.

Una vez que ya se realizó la depuración, la leche puede ser tratada para consumo humano mediante la aplicación de calor para la eliminación parcial o total de bacterias. De acuerdo al objetivo requerido, se empleará la termización, la pasteurización (lenta y baja), la ultra pasteurización (rápida) o la esterilización.

2.51.1.0. Termización.

Con este procedimiento se reduce o inhibe la actividad enzimática.

2.51.2.0. Pasteurización (Slow High Temperature SHT).

Con este procedimiento la leche se calienta a temperaturas determinadas para la eliminación de microorganismos patógenos específicos; principalmente la conocida como *Streptococcus thermophilus*. Inhibe algunas otras bacterias.

2.51.3.0. Ultra pasteurización (Ultra High Temperature UHT).

En este procedimiento se emplea mayor temperatura que en la pasteurización posterior.

2.51.4.0. Esterilización.

La temperatura empleada elimina cualquier microorganismo presente en la leche. No se refrigera posteriormente; esta leche recibe el nombre también de higienizada (aquí la leche pierde todos sus constituyentes) (28).

2.52.0. Sección de higienización.

Esta sección se ubica entre la sección de recepción y las secciones de procesamiento. Es necesario el paso de la leche cruda por la sección de higienización para mejorar su calidad. Esto permite obtener posteriormente productos elaborados de alta calidad

2.52.1.0. Operaciones.

Las operaciones que se efectúan en este departamento incluyen los siguientes pasos:

- Limpieza y desinfección preliminar del equipo que entra en contacto directo con la leche que llega de la sección de recepción.
- Recepción de la leche que llega del almacenamiento previo.
- Estandarización o normalización del contenido graso de la leche, de acuerdo a su destino.
- Almacenamiento previo de la crema obtenida con la estandarización.
- Pasteurización y enfriamiento de la leche.
- Homogenización opcional, de acuerdo con el destino.
- Almacenamiento de la leche higienizada.
- Limpieza y desinfección del equipo y de los locales al terminar el ciclo de higienización.

2.53.0. Sección de envasado.

Esta sección está junto a la de higienización y a la de preparación de leche esterilizada. En ella se envasa la leche pasteurizada para su consumo directo. Si la producción de la planta está enfocada hacia este fin, este departamento será el más importante del taller.

Las operaciones de envasado incluyen los siguientes pasos.

- Limpieza y desinfección preliminar del equipo que entra en contacto directo con la leche.
- Limpieza de los envases.
- Alimentación de los envases a la maquina llenadota.
- Envasado de la leche y cerrado del envase.
- Acomodado de los envases en las cestas.
- Transporte de las cestas al cuarto de refrigeración.
- Limpieza y desinfección del equipo y de los locales al terminar el ciclo de envasado (36).

2.54.0. Historia de la industria lechera.

La domesticación del ganado vacuno y el empleo de su leche como alimento humano se inició en alguna parte de Asia o nordeste de África entre 6.000 y 8.000 años antes de Cristo. Antes de que la vaca fuese domesticidad, es probable que fuese cazada por el hombre primitivo. En el transcurso de los años la vaca ha sido empleada como animal de trabajo y ha constituido una fuente de alimentos, un objeto de culto, una fuente de sacrificios para ofrecer a la divinidad y un sujeto mitológico. La leche de vaca y sus productos se han utilizado como alimento, para ofrecimientos, cosméticos y medicamentos.

2.55.0. Desarrollo de la industria lechera.

El establecimiento de una industria lechera en cualquier país depende de tres factores principales: (1) existencia de un mercado idóneo para la leche y los productos lácteos; (2) disponibilidad de medios y de personal preparado para la recogida, tratamiento y distribución de la leche, y (3) un suministro continuado de leche con una calidad satisfactoria. Estos factores existen actualmente en Estados Unidos, así como en otras partes del mundo, especialmente en Europa occidental y en Oceanía.

La industria lechera ha experimentado un cambio drástico desde 1900. Muchos avances técnicos han permitido que la industria sea lo que es actualmente, algunos de los cuales serán tratados brevemente a continuación.

Los avances de la bacteriología permitieron implantar los métodos para el control de enfermedades y de bacterias peligrosas. Estos métodos son importantes para la producción de leche y elaboración de productos lácteos, incluidos algunos productos cultivados, como el yogurt. Los experimentos realizados por Louis Pasteur, científico francés considerado como el padre de la bacteriología e inmunología modernas, condujeron al tratamiento conocido actualmente como pasteurización o esterilización parcial de los alimentos. Pasteur utilizó este proceso para evitar los sabores ácidos, amargos y "glutinosos" de los vinos y los sabores gaseosos de la cerveza, y se le considera como el salvador de los vinos franceses y de la industria cervecera. Los principios generales de la pasteurización fueron utilizados más tarde para destruir las bacterias peligrosas de la leche. Roberto Koch, un científico alemán que fue contemporáneo de Pasteur, está considerado como el iniciador de la teoría (50).

2.56.0. Contaminación de la leche en la industria.

La leche, una vez ordeñada, se filtra, se enfría, se homogeneiza y envasa. Tales operaciones pueden, en ocasiones, aumentar la riqueza microbiana de la leche. Por lo que conviene realizar su estudio, aunque desde luego dichas prácticas más bien favorece la condición higiénica de dicho producto. La leche ya fuera del tambo puede sufrir nuevas contaminaciones que se realizan, como es natural, en la industria, en el curso de los tratamientos a los que se somete para mejorar su conservación, pero muchas veces, por producirse en forma inadecuada, tiene efectos contrarios a aquello que se desea conseguir. Así, por ejemplo, la filtración, es una de las prácticas, que con mayor frecuencia se efectúa en la lechería, grande o pequeño, e incluso, a veces, hasta en el tambo, y con el fin de privar a la leche de las impurezas y microbios que lo han contaminado en la vaquería. Sin embargo la filtración, de ordinario, en vez de limpiar la leche no suele servir más que para impurificarla.

También en la refrigeración, el embotellado, y el de los trasiegos a que se somete la leche en la industria pueden verificarse algunas contaminaciones microbianas, generalmente de menor importancia que las que se efectúan durante la filtración, pero que en ciertas cosas son bastantes considerables, y se deben a que dichas operaciones no se hacen en condiciones higiénicas adecuadas.

- a) Filtración: La filtración, aunque contribuye a separar las impurezas gruesas de la leche, en la práctica muchas veces ocasiona más perjuicio que beneficio.
- b) Refrigeración: Puede contaminar la leche, pero su grado de contaminación es muy bajo, sobre todo cuando dicha operación se realiza en locales limpios.
- c) Trasiegos: Al atravesar la leche de un recipiente hacia otro el grado de contaminación de la leche es minúsculo. Los investigadores alemanes demuestran que durante los trasiegos, la contaminación de la leche puede ser importante, sobre todo en el acto del envasado, por que las botellas son, de todos los recipientes de la industria, los más difíciles de esterilizar.
- d) Homogeneizadores: Son difíciles de desinfectar, se deberá examinar bacteriológicamente la leche antes y después de atravesarlos. En caso de que se demuestre la influencia de contaminación se procederá con el mayor rigor de desinfección de los Homogeneizadores.
- e) Llenadoras: Son máquinas mediante las cuales, se distribuirá la leche en botellas, que deberán ser limpiados constantemente, por que será comprobado anteriormente que durante el llenado se incrementa la contaminación de la leche.
- f) Botellas y Tapones: Gran cantidad de investigadores señalaron la imperiosa necesidad de que las botellas se laven y se desinfecten a la mayor perfección posible. El objeto de probarla de los gérmenes que contienen, e incluso recomiendan esterilizarlos cuando eso sea posible.
- g) Recipiente de cartón parafinado: Generalmente son estériles o contienen pocos gérmenes; esto depende de la temperatura del parafinado, a mayor temperatura mayor será el poder esterilizante en dicha operación.
- h) Bombas y depósitos: Éstos se lavan y se desinfectan perfectamente, porque si se mantienen cerrados una vez aseados puede conseguirse que su papel contaminado quede reducido al mínimo. En cambio, es muy difícil evitar que la leche se infecte al pasar por las bombas y conducciones. Por esto debe vigilarse y proceder a lavarlos con frecuencia, haciendo circular por ellas soluciones deterativas y antisépticas capaces de destruir los microbios que pueden anidar en las bombas y conducciones (28).

2.57.0. Procesos industriales.

La leche cruda no sería apta su comercialización y consumo sin ser sometida a ciertos procesos industriales que aseguran que la carga microbiológica esta dentro de unos límites seguros. Por eso, una leche con garantías de salubridad debe haber sido ordeñada, con métodos modernos e higiénicos de succión en los cuales no hay contacto físico con la leche. Después de su ordeño ha de enfriarse y almacenarse en tanque de leche en agitación y transporte en cisternas isotérmicas hasta las plantas de procesado.

En dichas plantas, ha de analizarse la leche antes de su descarga para ver que esta cumple con unas características óptimas para su consumo.

Entre los análisis, están los fisicoquímicos para ver su composición en grasa y extracto seco, entre otros parámetros, para detectar los posibles fraudes por aguado, los organolépticos, para detectar sabores extraños y los bacteriológicos, que detectan las bacterias patógenas y la presencia de antibióticos. Estos pasan a la leche procedente de la vaca en tratamientos veterinario y a su vez pasan al consumidor. La leche que no cumple con los requisitos de calidad, debe ser rechazada.

Una vez comprobado su estado óptimo, es almacenada en pulmones de gran capacidad y dispuesta para su envasado comercial.

2.57.1.0. Depuración.

La leche, según la aplicación comercial que se le vaya a dar puede pasar por una gran cantidad de procesos, como procesos de depuración. Estos aseguran la calidad sanitaria de la leche y se enlistan a continuación:

2.57.2.0. Filtración.

Se utiliza para separar la proteína del suero y quitar así las impurezas como sangre, pelos, paja, estiércol. Se utiliza una filtradora o una rejilla.

2.57.3.0. Homogenización.

Llamada también homogeneización. Se utiliza este proceso físico que consiste en la agitación continua (neumática o mecánica) ya sea con una bomba, una homogenizadora o una clarificadora y cuya finalidad es disminuir el glóbulo de grasas antes de calentarla y evitar así que se forme nata. Este debe de ser de 1µm (micrómetro) de diámetro. Cuando se estandariza la leche o se regulariza el contenido graso, se mezcla con homogenización, evitando la separación posterior de fases. Se realiza a 50°C para evitar desnaturalización.

2.57.4.0. Estandarización.

Cuando una leche no pasa positivamente la prueba de contenido de graso para elaborar dicho producto, se utiliza leche en polvo o grasa vegetal. Se realiza de dos formas: primero de manera matemática (con procedimiento como el cuadrado de Pearson o Balance de materia) y la otra práctica, midiendo las masas y mezclándolas. Antes de que la leche pase a cualquier proceso debe tener 3.5% de contenido graso.

2.57.5.0. Deodorización.

Se utiliza para quitar los olores que se pudieran impregnar en la leche durante su obtención (estércol, por ejemplo). Para ello se emplea una cámara de vacío, donde los olores se eliminan por completo. La leche debe oler dulce o ácida.

2.57.6.0. Bactofugación.

Se utiliza para eliminar bacterias mediante la centrifugación. Existe una máquina diseñada para esta función llamada bactófuga, que genera una rotación centrifuga que hace que las bacterias se separen muertas de la leche. La leche debe tener 300,000 UFC/ml (Unidades Formadoras de Colonias por mililitro).

2.57.7.0. Clarificación.

Se utiliza para separar sólidos y sedimentos innecesarios presentes en la leche (como polvo o tierra, partículas muy pequeñas que no pueden ser filtradas). Se utiliza una clarificadora,

donde se puede realizar el proceso de dos formas: calentando la leche a 95°C y dejándola agitar durante 15 minutos o bien calentándola a 120°C durante 5 minutos.

2.58.0. Diferentes tipos de presentación de leche en el mercado.

La presentación de la leche es variable, pues se acepta alterar sus propiedades para satisfacer preferencias de los consumidores. Una alteración muy frecuente es deshidratarla para facilitar su transporte y almacenaje. También es usual reducir el contenido de grasa, aumentar el de calcio y agregar sabores.

Los requisitos que debe cumplir un producto para ubicarse en las diferentes categorías varían mucho de acuerdo a la definición de cada país:

Entera: tiene un contenido de grasa del 3,2%.

Leche descremada o desnatada: presenta un contenido graso inferior al 0,3%.

Semi desnatada o semi descremada: posee un contenido graso entre 1,5 y 1,8%.

Saborizada: es la leche azucarada o edulcorada a la que se le añaden sabores tales como fresa, cacao en polvo, canela, vainilla, etc. Normalmente son desnatadas o semi desnatadas.

En polvo o Liofilizada: a este tipo de leche se le ha extraído el 95% del agua mediante procesos de atomización y evaporación. Se presenta en un polvo color crema. Para su consumo sólo hay que rehidratarla con agua o con leche.

Condensada, concentrada o evaporada: se le extrae parcialmente el agua y se presenta mucho más espesa que la leche fluida normal. Puede tener azúcar añadido o no.

Enriquecidas: estos son preparados lácteos a los que se le añade algún producto de valor nutritivo como vitaminas, calcio, fosforo, omega-3, soya, etc. (28).

2.59.0. El mercado de la leche.

El mercado de la leche y sus derivados es, desde el punto de vista económico, de la mayor importancia. La operación productiva de muchas explotaciones lecheras depende de los ingresos por la venta de la leche, especialmente cuando la principal actividad de la granja es

la producción de aquella. En algunas solo existe una salida comercial de la leche, mientras que en otras los productores pueden escoger entre varios modos de vender su producción. El tipo de mercado en que se vende el producto determinara su calidad.

2.59.1.0. Leche líquida.

El mayor mercado para la leche, especialmente en los estados del Este, es el consumo en forma de leche líquida.

Esta debe ser de la más alta calidad y se produce bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias. La mayor parte de ella es vendida por los ganaderos a la planta que se encarga de tratarla y distribuirla al consumidor. Todavía se reparte leche en pequeñas cantidades directamente del granjero al consumidor. Este método de productor distribuidor está siendo absorbido con rapidez por las plantas que abastecen a las ciudades. La leche producida y vendida al menudeo obtiene un precio considerablemente mayor que la leche vendida para fines industriales.

2.59.2.0. Leche para la industria.

En muchas regiones, la leche entera se vende para la industria. La leche empleada en la elaboración de productos lácteos debe estar limpia y fresca cuando es entregada. Los requisitos sanitarios para este mercado no son tan rigurosos como para la leche embotellada son las fábricas de helados y de leche en polvo, de leche condensada, de queso y las cremerías (45).

2.60.0. Venta de leche en las centrales.

Algunas de las ventajas que resultan de la venta de leche en los expendios son:

- 1- mayor eficiencia para disponer de grandes cantidades de leche, así como para prepararla y repartirla a los consumidores.
- 2- empleo de un conjunto de maquinaria y aparatos modernos apropiados para beneficiar y conservar la leche en condiciones sanitarias.

3- mayor rapidez y economía en el despacho de la leche de las fincas a la central, con lo cual la descomposición de la leche es menos frecuente, sobre todo si los empresarios de la central o sus agentes se encargan de recoger la leche en las propias fincas.

4- se reduce a un mínimo la duplicación de rutas de reparto de leche.

5- los empresarios de la central pueden contratar a un técnico agrícola para que asesore a los finqueros con respecto a la manera de producir leche en condiciones sanitarias.

6- se descubren con facilidad y se reducen a un mínimo los fraudes y adulteraciones.

7- mejor oportunidad para aprovechar los excedentes de leche en la elaboración de productos lácteos, con lo cual es posible mantener hasta cierto punto mayor uniformidad en el precio.

8- los consumidores disponen de un surtido más variado de productos lácteos.

9- suministro regular de leche más uniforme e higiénica.

10- es posible pasteurizar la leche para destruir las bacterias que causan enfermedades y permitir su conservación por más tiempo.

11- el finquero necesita menos aparatos y utensilios que cuando vende su leche al menudeo.

12- mayor facilidad, eficacia y economía en la inspección y reglamentación del suministro urbano de leche, desde que sale de la finca hasta que se entrega al consumidor.

Al establecer una central se deben tomar en consideración ciertos factores importantes a saber:

1- se elegirá para su ubicación un sitio que tenga acceso fácil a las carreteras, calles y ferrocarriles (si es que la leche se transporta por vía férreas).

2- el edificio debe ser amplio y con espacio suficiente para instalaciones mecánicas que se necesitan para el beneficio y preparación de la leche cuando producción llegue al máximo.

3- la construcción del edificio debe contribuir en todos sentidos a las buenas condiciones higiénicas.

4- la maquinaria debe ajustarse a los servicios que ha de prestar.

5- se debe contar con agua pura y limpia en abundancia y con un aprovisionamiento seguro de combustible (27).

2.61.0. Estudios realizados.

Según resultados de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas puede observarse que las condiciones en las que se adquieren la leche cruda y pasteurizada los consumidores en la zona urbana de Popayán.

Para una mejor interpretación de dichos resultados se presentan los siguientes gráficos tomando en cuenta las tablas de los valores determinados en el decreto 6 16 del 28 de febrero de 2006 y 28 38 del 24 de agosto de 2006.

CUADRO N° 7. CARACTERISTICAS DE LA LECHE CRUDA

PARÁMETRO/UNIDAD	LECHE CRUDA	
Grasa % m / v mínimo	3.00	
Extracto seco total % m / m mínimo	11.30	
Extracto seco desengrasado % m / m mínimo	8.30	
	Min.	Max.
Densidad 15/15°C g/ml	1.030	1.033
índice Lactométrico	8.40	
Acidez expresado como ácido láctico %m/v	0.13	0.17
Índice °C crioscópico °H	-0.530	-0.510

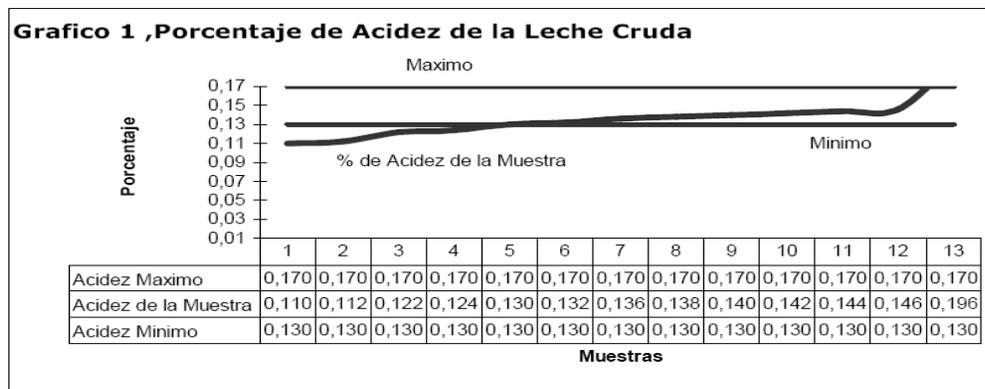
CUADRO N° 8. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA LECHE ENTERA.

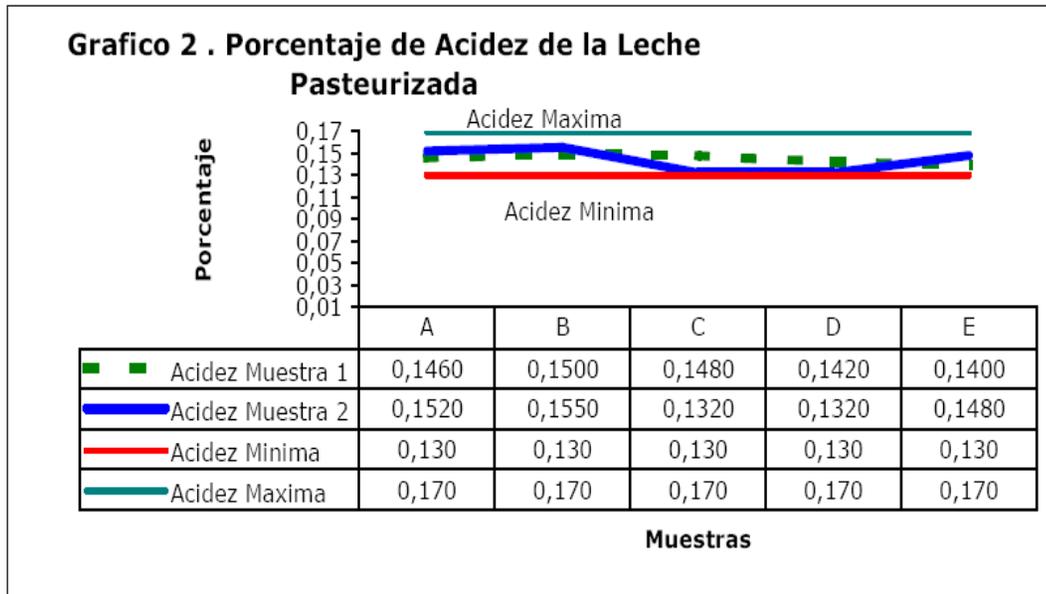
Parámetros	Pasteurizada		Ultrapasteurizada		UTH	
Grasa % m/v mínimo	3.0		3.0		3.0	
Extracto seco total % m/m mínimo	11.30		11.20		11.20	
Extracto seco desengrasado % m/m mínimo	8.30		8.20		8.20	
Peroxidasa	Positiva		Negativa		Negativa	
Fosfatasa	Negativa		Negativa		Negativa	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Densidad 15/15°C g/ml	1.030	1.033	1.0295	1.0330	1.0295	1.0330
Acidez expresado como ácido láctico %m/v	0.13	0.17	0.13	0.17	0.13	0.17

Acidez.

Para dicho estudio se tomaron 30 muestras de las cuales 13 se comportaron similares, 10 se encontraron por debajo del rango mínimo de acidez (0.130) y el resto de las muestras, (19) se encontraban dentro del rango establecido que es de 0.130 a 0.170, y una muestra que supero el rango máximo.

1.Acidez de la leche



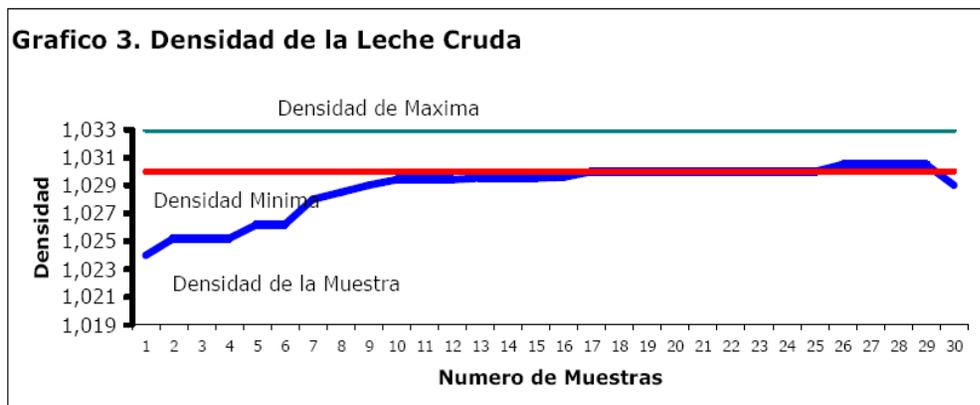


Algunas de las muestras de leche cruda se salen del rango de acidez permisible, no así las leches pasteurizadas que se encuentran dentro del rango permisible según norma.

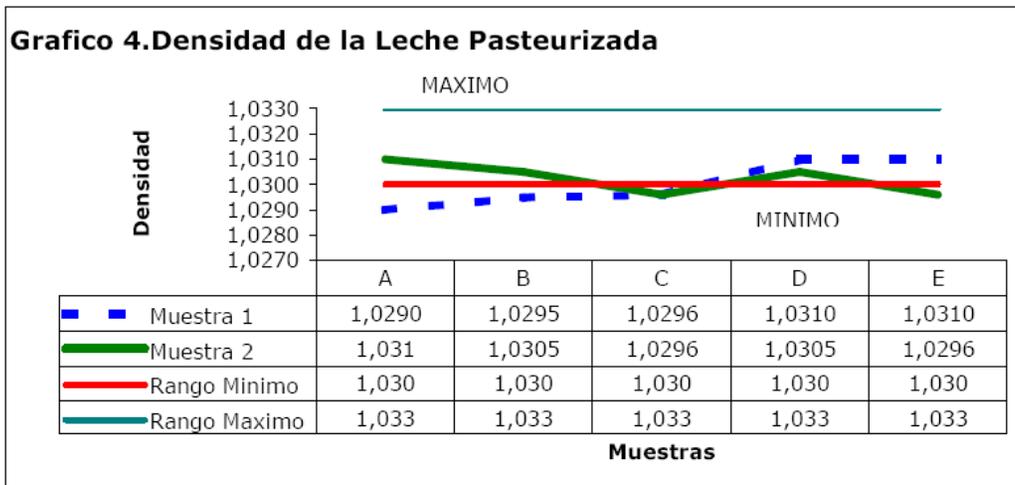
Densidad.

Como puede observarse en el presente grafico, las muestras de leche cruda con respecto a la densidad algunas muestras (13) no cumplen lo establecido en la norma ya que estas se encuentran por debajo del valor mínimo 0.130 no así el resto de muestras que se encuentran dentro del rango establecido 1.030 mínimo a 1.033 máximo.(cuadro)

2.Densidad



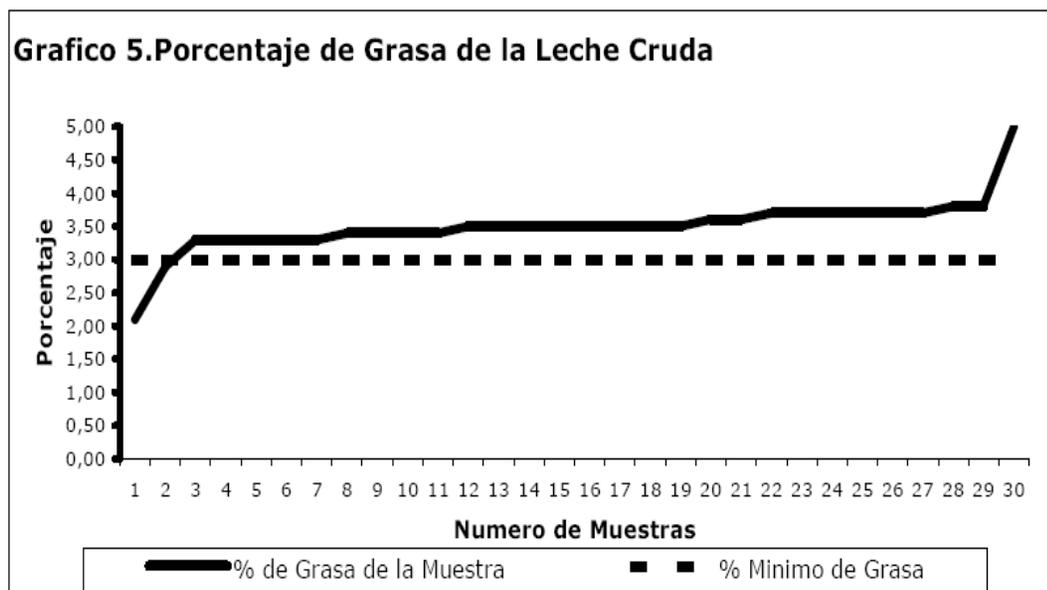
Las leches pasteurizadas puede notarse que en la mayoría de muestras cumplen con lo establecido en la norma en cuanto a la densidad.



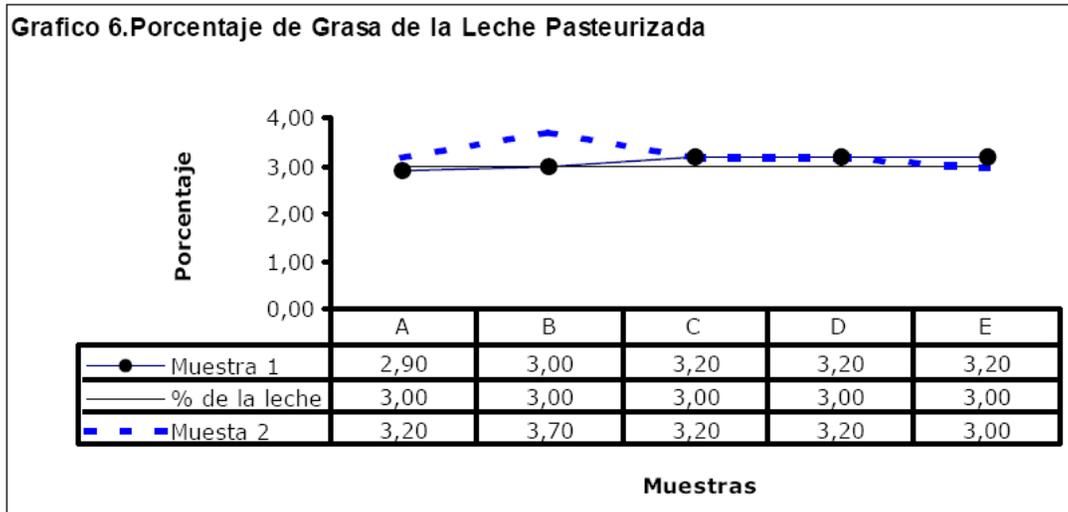
Grasa.

En el presente grafico puede observarse un total de 2 muestras que no tienen el porcentaje de grasa mínimo para leches crudas que es de 3.0%, pero también se observa que hay una muestra cuyo valor es de 5.0%, las demás cumplen con el requisito mínimo.

3. Materia Grasa



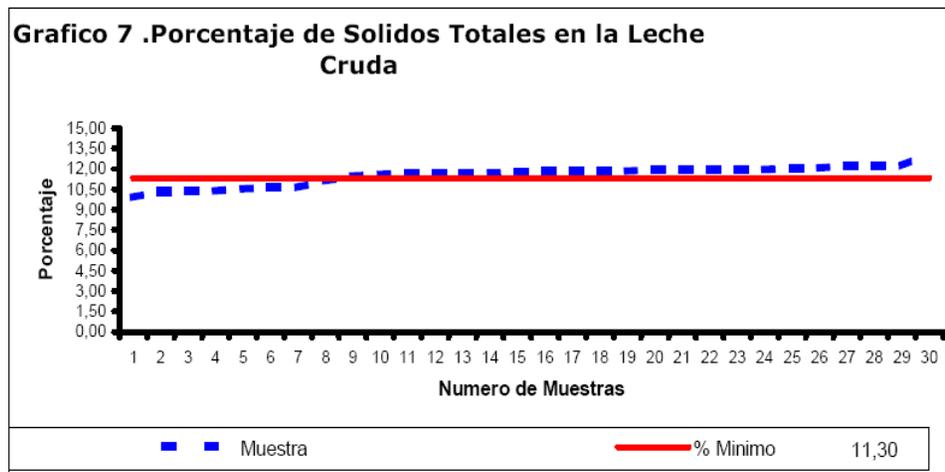
Se puede observar el porcentaje de grasa en la mayoría de las muestras de leche pasteurizada se encuentran por encima del límite requerido según la norma solo la muestra 1A no cumple con el mínimo requerido que es de 3.0%.



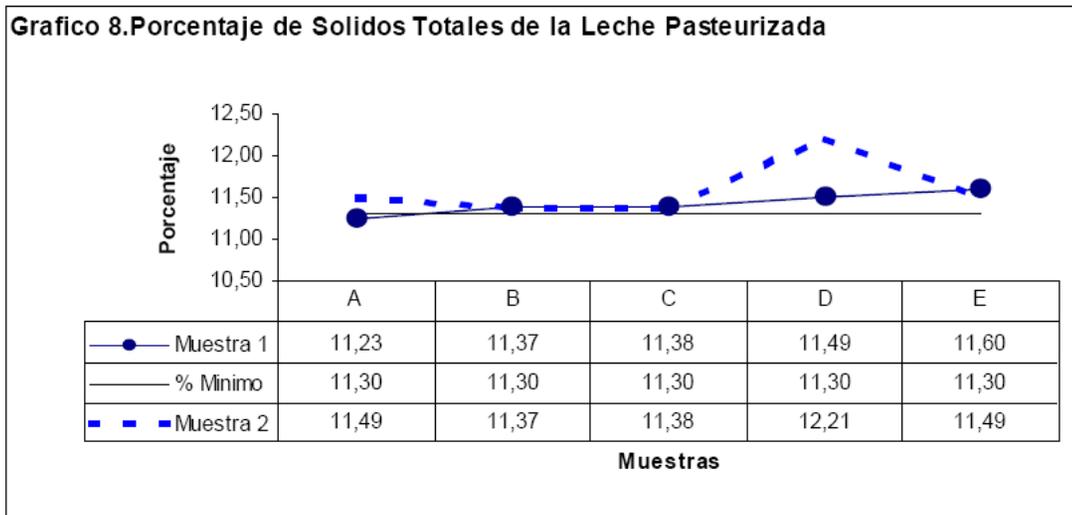
Sólidos totales (extracto seco total).

Se tiene en cuenta el porcentaje de sólidos totales para la leche cruda lo requerido es de 11.30% el resultado, de un total de 30 muestras, de estas solo 8 muestras observadas no cumplieron con el mínimo requerido de sólidos totales estipulados en la norma.

4. Sólidos Totales (Extracto Seco Total)



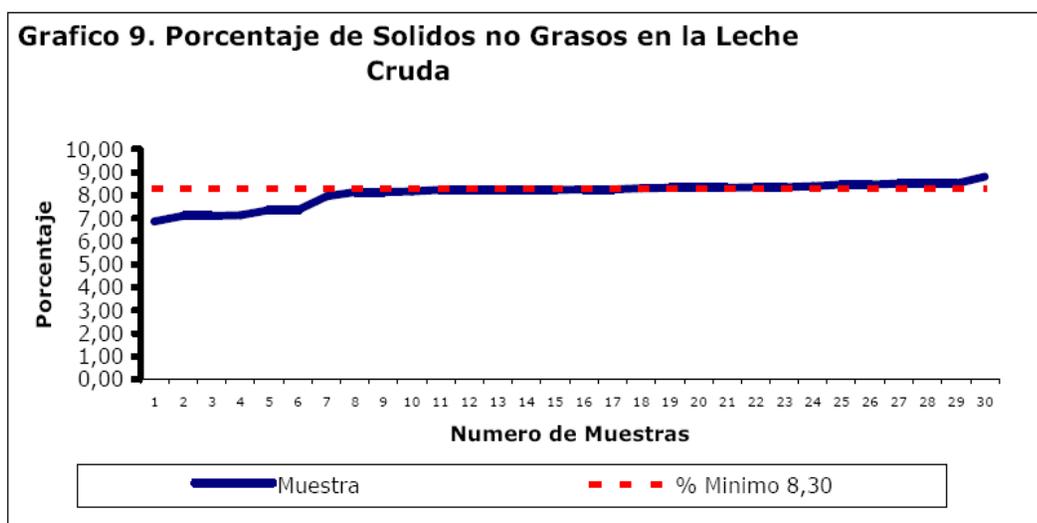
El total de sólidos totales en cuanto a la leche pasteurizada, solo la muestra 1A no cumple con el % mínimo requerido para esta determinación.



Sólidos no grasos (extracto seco desengrasado)

Se puede observar en la línea de tendencia de las muestras se encuentra casi paralela lo que significa que estas muestras de leche están en el límite requerido por la norma en cuanto a la grasa se refiere; de 7 muestras analizadas se observó un valor menor de 8.30.

5. Sólidos no grasos (Extracto seco desengrasado)



Del total de muestras analizadas se encontraron más del 50% no cumplen con el resultado de 8.30 que es considerado en la norma que debe de tener para leches pasteurizadas.



Tiempo de reducción al azul de metileno. (TRAM)

Teniendo en cuenta los tiempos resultantes de la prueba se recomienda de acuerdo a la norma internacionales clasificar el producto dentro de ciertos grados aceptables o no aceptables, en base a los siguientes valores

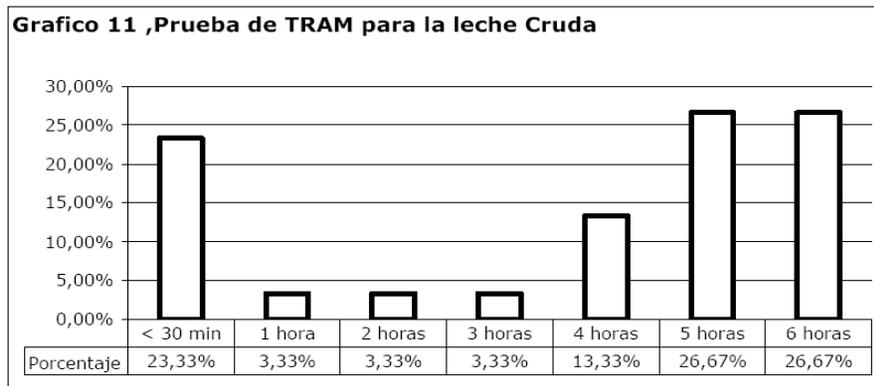
Clasificación de la leche de acuerdo a la prueba TRAM

Buena a excelente ----- más de 8 horas

Regular a buena ----- 6-8 horas

Aceptable ----- 2-6 horas

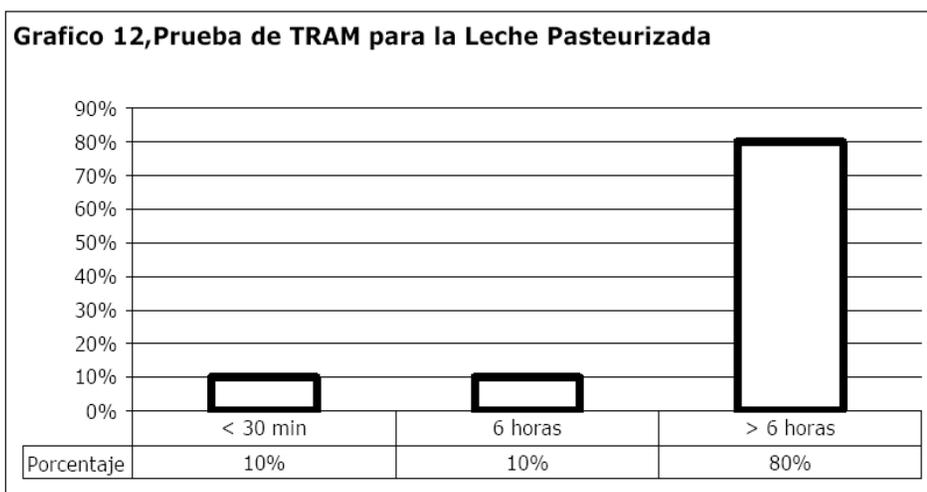
Mala ----- menos de 2 horas.



Los resultados de acuerdo a una de las pruebas que ayudan para determinar una leche cruda de calidad higiénica y en concordancia a la tabla (numero tabla pagina 94) podemos determinar que (tabla) el análisis de acuerdo a lo anterior podemos decir que el 73.34% de las muestras son aceptables, esto no significa que el producto se recomiende para el consumo según la tabla, de acuerdo a la tabla 1 de interpretación de TRAM estas muestras de leche pueden contener de 500,000 a 4,000,000 millones de bacterias por mililitro.

Resultado de la prueba TRAM para leche Cruda

Característica	Tiempo	Cantidad de Muestras	Porcentaje
Buena a excelente	más de 8 horas	0	0
Regular a buena	6 - 8 horas	0	0
Aceptable	2 - 6 horas	22	73.34 %
Mala	menos de 2 horas	8	26.66 %



En los resultados de la prueba TRAM para leches pasteurizadas se puede determinar lo siguiente.

Resultado de la prueba TRAM para leche Pasteurizada

Característica	Tiempo	Cantidad de Muestras	Porcentaje
Buena a excelente	más de 8 horas	8	80%
Regular a buena	6 - 8 horas	1	10%
Aceptable	2 - 6 horas	0	0
Mala	menos de 2 horas	1	10%

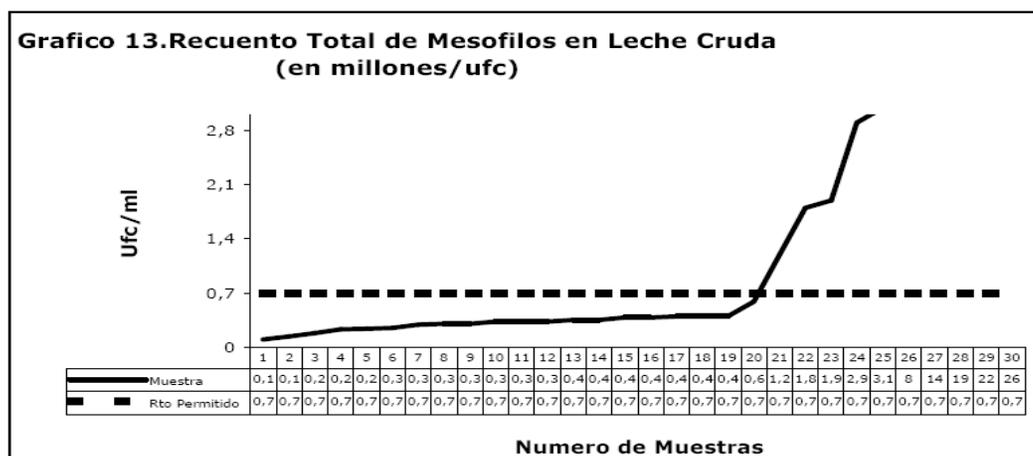
Con los resultados obtenidos podemos determinar que el 80% de las muestras de leches pasteurizadas son aptas para su consumo.

Recuento Total de Mesófilos (UFC).

El gobierno Nacional expidió del decreto 2838 de fecha 24 de agosto de 2006 en donde fijo el recuento de mesófilos para leche cruda así:

Artículo 12 fija las siguientes características para la leche cruda para consumo humano la cual debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

requisitos microbiológicos
INDICE PERMISIBLE
 Recuento de mesófilos aeróbios ufc/ ml UNIDADES
700.000

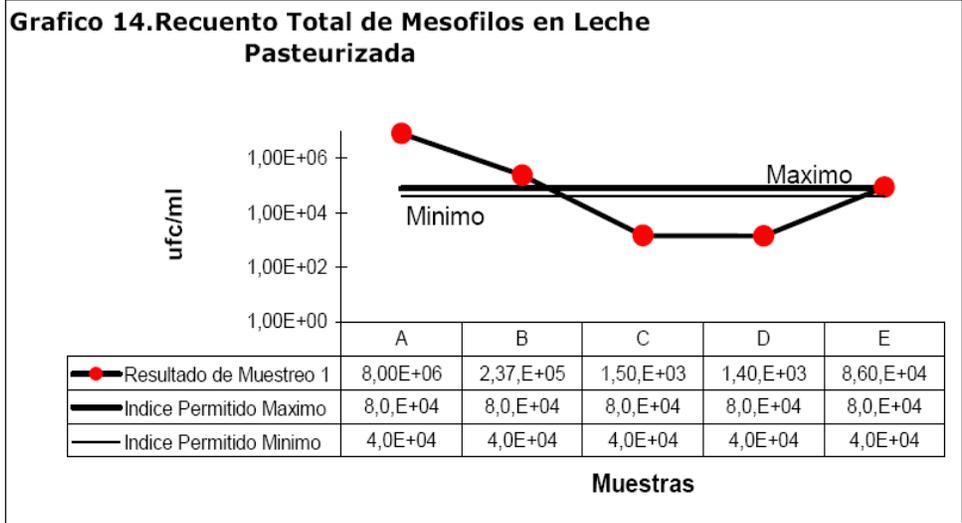


En el grafico anterior podemos notar que el Recuento Total de Mesófilos se encuentra dentro de la norma para 21 muestras haciendo un total del 70%, lo que no garantiza que al terminar la venta de leche que en casos es pasado del medio día la carga permanezca igual, la tendencia es de que esta aumente, pero es preocupante que ese 30% restante tenga índices que llegan hasta 26.000.000 de ufc, lo que puede denotar el estado de esas muestras y lo que esa leche puede causar a quien la consume.

Características microbiológicas de la leche pasteurizada

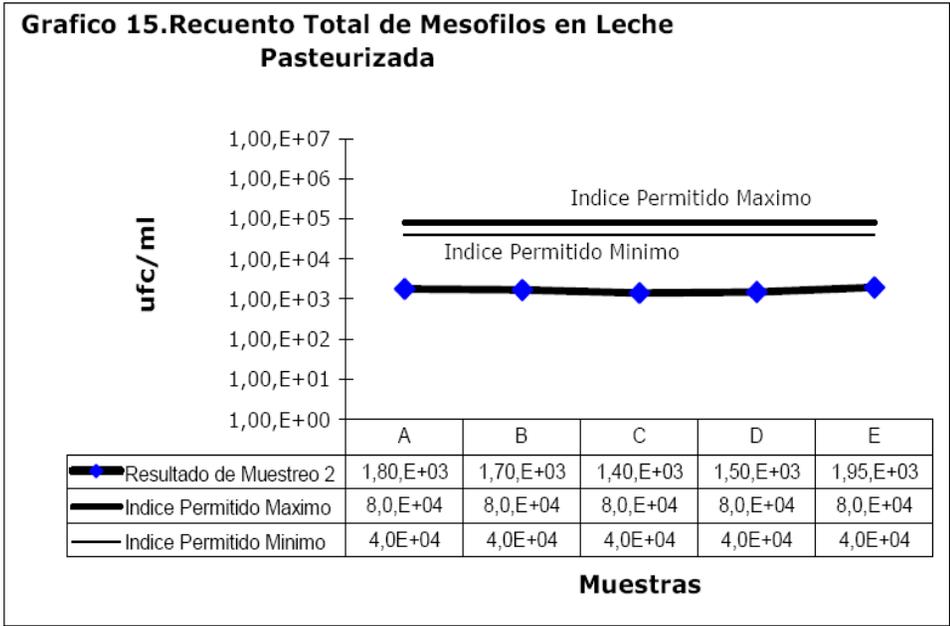
índices permisibles	n	m	M	c
Rto. Microorganismos mesófilos ufc/ mi	3	40000	80000	1
Rto. Coliformes ufc/ml	3	Menor de 1	10	1
Rto. Coliformes fecales ufc/ml	3	Menor de 1	-	0

FUENTE: DECRETO 616 DE 2006



Según el grafico anterior podemos establecer que para la leche pasteurizada se han encontrado índices más altos de los permitidos para las leches A y B en el primer muestreo, lo que puede ser una mala pasteurización o bien a un mal manejo de la cadena de frio.

Para el segundo muestreo se tomo como parámetro inicial la recolección de la muestra que se realizo en cada punto de venta para saber si se realizaba un buen manejo de la cadena de frio.



Los análisis realizados en este segundo muestreo se determinó que para las leches pasteurizadas los índices resultantes se encuentran por debajo de los mínimos permitidos en la norma concluyendo así la importancia de la cadena de frío para la conservación de la leche y así evitar el aumento de bacterias Mesófilas.

3.0. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1.0. Generalidades de la investigación.

3.1.1.0. Localización geográfica.

La fase experimental se realizó en el área metropolitana y rural de la ciudad de San Miguel, específicamente en la colonia El Molino, Gasolinera El Triangulo y en la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, ubicada en el cantón el Jute km 144 ½ carretera al Cuco.

3.1.2.0. Duración del estudio.

El estudio se realizó en un periodo que comprende del 16 de marzo al 20 de abril de 2009. Durante el periodo se hizo la recolección de muestras en los lugares de venta aleatorizados para el estudio tomando una muestra de leche cruda y una muestra de leche pasteurizada, haciendo un total de 30 muestras en el estudio, es decir 6 muestras por cada lugar de estudio, durante 5 semanas.

3.1.3.0. Muestreo.

Al momento de adquirir las muestras de leche se homogenizaron mediante el método de agitación que se realizó por 5 segundos.

Las muestras fueron colectadas en bolsas plásticas esterilizadas y con cierre fácil con capacidad de 1000ml las que fueron proporcionadas por el MAG las que se sellaron inmediatamente para evitar contaminación con el medio ambiente, una vez obtenidas las muestras se colocaban en una hielera y se procedía a hervir dos muestras de leche cruda (UES y MOLINO) y posteriormente nos dirigíamos al laboratorio del CENTA ubicado en el Matazano donde se realizaron los análisis correspondientes.

3.1.4.0. Unidades experimentales.

Para el estudio se recolectaron un total de 30 muestras de leche cruda, hervida y pasteurizada. Tomando una muestra por semana en cada uno de los lugares de venta que se estudiaron, es decir obteniendo 6 muestras por cada uno de los diferentes tratamientos a cada muestra se le realizó pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a las leches crudas y pasteurizadas, mientras que a las muestras de leche hervida únicamente se le realizaron las pruebas microbiológicas, haciendo un total de 220 análisis de laboratorio.

3.2.0. Materiales y equipo.

3.2.1.0. Fase de laboratorio.

En la fase de campo se utilizaron los siguientes materiales:

- Bolsas plásticas esterilizadas.
- Tirro.
- Marcador.
- Hielo.
- Cocina.
- Gas propano.
- Recipientes para hervir la leche.
- Hielera para transportar las muestras.

3.2.2.0. Fase en el laboratorio.

3.2.2.1.0. Determinación de los procesos fisicoquímicos.

3.2.2.1.1.0. Determinación del porcentaje de Grasa (Método Babcock).

La grasa de la leche se denomina grasa butírica y es uno de sus principales componentes.

En muchos países se le considera como el componente más importante y constituye la base de pago para la compra venta de leche, ya que a mayor porcentaje de grasa, mayor precio recibe el productor, de aquí, la importancia económica y también el interés que tiene para la industria, su exacta determinación en el laboratorio.

Equipo utilizado:

Frasco de prueba con capacidad de 50cc.

Pipetas graduadas de vidrio de 18gr.

Una bureta de vidrio para medir ácidos de 17cc.

Balanza.

Centrifuga

Un instrumento de medir para hacer la lectura de las pruebas.

Un termómetro, una pequeña bañera, varios cepillos y polvo de limpiar.

Reactivos:

Acido sulfúrico.

Procedimiento:

En este método se agregaron 17cc de leche de una muestra típica y posteriormente se trasegó a un frasco de prueba para leche, posteriormente se le agregaron 17cc de ácido sulfúrico concentrado a una cantidad conocida de leche contenida en la botella Babcock. El ácido sulfúrico digiere las proteínas, genera calor y libera la fracción de grasa. La centrifuga de 25cm de diámetro, gira a 1,075 revoluciones por minuto durante 5 minutos, después de la primera serie de vueltas se añade agua caliente (70°C), después de la segunda serie de vueltas agréguese agua caliente hasta la parte graduada, y después de la tercera serie de vueltas colóquese el frasco en baño de María lo que permite aislar la fracción de grasa y la hace ascender a la columna graduada de la botella. La grasa se ha determinado volumétricamente y el resultado se expresa como porcentaje de grasa por peso de leche.

3.2.2.1.2. Determinacion de acidez de la leche.

La importancia de la acidez en la leche indica su calidad y en base a ella se puede determinar su posible uso, ejemplo: en la elaboración de quesos, fabricación de mantequilla, elaboración de leche en polvo. Esta prueba se realizo por medio del método de la acidez titulable.

El aumento de ácido láctico es debido al desdoblamiento de la lactosa en ácido láctico, por la acción de las bacterias acidolácticas, esta acidez es la que se conoce como acidez real o titulable y se determina por titulación directa con NaoH 0.1 N.

Equipo necesario.

- Pipeta volumétrica de 9 ml.
- Taza de porcelana con su removedor.

- Gotero.
- Bureta graduada para el hidróxido de sodio.

Reactivo.

- hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N.
- solución alcohólica de fenolftaleína al 1%.

Procedimiento:

1. Colocar 9ml de la muestra de leche en la taza de porcelana.
2. Añadir 3 gotas del indicador fenolftaleína.
3. Titular con solución 0.1N de hidróxido de sodio, hasta la aparición de un color rosado.
4. Determinar los ml de hidróxido de sodio requerido.

Calculo:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{\text{ml de NaOH } 0.1N \times 0.009}{\text{ml de la muestra}} \times 100$$

ml de la muestra

3.2.2.1.3. Prueba de la Reductasa (azul de metileno).

La importancia de esta prueba es perseguir la valoración de la calidad higiénica de la leche, tiene como principio el hecho de que, la leche tiene propiedades reductoras bastante grandes, debido a algunas enzimas y en particular, la enzima reductasa.

Equipo:

- tubo de ensayo.
- Pipeta graduada para toma de muestras.
- Pipetas graduadas para agregar azul de metileno.
- Baño de maría.

Reactivos

- Azul de metileno.

Procedimiento:

1. Transferir al tubo de ensayo 10ml de la muestra mediante una pipeta estéril para cada muestra
2. Agregar 1ml de azul de metileno y mezclar con la muestra de leche
3. Invertir los tubos por lo menos tres veces
4. Colocar los tubos a baño de maría a 37°C
5. Anotar la hora de colocación de los tubos en el baño de maría para controlar el tiempo de reducción.
6. Hacer la lectura primero cada 5 minutos, los primeros 20 minutos, en seguida cada 10 minutos hasta complementar una hora, después cada 15 minutos hasta complementar 2 horas, posteriormente cada media hora se harán las lecturas de tiempo y se determinara cuando la leche en los tubos de ensayo haya obtenido el color blanco inicial

3.2.2.1.4. Prueba de la densidad.

La importancia de esta prueba es para identificar las propiedades físicas de los cuerpos así como también la densidad absoluta ya que es la masa de la unidad de volumen y a la vez la densidad relativa que es el cociente de dividir el valor de la masa de un volumen de leche por la masa de un volumen igual de agua a 4°C.

Equipo:

Termólactodensímetro.

Una botella.

Procedimiento.

1. Mezclar cuidadosamente la leche, en la botella volcándola y enderezándola varias veces, después se traspara a una probeta apropiada hasta casi llenarla con leche.
2. Se sumerge el densímetro lentamente en la leche, hasta una profundidad de graduación de 30° se le hace girar para evitar que se adhiera a las paredes de la probeta y deja de flotar libremente.
3. A los 2 o 3 minutos después, cuando el densímetro se queda inmóvil, se efectúa la lectura; se lee el grado de la escala donde llega el nivel de la leche tomando en cuenta la parte más alta del menisco y se le agrega 0.25.
4. Cuando la temperatura de la leche es de 15°C (o 20°C según la calibración del lactodensímetro), no se hace ninguna corrección.

Si la temperatura de la leche no es exactamente 15°C pero está comprendida entre los 10-20°C, entonces por cada grado centígrado a bajo de 15°C, se le resta la densidad leída 0.2 de la escala y por el contrario arriba de 15°C de temperatura, si añade 0.2 por cada grado.

3.2.2.1.5. Prueba de anillo (Brucelosis).

1. Fijación de los frottis de sedimento a la llama del mechero Bunsen y los de crema en alcohol metílico o isopropilalcohol al 90%.
2. Cubrir el portaobjetos con solución acuosa de safranina al 3%; calentar hasta que empiece a hervir; tiempo de acción, 3 minutos;
3. Lavado con agua
4. Diferenciación en ácido acético al 1% unos 10 segundos;
5. Lavado con agua
6. Tinción de contrastes con azul de metileno en solución acuosa al 1% durante un minuto; las brúcelas aparecen en rojo sobre fondo azul; los gérmenes secundarios, asimismo en azul.

Coloración de las brúcelas.

1. Fijación de la preparación (no con alcohol);

2. Tinción durante un minuto con safranina básica (5 gotas de solución acuosa de safranina al 3% y 1,5 c.c de Koh normal; ambas preparadas recientemente);
3. Lavado con agua.
4. Decoloración con ácido sulfúrico al 0.5%, 8 segundos;
5. Lavado con agua.
6. Coloración con solución acuosa de azul de metileno al 3%; 8 segundos;
7. Lavado, secado.

3.2.2.2. Determinación de los procesos microbiológicos.

3.2.2.2.1. Método del número más probable (N.M.P), para la determinación de eschericha coli y coliformes fecales.

Siembra

- Realizar las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} del alimento
- Sembrar 1ml cada dilución en triplicado de tubos con caldo Lauril Sulfato Triptoso con campana de Durham
- Incubar a 30 - 32°C durante 24 - 48 horas
- Ver formación de gas en el interior de la campana
- Sembrar con asa a partir de cada tubo con gas en un tubo con caldo Lactosa Bilis verde brillante 2%
- Incubar 24 - 48 horas a 30-32 °C

Lectura

Formar una clave según el número de tubos positivos de cada serie de diluciones y aplicar la tabla de N.M.P para obtener el número de bacterias coliformes por g o ml de muestra.

3.2.2.2.2. Método de la placa vertida, (para determinar el recuento de coliformes totales).

1. Homogenizar el alimento, si fuera necesario y realizar las diluciones que se estime para cada tipo de alimento (leche).
2. Sembrar 1 ml de cada dilución en duplicadas de placas de petri, incluyendo el alimento original en caso de un líquido.
3. Cubrir con 12 a 15 ml de agar bilis rojo neutro cristal violeta (VRBA), enfriado a 45°C.

4. Mezclar con rotación el contenido de las placas con el agar. Dejar solidificar.
5. Cubrir con 3 a 4 ml del mismo agar las superficies de las placas, para inhibir el crecimiento de las colonias en la superficie.
6. Incubar las placas a 30 - 32°C durante 24 a 48 horas.

Lectura

Contar solo las colonias de color rojo oscuro con un diámetro igual o superior a 0.5 mm con o sin precipitado rojo alrededor de la colonia. Realizar el recuento en la dilución que presente entre 25 y 250 colonias.

3.2.2.2.3. Recuento de staphylococcus aureus.

Recuento de staphylococcus aureus presuntivo.

- Elegir las placas cuya dilución presente entre 25 y 250 colonias y contar las colonias sospechosas
- Negras brillantes de bordes lisos
- Negras brillantes con halo y precipitado
- Gris oscuras de bordes irregulares con o sin halo y precipitado
- Se cuenta el total de colonias sospechosas y un número no inferior a 5 se someten a la prueba de la coagulosa para su confirmación

Prueba de la coagulosa

- Sembrar las colonias sospechosas en forma separada en tubos con caldo cerebro, corazón (BHI)
- Incubar a 35°C por 24 horas
- Traspasar 0.1 ml de cada cultivo a tubos pequeños estériles
- Agregar 0.3 ml de plasma de conejo con EDTA
- Incubar a 35°C durante 6 a 24 horas, chequeando los tubos cada cierto tiempo

Lectura: ver la coagulación del plasma de conejo, total o parcial en los tubos

Recuento confirmativo de Staphylococcus aureus

Sumar el número de colonias sospechosas confirmadas como coagulosa positiva de las tres placas, e informar el resultado de la potencia de 10 correspondiente expresado en UFC/g o UFC/ml

3.3.0. Metodología estadística.

El experimento comprendió 9 factores en estudio siendo el recuento de cada una de las bacterias en estudio de los 4 lugares de venta de leche cruda así como pasteurizada, los diferentes lugares de recolección de las muestras se presentan en el siguiente cuadro y las bacterias en estudio.

El diseño utilizado fue el de bloques completamente al azar donde se utilizaron 4 tratamientos, 9 variables y 5 repeticiones.

Aclarando: que para los análisis fisicoquímicos se utilizaron 4 tratamientos y para los microbiológicos se utilizaron 6 tratamientos, 9 variables y 5 repeticiones; pero a las muestras de leche hervida se le realizaron únicamente las pruebas microbiológicas.

Distribución de los tratamientos en estudio referente a las muestras fisicoquímicas.

T1 leche procedente de la UES

T2 leche procedente de col. MOLINO

T3 leche pasteurizada DOS PINOS

T4 leche pasteurizada SALUD

A los tratamientos antes mencionados se les aplicaron las variables:

% de grasa, reductasa, acidez, densidad, prueba de anillo.

Distribución de los tratamientos en estudio referente a las muestras microbiológicas.

T1 leche procedente de la UES

T2 leche hervida UES

T3 leche procedente col. MOLINO

T4 leche hervida col. MOLINO

T5 leche pasteurizada DOS PINOS

T6 leche pasteurizada SALUD

A los tratamientos antes mencionados se les aplicaron las variables:

Coliformes fecales y totales, S. aureus, E. coli.

3.3.1. Bloques al azar.

Para el desarrollo estadístico del estudio se utilizó el diseño estadístico bloques completamente al azar con 4 tratamientos, 9 variables y 5 repeticiones.

El método estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observaciones individuales al i-esimo tratamiento.

μ = media experimental.

T_i = efecto del i-esimo tratamiento.

B_j = efecto del j-esimo bloque.

E_{ij} = error experimental.

4.0. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.0. Análisis físicoquímicos.

4.1.1. Porcentaje de Grasa

Para determinar el porcentaje de grasa en el laboratorio, se realizó la prueba mediante el método de Babcock. El resultado de los porcentajes de grasa se presenta en el cuadro 9 y figura 16, la información que se utilizó para realizar el análisis de varianza, se presenta en el cuadro A-12. A continuación se presentan los resultados de estos análisis.

Cuadro 9. Análisis de porcentaje de Grasa.

Tratamientos	N° de muestras	% de grasa promedio	X ²
T1 UES	5	3.44%n.s	0.6047%n.s
T2 C. Molino	5	3.0%n.s	0.1787%n.s
T3 Dos Pinos	5	3.0%n.s	0.0066%n.s
T4 Salud	5	3.02%n.s	0.2632%n.s

Concentración permisible 3.0 % mínimo de grasa.

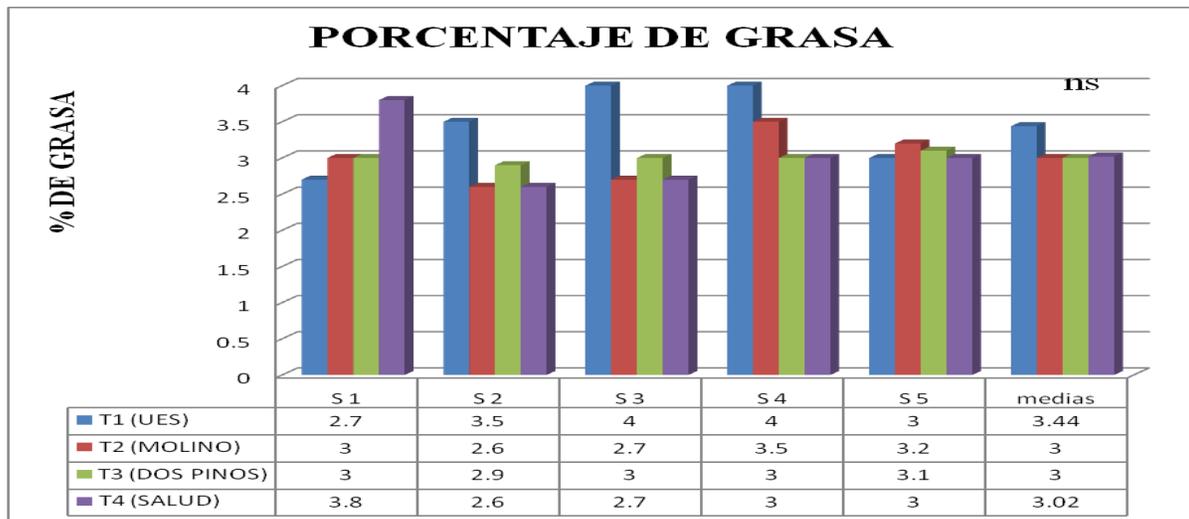


Fig. 16. Porcentaje de grasa (%) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

La información demuestra que entre los promedios de los tratamientos no hay diferencia significativa entre sí; las diferencias observadas fueron aritméticamente; T1 (3.4%n.s), superior a T4 (3.02%n.s) y este superior a T2 y T3 que fueron los que obtuvieron menor porcentaje de grasa (3.0%); obsérvese que el rango de diferencia aritmética es mínimo por lo tanto es obvio el resultado del análisis, de manera que no hay diferencia significativa. Entre las semanas en estudio no se observó diferencia significativa.

Lo descrito anteriormente puede afirmarse en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadro (A-13 a A-16). Analizando los datos esperados y observados, se observó que los chi cuadrados para cada uno de los tratamientos no presentaron diferencia estadística. T1 (0.6047%n.s), T2 (0.1787%n.s), T3 (0.0066%n.s) y T4 (0.2632%n.s), esta prueba se realizó con el objetivo de evaluar si cumplen con la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.01.15:07. Todas las muestras cumplen porque el mínimo de porcentaje de grasa requerido es de 3.0% y todas las muestras lo superaron, por lo tanto no hay diferencia significativa entre las leches estudiadas.

Los factores a los que se puede atribuirse el mínimo porcentaje de grasa encontrado en las leches estudiadas pueden ser:

1. Debido a las condiciones de la ganadería encastada en la UES T1 y Col. Molino T2, ya que se esperaba un mayor contenido de grasa por ser una leche entera y sin tratamiento.

Una leche entera de vaca sin tratamiento, baja en grasa probablemente se debe a la alimentación ya que cualquier fórmula de alimento encaminada a mejorar la producción de leche, esta disminuirá el porcentaje de grasa en la leche, pero también una alimentación a base de grano aumentara el porcentaje de grasa en la leche ya que esta alimentación con grano incide en la formación de grasa y síntesis de proteínas.

2. Raza: pueden notarse diferencias entre razas en relación a los componentes mayores de la leche, por ejemplo la raza Holstein se distingue por sus bajos niveles de sólidos si se compara con otras razas tales como la Jersey que registra la mayor composición de sólidos. La raza hoy en día es uno de los factores más relevantes que se consideran en la composición de la leche,

puesto que la grasa y la proteína son caracteres genéticos con alta heredabilidad, ya que esta para la composición de las leches es de un 0.50%.

Además de estos podemos mencionar otros factores tales como: época del año, número de lactancias, edad del animal, número, intervalo y tiempo de ordeño.

Con respecto a las leches industrializadas estas sufren un proceso de descremado de un 20 hasta un 95% para posteriormente mezclar las leches enteras con la leche descremada, para llegar al requisito mínimo requerido establecido por la norma salvadoreña.

4.1.2. Porcentaje de Acidez.

Para determinar el porcentaje de acidez en el laboratorio, se realizo mediante el método de la acidez titulable. El resultado de los porcentajes de acidez se presenta en el cuadro 10 y figura 17, la información que se utilizo para realizar el análisis de varianza, se presenta en el cuadro A-18. A continuación se presentan los resultados de estos análisis.

Cuadro 10. Análisis de porcentaje de Acidez.

Tratamientos	N° de muestras	% de acidez promedio	X²
T1 UES	5	0.15%n.s	0.00514n.s
T2 C. Molino	5	0.15%n.s	0.0063n.s
T3 Dos Pinos	5	0.17%n.s	0.0427n.s
T4 Salud	5	0.22%n.s	0.2655n.s

Concentración permisible 0.14-0.17 % de acidez.

La información demuestra que entre los promedios de los tratamientos no hay diferencia significativa entre sí; las diferencias observadas fueron aritméticamente donde T4 (0.22%n.s), supero a los demás tratamientos ya que este se sale del rango estipulado en la norma con respecto a la acidez, T3 (0.17%n.s) y este supero a T1 y T2 (0.15%n.s), que fueron estos los que obtuvieron un menor porcentaje de acidez, pero los últimos 3 tratamientos están en el rango de acidez permisible según la norma.

Obsérvese que el rango de diferencia aritmética es notable ya que el T4 se sale del rango permisible, aunque en las pruebas estadísticas, resulta ser no significativo al igual que los demás tratamientos en estudio, los cuales se encuentran dentro del rango permisible y es por ello que no existe diferencia significativa entre sí.

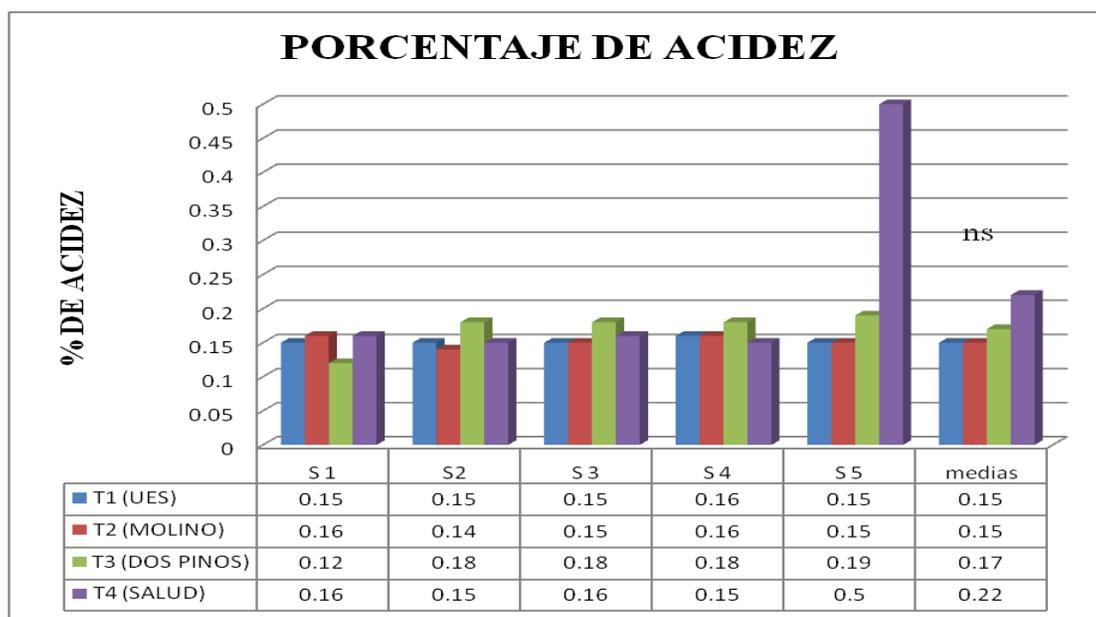


Fig. 17. Porcentaje de acidez (%) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

Entre las semanas en estudio no se observó diferencia significativa. Lo descrito anteriormente puede afirmarse en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadro (A-19 a A-22). Analizando los datos observados y los esperados, se observó que los chi cuadrados para cada uno de los tratamientos, no presentaron diferencia estadística T1 (0.00514n.s), T2 (0.0063n.s), T3 (0.0427n.s) y T4 (0.2655n.s), esta prueba se realizó con el objetivo de evaluar si cumplen la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.01.15:07 ya que todas las muestras cumplen el rango estipulado de acidez que es de 0.14 – 0.17%, por lo tanto no hay diferencia significativa entre las leches en estudio.

Algunos factores a los que se puede atribuir el porcentaje de acidez encontrado en las leches pueden ser:

Los tratamientos T1, T2, y T3 se encuentran en el rango permisible en cuanto a la acidez, lo que puede atribuirse a una buena higiene al momento del ordeño, uso de recipientes lavados

y desinfectados, es comercializada en un rango de tiempo corto despues del ordeño y se transporta de forma adecuada.

No así el tratamiento T4 que es una muestra de leche industrializada (Salud), a la cual en la 5^ota semana supero los rangos permisibles lo que pudo haberse debido a un mal manejo de cadena de frio, estaba a punto de vencer o un mal manipuleo.

4.1.3. Reductasa.

Para determinar la reductasa, en el laboratorio se realizó la prueba por el método de reducción al azul de metileno en horas.

Los resultados de la prueba se presentan en el cuadro 11 y figura 18; la información que se utilizo para realizar el análisis de varianza se presenta en el cuadro (A-24). A continuación se presentan los resultados de este análisis.

Cuadro 11. Análisis de Reductasa (hrs).

Tratamientos	N° de Muestras	Reductasa promedio	Semanas promedio	X ²
T1 UES	5	5.4 hrs n.s	7.0 a	2.4856n.s
T2 C. Molino	5	7.2 hrs n.s	7.75 a	1.2856n.s
T3 Dos Pinos	5	7.4 hrs n.s	7.0 a	1.6428n.s
T4 Salud	5	6.30 hrs n.s	7.0 a	62.1428**
			4.13 b	

Rango permisible clase A 6 hrs mínimo, clase B 4 hrs mínimo, clase C menos de 4 hrs.

La información demuestra que entre los promedios de los tratamientos no hay diferencia significativa entre si y las diferencias observadas fueron aritméticamente T3 (7.4 hrs n.s), este supera a T2 (7.2 hrs n.s) y T4 (6.30 hrs n.s), los que son clasificados como leches clase A, a excepción de T1 (UES), que presenta menor tiempo de reducción al azul de metileno por lo que se clasifica como leche clase B.

Con respecto a las semanas, se observó diferencias mínimas significativas entre sí, siendo la quinta semana la que presentó menor tiempo de reducción al azul de metileno, siendo esta de 4.13hrs. (ver cuadro 11y figura 19).

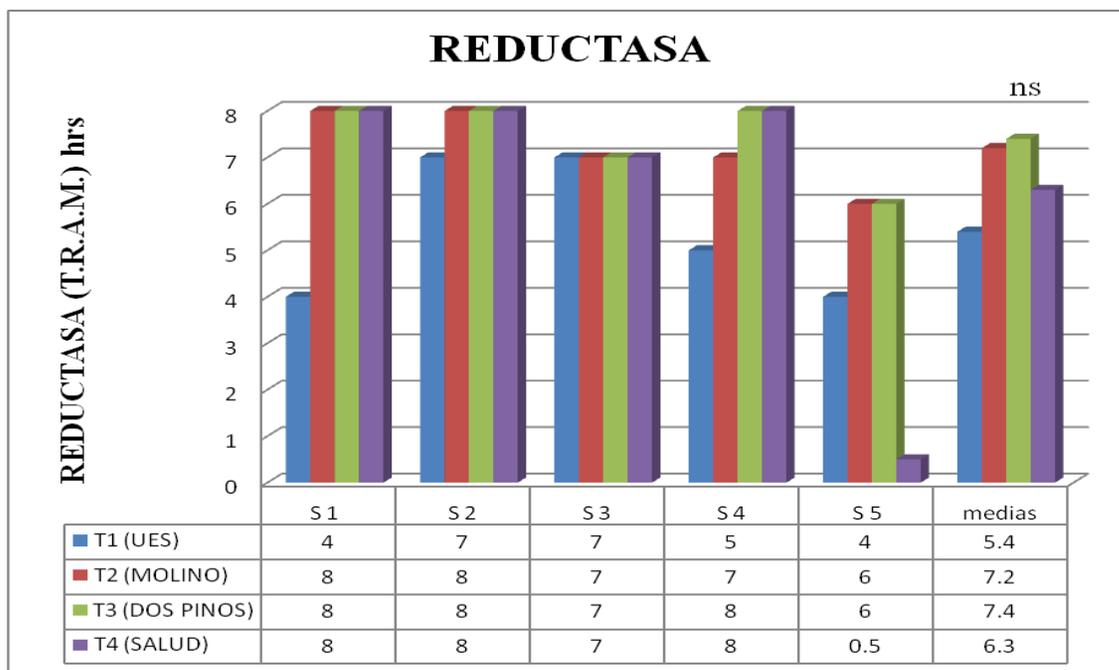


Fig.18. Reductasa (T.R.A.M. hrs) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

Lo descrito anteriormente puede afirmarse en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadro (A-13 a A-16). Analizando los datos observados y los esperados se observó que todos los chi cuadrados para cada uno de los tratamientos T1 (2.4856 hrs n.s), T2 (1.2865 hrs n.s) y T3 (1.2428 hrs n.s), en dichos tratamientos no se observó diferencia significativa, no así en el tratamiento T4 (62.1428 hrs **), que salió altamente altamente significativa; dicha prueba se realizó con el objetivo de evaluar si cumple con la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.01.15:07, donde las muestras que corresponden a los tratamientos (T1, T2 y T3), cumplen a excepción de (T4) que se sale del rango permisible, lo que se atribuye a un alto porcentaje de acidez encontrado en la quinta semana correspondiente al tratamiento 4 que es la leche Salud por lo cual reacciona con mayor rapidez al azul de metileno. En base a los resultados anteriores puede afirmarse que a mayor contenido de acidez o bacterias lácticas, el azul de metileno actúa con mayor rapidez.

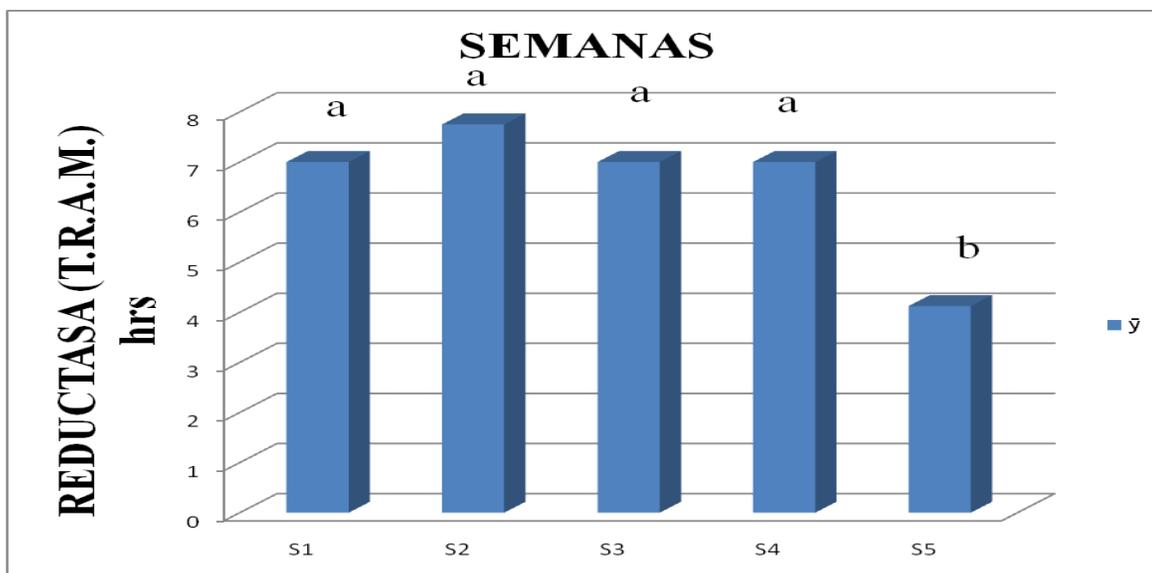


Fig. 19. Promedio de reducción al azul de metileno en horas, por semanas.

4.1.4. Densidad.

Para determinar la densidad relativa, en el laboratorio se realizó la prueba mediante el método de densidad relativa a una temperatura de 15° C, el resultado de la prueba se presenta en el cuadro 12 y figura 20. La información que se utilizó para realizar el análisis de varianza se presenta en el cuadro (A-32), a continuación se presentan los resultados de este análisis.

Cuadro 12. Análisis de Densidad (°C).

Tratamientos	N° de muestras	Densidad promedio	Semanas promedio	X ²
T1 UES	5	1.030n.s	1.028 b	0.000035n.s
T2 C. Molino	5	1.030n.s	1.030 ab	0.000028n.s
T3 Dos Pinos	5	1.031n.s	1.030 ab	0.000048n.s
T4 Salud	5	1.029n.s	1.030 ab	0.000015n.s
			1.031 a	

Rango permisible de 1.028-1.033.

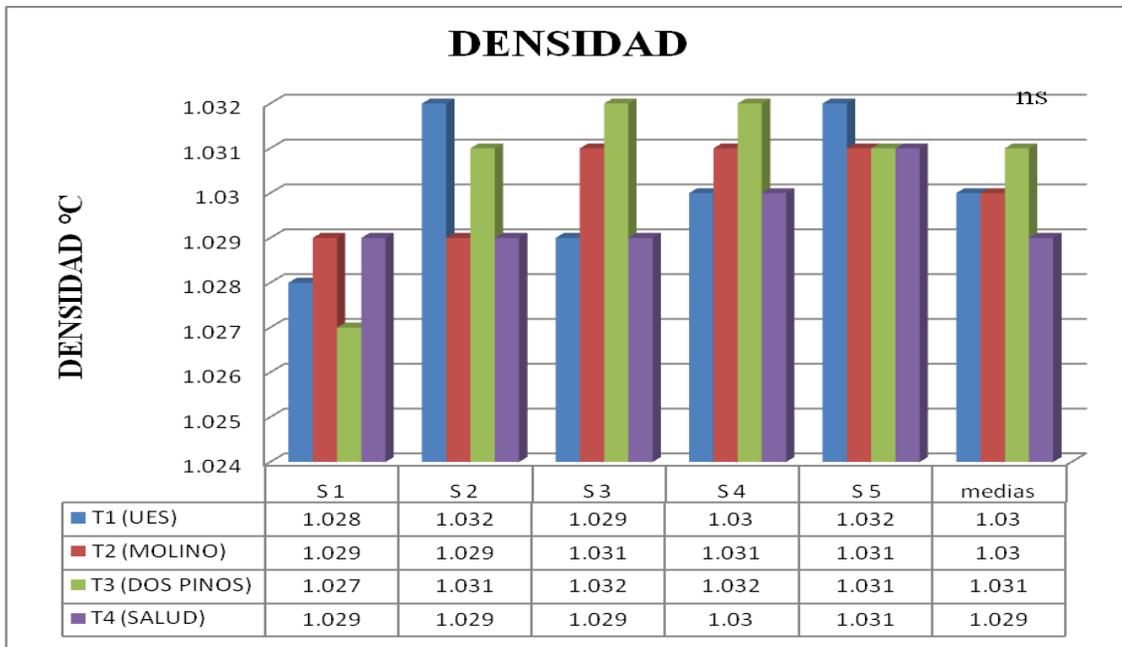


Fig. 20. Densidad relativa (°C) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

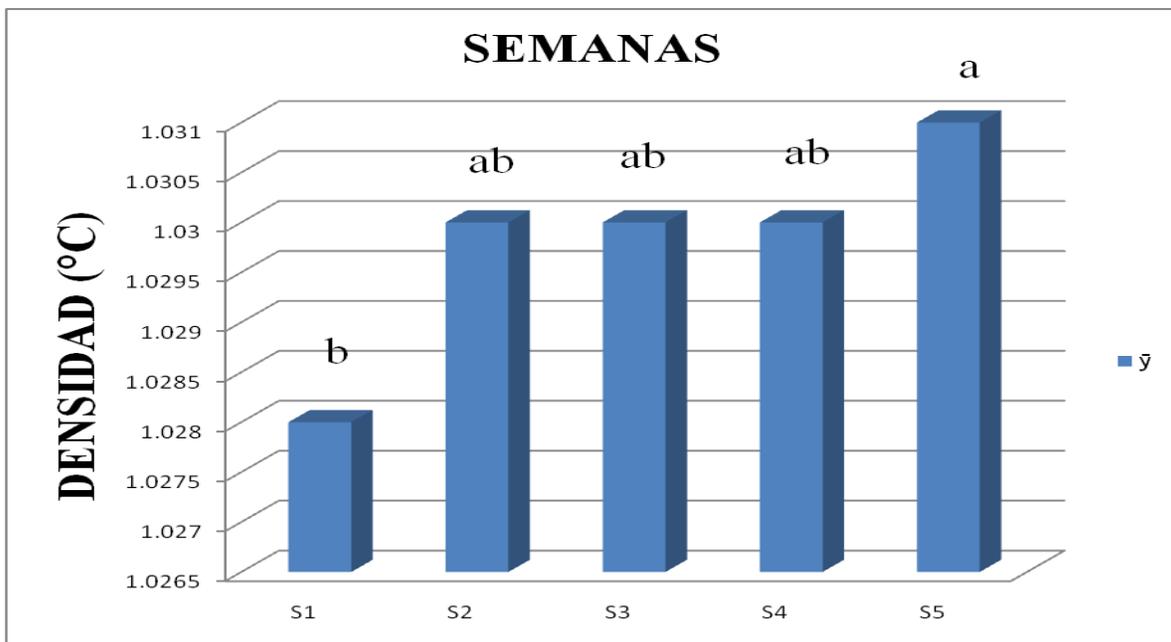


Fig. 21. Promedio de densidad relativa por semana.

La información de muestra que entre los promedios de los tratamientos no hay diferencia significativa entre si, las diferencias observadas fueron aritméticas donde T3 (1.031n.s),

supera a T1 y T2 (1.030n.s) y estos superan al T4 (1.029n.s), obsérvese que todas las muestras se encuentran dentro del rango permisible con respecto a la densidad (1.028-1.033) y por lo tanto es obvio el resultado del análisis de manera que no hay diferencia significativa entre las semanas en estudio se observó diferencia mínima significativa donde la primera semana presento una menor densidad en comparación con las demás semanas; S1 (1.028 b), mientras que en las semanas S2,S3 y S4 (1.030 ab), pero a su vez la semana S5 (1.031 a), supero a las demás semanas en estudio (ver cuadro 12 y figura 21), esto puede afirmarse en base a cálculos de chi cuadrado ver cuadros (A-35 a A-38), analizando los datos observados y los esperados se observó que los chi cuadrados para cada tratamiento, no presentaron diferencia estadística T1 (0.000035n.s), T2 (0.000028n.s), T3 (0.000048n.s) y T4 (0.000015n.s), esta prueba se realizo con el objetivo de evaluar si cumplen con la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.01.15:07 , ya que todas las muestras cumplen o se encuentran dentro del rango establecido con respecto a la densidad, por lo tanto, no hay diferencia significativa en las leches en estudio, pero vale la pena aclarar que en la primera semana hubo diferencia significativa lo que puede atribuirse a: una posible adulteración que consiste en agregar agua a la leche, cuando se le agrega agua a la leche, la densidad disminuye considerablemente.

4.1.5. Prueba de anillo.

Para determinar si hay presencia de brucelosis en la leche, se realizo en el laboratorio la prueba de anillo.

El resultado de los datos se presenta en el cuadro 13 y figura 22. La información que se utilizó para realizar el análisis de varianza se presenta en el cuadro A-39, la información demuestra que entre los tratamientos que no hay diferencia significativa ni aritmética entre sí, ya que todos los tratamientos resultaron ser cero, lo que significa que no hay presencia de la bacteria brúcela abortis, por ende entre las semanas el resultado fue similar por lo que no fue necesario realizar otro tipo de pruebas estadísticas.

Las causas a las que se le atribuyen estos resultados favorables pueden ser: un rebaño con un adecuado plan profiláctico e higiene en la alimentación y consumo de agua, además de tener las medidas de prevención adecuadas.

Cuadro 13. Prueba de anillo para determinación de brúcela.

Tratamientos	N° de muestras	Prueba de anillo promedio	X ²
T1 UES	5	0	0
T2 C. Molino	5	0	0
T3 Dos Pinos	5	0	0
T4 Salud	5	0	0

Rango permisible 0

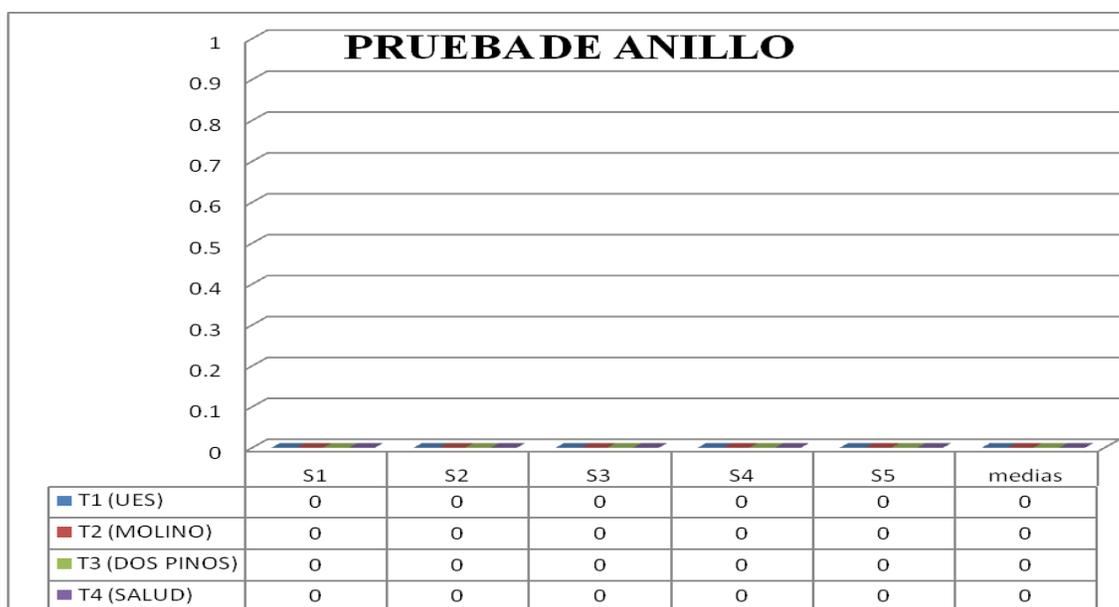


Figura. 22. Prueba de anillo en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

4.2.0. Análisis Microbiológicos.

4.2.1. Coliformes fecales.

Para determinar el recuento de coliformes fecales, en el laboratorio se realizó la prueba mediante el método del número más probable por mililitro de leche (nmp/ml). El resultado de los recuentos se presenta en el cuadro 14 y figura 23, esta información que se utilizó para realizar el análisis de varianza, se presenta en el cuadro A-41. A continuación se presentan los resultados de este análisis.

La información demuestra que entre los promedios de los tratamientos no se observó diferencia significativa entre sí, las diferencias encontradas fueron aritméticas, T1 (51.52n.s), T2 (1.5n.s), T3 (25.7n.s), T4 (1.5n.s), T5 (1.5n.s) y T6 (1.5n.s), no obstante se observó que los tratamientos T1 y T3, se encontraron contaminados con la bacteria coliformes fecales, por lo que se encuentran arriba del rango permisible (3.0 nmp/ml) máximo; vale la pena mencionar que estos tratamientos corresponden a las muestras de leche cruda UES y Col. Molino.

Cuadro 14. Resultado de análisis de Coliformes Fecales.

Tratamientos	N° de muestras	Coliformes fecales promedio (nmp/ml)	X ²
T1 UES	5	51.52n.s	242.16**
T2 UES hervida	5	1.5n.s	7.5n.s
T3 C. Molino	5	25.7n.s	108.70**
T4 C. Molino hervida	5	1.5n.s	7.5n.s
T5 Dos Pinos	5	1.5n.s	7.5n.s
T6 Salud	5	1.5n.s	7.5ns

Rango permisible de 3.0 nmp/ml máximo.

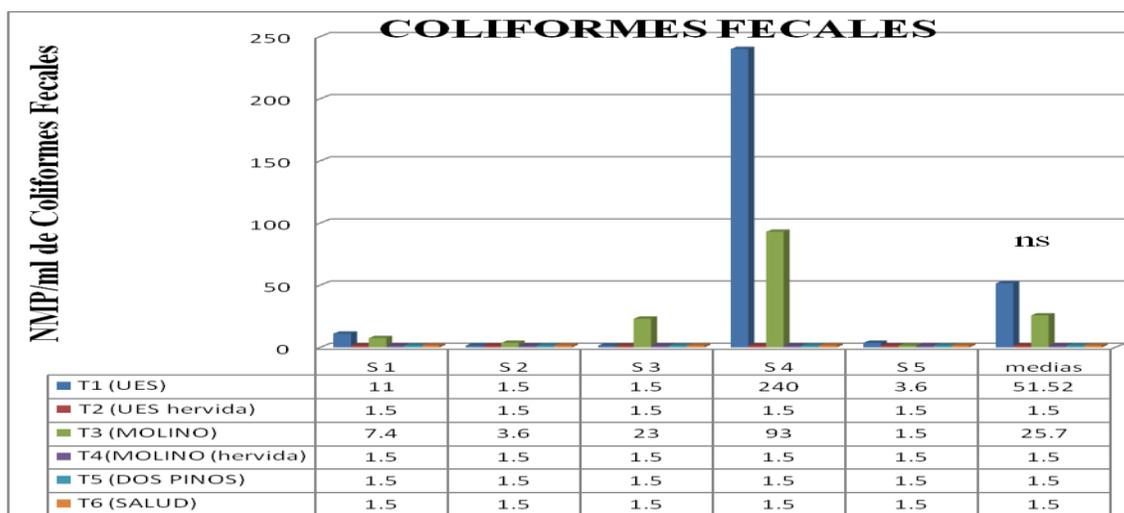


Fig. 23. Coliformes Fecales (NMP/ml) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

Entre las semanas en estudio no se observaron diferencias significativas. Lo descrito anteriormente puede afirmarse en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadro A-44 a A-49, analizando los datos observados y los esperados se observó que todos los chi cuadrados de los tratamientos T1 (242.96**) y T3 (108.70**), resultaron ser altamente significativos superando a los demás, T2, T4, T5 y T6, fueron de (7.5), que entre estos no se observó diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que cumple con lo establecido en la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.15.01:07; ya que la prueba antes descrita, se realizó con el objetivo de evaluar si cumple o no la norma, no así los tratamientos T1 y T3 (leche cruda), que no cumplen con los rangos permisibles de dicha bacteria.

Estos resultados eran de esperarse debido a: falta de higiene en el establo y personal de ordeño, uso de recipientes mal lavados, contaminación de leche por heces, pelo u orina durante el ordeño manual o mecánica ya que estos son fuentes de contaminación de dicha bacterias, los suministros, recipientes o tanques de leche mal lavados constituyen una de muchas fuentes de contaminación o portadoras de la bacteria.

Además que estas leches no sufren ningún proceso de pasteurización o industrialización para disminuir cierta cantidad de bacterias.

4.2.2. Coliformes Totales.

Para determinar el recuento de coliformes totales en el laboratorio se realizó la prueba mediante el método de unidades formadoras de colonia por mililitro de leche (ufc/ml). El resultado de los recuentos se presenta en el cuadro 15 y figura 24. La información que se utilizó para realizar el análisis de varianza y se presenta en el cuadro A-51, la información demuestra que entre los promedios de los tratamientos, se observó una diferencia estadística significativa, donde T1 (432 a), T2 (5.0 c), T3 (238 ab), T4 (5 c), T5 (5 c) y T6 (24 bc), los tratamientos con mayor contaminación fueron T1, T3 y T6, encontrándose contaminados con la bacteria coliformes totales los cuales se salen del rango máximo permisible (10 ufc/ml), superando a los tratamientos T2, T4 y T5 (5.0), los que se encuentran dentro del rango permisible con respecto a dicha bacteria.

Entre las semanas en estudio, no se observó diferencia significativa; lo descrito anterior mente puede afirmarse en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadro A-54 a A-59, analizando los datos observados y esperados, se observo que entre los chi cuadrados de los

Cuadro 15. Resultado de análisis de Coliformes Totales.

Tratamientos	N° de muestras	Coliformes fecales promedio (ufc/ml)	X ²	Contaminación
T1 UES	5	432 a	2061.63**	Si
T2 UES hervida	5	5 c	25.0**	No
T3 C. Molino	5	238 ab	1093.6**	Si
T4 C. Molino hervida	5	5 c	25.0**	No
T5 Dos Pinos	5	5 c	25.0**	No
T6 Salud	5	24 bc	101.0 **	Si

Rango permisible 10 ufc/ml máximo.

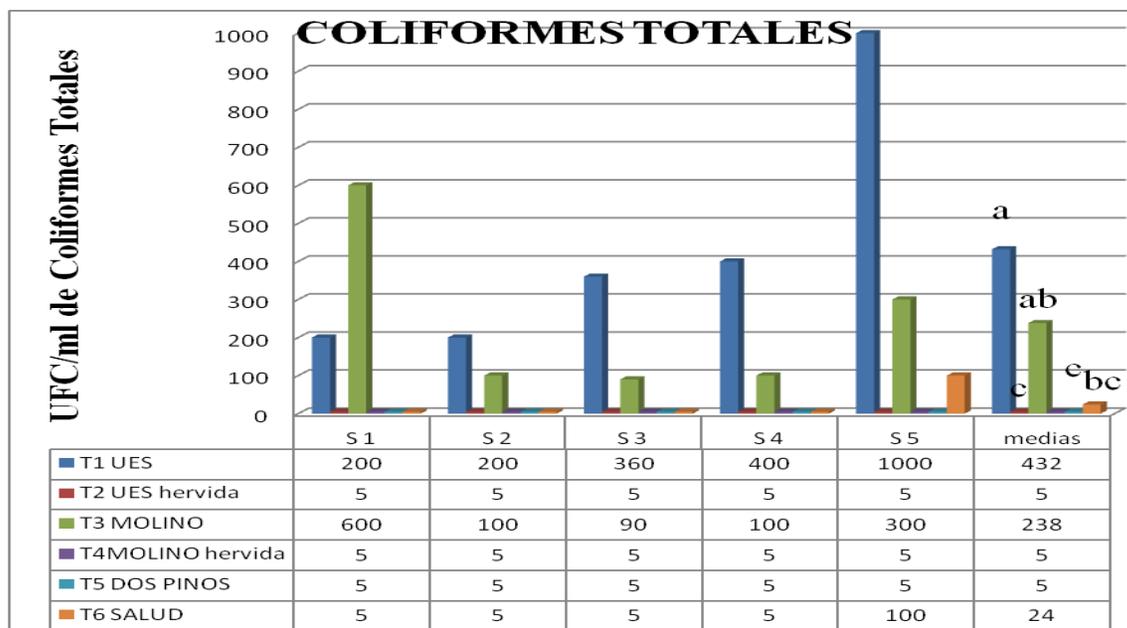


Fig. 24. Coliformes Totales (UFC/ml) en cada tratamiento durante el periodo de estudio.

Tratamientos T1 (2061.63**), T3 (1093.6**) y T6 (101.0**), resultaron ser altamente significativos superando a los demás tratamientos T2, T4 y T5 (25.0**), entre estos últimos no se observó diferencia significativa, por lo que podemos observar que cumplen con la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.15.01:07, ya que la prueba antes descrita se realiza con el objetivo de evaluar si cumple o no la norma, no así los tratamientos T1, T3 y T6, que no cumplen el rango permisible con respecto a dicha bacteria.

Estos resultados eran de esperarse en las leches de los tratamientos T1 y T3 (leches crudas), por provenir de establos donde no se toman las estrictas normas de higiene, falta de higiene en el personal de ordeño, por un mal manipuleo, por trasegar leche de buena calidad con leche contaminada donde existe un contacto directo con la bacteria, provocando la contaminación, recipientes mal lavados, contaminación por heces, orina y por contacto con el medio ambiente, además por ser una leche que no que no sufre ningún proceso de pasteurización para disminuir el contenido bacteriológico, no así la leche que corresponde al tratamiento T6 que es un muestra de leche industrializada por lo que no se esperaba encontrarse con un nivel de contaminación con la bacteria el motivo de esta contaminación puede ser: crecimiento de bacterias por un mal manipuleo, almacenamiento y transporte en lugares no adecuados o medios contaminados o por un mal manejo de la cadena de frío.

4.2.3. Staphylococcus Aureus.

Para determinar el recuento de staphylococcus aureus, en el laboratorio se realizó la prueba mediante el método unidades formadoras de colonias por mililitro de leche (ufc/ml), el resultado de los recuentos se presenta en el cuadro 16 y figura 25. La información que su utilizo para realizar el análisis de varianza se presenta en el cuadro A-61. A continuación se presentan los resultados de este análisis.

La información demuestra que entre los promedios de los tratamientos se observó diferencia significativa entre si, donde T1 (22220 a), T2 (5.0 b), T3 (580 b), T4 (5 b), T5 (5 b) y T6 (5.0 b), los tratamientos con mayor contaminación fueron T1 y T3, encontrándose contaminados con la bacteria staphylococcus aureus, los cuales se salen del rango máximo permisible con respecto a dicha bacteria, entre las semanas en estudio no se observó diferencia estadística significativa.

Cuadro 16. Resultado de análisis de Staphylococcus Aureus.

Tratamientos	N° de muestras	S. aureus promedio (ufc/ml)	X ²	Contaminación
T1 UES	5	22,220 a	111000.11**	Si
T2 UES hervida	5	5 b	25.0**	No
T3 C. Molino	5	580 b	2802.34**	Si
T4 C. Molino hervida	5	5 b	25.0**	No
T5 Dos Pinos	5	5 b	25.0**	No
T6 Salud	5	5 b	25.0**	No

Rango permisible 10 ufc/ml máximo.

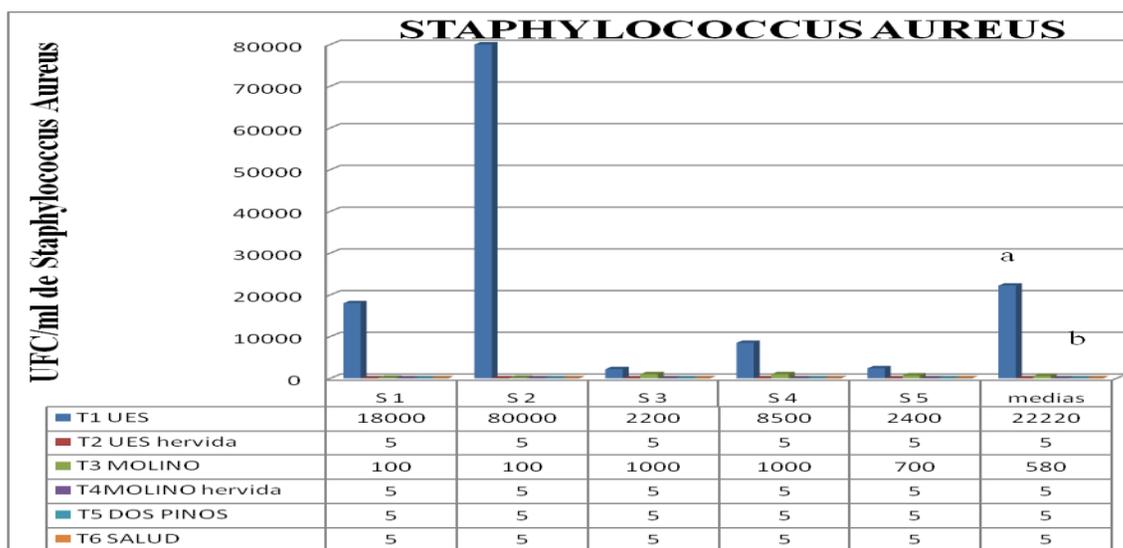


Fig. 25. Staphylococcus Aureus (UFC/ml) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

Lo descrito anteriormente puede afirmarse, en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadro A-64 a A-69. Analizando los datos observados y esperados, se observó que entre los chi cuadrados de los tratamientos T1 (111000.11**), T3 (2802.34**), resultaron ser altamente significativos, superando a los demás tratamientos T2, T4, T5 y T6 (25.0**), entre estos

últimos no se observo diferencia significativa, por lo que podemos afirmar que cumple con la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.15.01:07 ya que la prueba antes descrita se realizo con el objetivo de evaluar si cumple o no con la norma, no así los tratamientos T1 y T3 que no cumplen los rangos permisibles con respecto a dicha bacteria.

Estos resultados eran de esperarse en las leches de los tratamientos T1 y T3 (leche cruda), por provenir de hatos donde no se toman las medidas necesarias de higiene, además por ser una leche sin ningún tratamiento o proceso de pasteurización para disminuir el contenido bacteriológico; heridas en pezones, falta de higiene en personal de ordeño o enfermedades infecciosas, un mal manipuleo de la leche y leches obtenidas de vacas infectadas con mastitis. La bacteria staphylococcus aureus se encuentra libre en el medio ambiente, especialmente en el suelo por lo que puede causar la contaminación al momento del ordeño o en el manipuleo.

4.2.4. Escherichia Coli.

Para determinar el recuento de escherichia coli en el laboratorio, se realizó la prueba mediante el método del número más probable por mililitro de leche (nmp/ml), el resultado de los recuentos se presenta en el cuadro 17 y figura 26; la información que se utilizo para realizar el análisis de varianza, se presenta en el cuadro A-71. A continuación se presentan los resultados de este análisis.

La información demuestra que entre los promedios de los tratamientos no se observó diferencia significativa entre si y las diferencias encontradas fueron aritméticas, T1 (51.52n.s), T2 (1.2n.s), T3 (25.7n.s), T4 (1.2n.s), T5 (1.2n.s) y T6 (1.2n.s), no obstante se observo que los tratamientos T1 y T3 se encontraron contaminados con la bacteria escherischia coli; por lo que se encuentran arriba del rango permisible (3.0 nmp/ml), vale la pena mencionar que estos tratamientos corresponden a las muestras de leche cruda (UES y Molino), ya que entre las semanas en estudio no se observó diferencia significativa.

Lo descrito anteriormente puede afirmarse en base a los cálculos de chi cuadrado ver cuadros (A-74 a A-79), analizando los observados y los esperados se observó que los chi cuadrado de los tratamientos T1 (24295.57**) y T3 (206.6975**), resultaron ser altamente significativos, superando a los demás, T2, T4, T5 y T6 que fue de (6.0n.s), entre los cuales no se observó

diferencia significativa por lo que podemos afirmar que cumplen con lo establecido en la norma salvadoreña de nutrición NSO 67.15.01:17, ya que la prueba antes descrita se realizo con el objetivo de evaluar si cumple o no con la norma.

Cuadro 17. Resultado de análisis de Escherichia Coli.

Tratamientos	N° de muestras	E. coli promedio (nmp/ml)	X ²
T1 UES	5	51.52n.s	242.9557**
T2 UES hervida	5	1.2n.s	6.0n.s
T3 C. Molino	5	25.7n.s	106.6975**
T4 C. Molino hervida	5	1.2n.s	6.0n.s
T5 Dos Pinos	5	1.2n.s	6.0n.s
T6 Salud	5	1.2n.s	6.0n.s

Rango permisible 3.0 nmp/ml máximo.

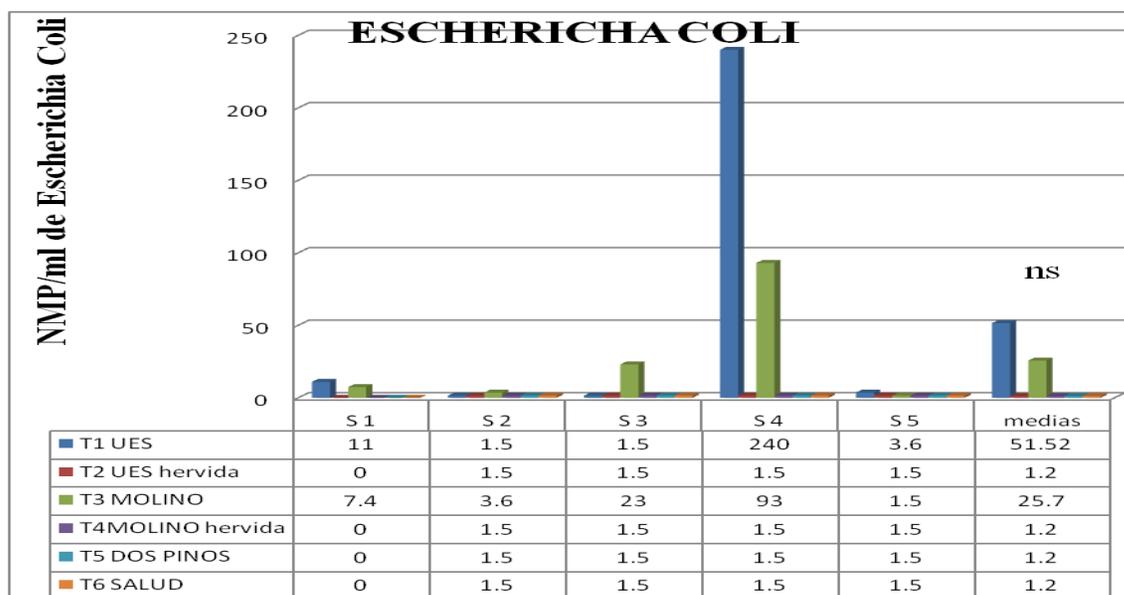


Fig. 26. Escherichia Coli (NMP/ml) en cada tratamiento durante los periodos de estudio.

No así los tratamientos T1 y T3 (leche cruda), no cumplen los rangos permisibles para dicha bacteria. Estos resultados eran de esperarse porque provienen de hatos donde no se toman las medidas necesarias de higiene, además, al igual que en el caso de la variable coliformes fecales, la contaminación por *escherischia coli* puede deberse a las heces de los animales, polvo, falta de higiene en la instalación, personal de ordeño y recipientes mal lavados que se utilizan; estos pueden ser los medios principales de contaminación de la bacteria *escherischia coli*, y esta forma parte del grupo de bacterias coliformes, además la leche pudo haber adquirido la bacteria al ser salpicada con agua contaminada por la bacteria *escherischia coli*, ya que esta está presente en un medio favorable para su propagación.

5.0. CONCLUSION.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyo que:

- La leche cruda no sería apta para consumo humano sin ser sometida a ciertos procesos de ebullición y pasteurización, ya que estos bajan la carga microbiológica a los límites permisibles de consumo humano.
- Todos los corrales de ordeño y puestos de venta de leche cruda que se evaluaron, no cumplen con las normas de calidad salvadoreña (recipientes sucios, un transporte inadecuado para el producto), y esto es un peligro para la salud humana.
- La leche cruda y pasteurizada por ser un excelente medio de cultivo de numerosos microorganismos patógenos, es necesario mantenerla en refrigeración a una temperatura de 4-10°C, esto para que no haya crecimiento bacteriano y acidificación de la misma.
- Las pruebas fisicoquímicas (grasa, acidez, reductasa, densidad y prueba de anillo), resultaron comportarse dentro del rango permisible del control de calidad de la leche cruda y pasteurizada según la norma salvadoreña.
- Las pruebas microbiológicas (coliformes fecales y totales, *S. aureus* y *E. coli*), resultaron positivas en las muestras de leche cruda (UES y Col. Molino), en las muestras de leche hervida y pasteurizada resultaron ser negativas.

6.0. RECOMENDACIONES.

Concluido el estudio y en base a los resultados obtenidos recomendamos lo siguiente:

- Si se consume leche, es preferible que sea hervida o pasteurizada, esto para evitar enfermedades de tipo gastrointestinales provocadas por microorganismos presentes en la leche cruda.
- Debido a los altos índices de enfermedades que causan los microorganismos que se están analizando, es necesario que las instituciones competentes sancionen a los propietarios de los corrales de ordeño y puestos de venta de leche cruda, que no cumplan con la norma de calidad salvadoreña ya estipulada.
- Que exista mayor vigilancia por parte de las entidades de salud a los corrales de ordeño, como también a los lugares de venta para garantizar mejor control de calidad y salubridad en la leche.
- La leche para consumo después de extraída de la vaca es necesario mantenerla a una temperatura no mayor a 10°C, para evitar el crecimiento y desarrollo de los microorganismos y frenar el aumento de la acidez porque daña la salud humana.
- Realizar este mismo estudio con otras variables, tales como: salmonella, sólidos totales, presencia de antibióticos, vitaminas, cenizas, número de leucocitos, entre otros.

7.0. BIBLIOGRAFIA.

1. ALAIS, C. 1994. Ciencias de la leche: principios de técnicas lechera. 9° ed. México, Continental. p 223-238, 323-333.
2. CLAROS ALVAREZ, M.E; MACHUCA GÓMEZ, J.O. sf. Recop. Tecnología pecuaria: densidad. p 1-3.
3. _____. sf. Recop. Tecnología pecuaria: determinación de acidez en la leche. p 1-4.
4. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. ES), 2007. Norma salvadoreña para productos lácteos, leche cruda y pasteurizada con sabor y especificaciones. p 1-3.
5. Centro para el control y la prevención de enfermedades: material publicado bajo dominio público, sf. consultado por última vez el 15 de agosto de 2009, disponible en CDC.gov/ncidod/dbmd/Discase Info/Escherichia coli.gsp.htm.
6. DAVIS, E. 1978. Tratado de microbiología. 2° ed. Barcelona, España , Nuevo Mundo. p 125-150.
7. DAVIS, R. 1964. La vaca lechera su cuidado y explotación. México, Limusa. p 289-313.
8. DIAS ALBARENGA, S.E. 1997. Determinación de la presencia de coliformes, salmonella sp. y E. aureus en la leche y principales derivados distribuidos en los mercados municipales de la Ciudad de Santa Ana, Chalchuapa y Metapán del departamento de Santa Ana. Tesis. Lic. Biología. p 6-15.
9. ENSMINGER, M.E. 1973. Zootecnia general: producción y manejo de la leche, Buenos Aires, Argentina. Editorial Ateneo. 425p.

10. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, ES). 1997. Manuel de quesería artesanal. p 11-13.
11. HERNANDEZ, I.L. 1995. Identificación de bacterias enteropatógenas en leches crudas expandidas en la zona metropolitana de San Salvador. Tesis Lic. Biología. p 20-30.
12. <http://wwwchem.missouri.edu/TannerGroup/people/white/NCBI%20taxonomy%20browser/ecoli.htm>, "http://es.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli", revisado por última vez 15 de mayo de 2009.
13. http://es.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli", revisado por última vez 15 de mayo de 2009.
14. <http://www.eufic.org/article/es/tecnologia-alimentaria/elaboracion-alimentos/artid/filtracion-membrana-calidad-alimentaria/#>, revisado por última vez 08 de abril de 2009.
15. <http://www.laboratorios.unal.edu.co/laboratorios/busqueda/detalle.php?key=789>, revisado por última vez 20 de mayo de 2009.
16. <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4042S.pdf>, revisado por última vez 3 de junio de 2009
17. <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/leche%202.htm>, revisado por última vez 25 de agosto de 2009.
18. <http://www.monografias.com/trabajos47/leche/leche2.shtml>, revisado por última vez 25 de agosto de 2009.
19. <http://fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL2.htm>, revisado por última vez 13 de mayo de 2009.

20. <http://www.tecnolacteos.com/tecnolacteos/home/dateien/carlos-novoa.pdf>, revisado por última vez 28 de abril de 2009.
21. <http://www.monografias.com/trabajos6/lacte/lacte.shtml>, revisado por última vez 30 de abril de 2009.
22. <http://html.rincondelvago.com/control-de-calidad-en-leche.html>, revisado por última vez 20 de julio de 2009.
23. http://www.google.com.sv/search?hl=es&lr=&q=acidez+titulable+en+leche&revid=87822507&ei=U0RCSrWPJ46Wtgem_52oCQ&sa=X&oi=revisions_inline&resnum=0&ct=broad-revision&cd=2, revisado por última vez 20 de abril de 2009.
24. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/indice-bacterias-lec...> - 24k, revisado por última vez 10 de mayo de 2009.
25. <http://www.ganatec.com.mx/biblioteca/quesoesloqueconstituy...> 11k, revisado por última vez 15 de mayo de 2009.
26. JAWETZ, E; LEVINSON, W. sf. Microbiología e inmunología y reposo. 2° ed. 147p.
27. MANUAL de lechería para las américas. sf. cap. XVI, p 268, cap. XVII, p 282-291, cap. XVIII, p 294, 298-302.
28. MACHUCA GÓMEZ, J.O. sf. Recop. Procesamiento y almacenamiento de productos agropecuarios: tecnología de la leche. p 2-6.
29. _____. sf. Recop. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. p 3-5.

30. _____. sf. Recop. Ordeño higiénico de la leche. p 1-9.
31. _____. sf. Recop. Ordeño higiénico para la obtención de la leche. p 1-2.
32. _____. sf. Recop. Definición y composición de la leche: aspectos asociados a su variación. p 2-10.
33. _____. sf. Recop. Biosíntesis de la leche. p 2-6.
34. _____. sf. Recop. Métodos de análisis y control de calidad de la leche. 2 p.
35. _____. sf. Recop. Tecnología pecuaria: determinación de grasa en la leche y sólidos totales. p 1-2.
36. MANUALES para educación agropecuaria, 1985. Taller de leche. 4° reimpresión, Trillas. p 39, 53, 63.
37. MELGAR ALA, J. 1991. Calidad de leches crudas expandidas en el sector de Ciudad Delgado y Soyapango. Tesis. Ing. Agrónomo. p 17-20.
38. MEYER, M.R. 1997. Elaboración de productos lácteos: manual para educación agropecuaria. 3 ed. Trillas. p 18-22.
39. PÉREZ GAVILÁN, J.P; PÉREZ GAVILÁN, J.P. 1984. Bioquímica y microbiología de la leche. Mexico, Limusa. 138p.
40. PRODUCCIÓN y tratamiento de la leche. sf. ALFA-LAVAL. p 26-35.
41. POTTER, N.N. sf. La ciencia de los alimentos. p 383-389.
42. REVILLA, A. sf. Tecnología de la leche. p 11-19, 114-117.
43. _____. 1982. Tecnología de la leche, 2° ed. IICA. p 9-25, 37, 43, 49-54.

44. ROMERO, C. 1995. Microbiología y parasitología humana. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana, 5° ed. p 215-220.
45. REAVES, P; HENDERSON, H.O. sf. La vaca lechera alimentación y crianza. 2° ed. p 401-409.
46. RICHARDSON, A.R; LIBBY S.J; FANG, F.C. 2008. «A nitric oxide-inducible lactate dehydrogenase enables *Staphylococcus aureus* to resist innate immunity.» (en inglés). *Science* **319** (5870): 1672-6. PMID:18356528.
consultado el 11 de julio, 2008.
47. SEGOVIA, E. 2004. Conociendo al consumidor de carne: manual de ganadería de doble propósito. Santiago de Chile, Chile, Avellaneda. p 225-228.
48. SANTOS MORENO, A. sf. Leche y sus derivados. Trillas. p 30-33, 40.
49. SORRILLO, J. 1994. Producción animal. Madrid España, Editorial Tebor Flores. p 238-241.
50. SCHMIDT, G.H; VAN VLECK, L.D. sf. Bases científicas de la producción lechera. Zaragoza, España, Acribia. p 15-33, 481.
51. SCHOPELOCHEN, R. 1963. Enciclopedia agropecuaria práctica. Buenos Aires, Argentina, Editorial Ateno. p 155-175.
52. SHONHERR, W. 1959. Manual práctico de análisis de leche. Zaragoza, España. Acribia. p 83-84, 157-159.
53. SWATHAN, H. 1995. Evaluación de la carne en la cadena de producción. Zaragoza, España, Acribia. p 295- 302.

54. TECNOLOGÍA pecuaria. sf. Prueba de reductasa. p 1-2.
55. THOMPSON, W; MANDIGUN, M. 1993. Microbiología. México, Editorial Pretince Hall. p 125-132.
56. WARWICK, E.J; LEGATES, J.E. 1980. Cría y mejora del ganado, 3° ed. México. McGRAW-HILL. p 352.
57. [www.wikipedia.com/analisis bacteriano/países latinos](http://www.wikipedia.com/analisis_bacteriano/paises_latinos) revisado por última vez 18 de mayo 2009

8.0. ANEXOS

Cuadro A-1

Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico de leche cruda y pasteurizada semana 1

	MUESTRA	Leche cruda		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO					
Densidad Relativa	1	1.028	1.027	1.027	1.029
Acidez (Titulable) %	1	0.15%	0.16%	0.12%	0.16%
% de Grasa (met. Babcoch)	1	2.7%	3.0%	3.0%	3.8%
Reductasa (T.R.A.M.) hrs	1	4 hrs	más de 8 hrs	más de 8 hrs	más de 8 hrs
Prueba anillo (P.A.L.)	1	0	0	0	0

Cuadro A-2

Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico de leche cruda y pasteurizada semana 2

	MUESTRA	Leche cruda		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO					
Densidad Relativa	1	1.032	1.029	1.031	1.029
Acidez (Titulable) %	1	0.15%	0.14%	0.18%	0.15%
% de Grasa (met. Babcoch)	1	3.5%	2.6%	2.9%	2.6%
Reductasa (T.R.A.M.) hrs	1	7 hrs	más de 8 hrs	más de 8 hrs	más de 8 hrs
Prueba anillo (P.A.L.)	1	0	0	0	0

Cuadro A-3

Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico de leche cruda y pasteurizada semana 3

	MUESTRA	Leche cruda		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO					
Densidad Relativa	1	1.029	1.031	1.032	1.029
Acidez (Titulable) %	1	0.15%	0.15%	0.18%	0.16%
% de Grasa (met. Babcoch)	1	4.0%	2.7%	3.0%	2.7%
Reductasa (T.R.A.M.) hrs	1	más de 7 hrs	más de 7 hrs	más de 7 hrs	más de 7 hrs
Prueba anillo (P.A.L.)	1	0	0	0	0

Cuadro A-4

Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico de leche cruda y pasteurizada semana 4

	MUESTRA	Leche cruda		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO					
Densidad Relativa	1	1.030	1.031	1.032	1.030
Acidez (Titulable) %	1	0.16%	0.16%	0.18%	0.15%
% de Grasa (met. Babcoch)	1	4.0%	3.5%	3.0%	3.0%
Reductasa (T.R.A.M.) hrs	1	5 hrs	7 hrs	más de 8 hrs	más de 8 hrs
Prueba anillo (P.A.L.)	1	0	0	0	0

Cuadro A-5**Resultados de los análisis de laboratorio fisicoquímico de leche cruda y pasteurizada semana 5**

PARAMETRO	MUESTRA	Leche cruda		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	DOS PINOS	SALUD
Densidad Relativa	1	1.032	1.031	1.031	1.031
Acidez (Titulable) %	1	0.15%	0.15%	0.19%	0.50%
% de Grasa (met. Babcoch)	1	3.0%	3.2%	3.1%	3.0%
Reductasa (T.R.A.M.) hrs	1	4 hrs	más de 6 hrs	más de 6 hrs	30 minutos
Prueba anillo (P.A.L.)	1	0	0	0	0

Cuadro A-6**Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 1**

PARAMETRO	MUESTRAS	Leche cruda		Leche hervida		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	UES hervida	Col. MOLINO hervida	DOS PINOS	SALUD
Recuento Coliformes Fecales NMP/ml	1	11.0	7.4	1.5	1.5	1.5	1.5
Recuento Coliformes Totales UFC/ml	1	2.0x10 ²	6.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	5.0
Recuento Staphylococcus aureus UFC/ml	1	1.8x10	1.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	5.0
Detección Escherichia Coli NMP/ml	1	11.0	7.4	0	0	0	0

Nota: <3.0 = 1.5, <10 = 5

Cuadro A-7

Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 2

	MUESTRAS	Leche cruda		Leche hervida		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	UES hervida	Col. MOLINO hervida	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO							
Recuento Coliformes Fecales NMP/ml	1	1.5	3.6	1.5	1.5	1.5	1.5
Recuento Coliformes Totales UFC/ml	1	2.0x10 ²	1.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	5.0
Recuento Staphylococcus aureus UFC/ml	1	8.0x10	1.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	5.0
Detección Escherichia Coli NMP/ml	1	1.5	3.6	1.5	1.5	1.5	1.5

Nota: <3.0 = 1.5, <10 = 5

Cuadro A-8

Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 3

	Leche cruda			Leche hervida		Leche pasteurizada	
	MUESTRAS	UES	Col. MOLINO	UES hervida	Col. MOLINO hervida	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO							
Recuento Coliformes Fecales NMP/ml	1	1.5	23.0	1.5	1.5	1.5	1.5
Recuento Coliformes Totales UFC/ml	1	3.6x10 ²	9.0x10	5.0	5.0	5.0	5.0
Recuento Staphylococcus aureus UFC/ml	1	2.2x10 ³	1.0x10 ³	5.0	5.0	5.0	5.0
Detección Escherichia Coli NMP/ml	1	1.5	23.0	1.5	1.5	1.5	1.5

Nota: <3.0 = 1.5, <10 = 5

Cuadro A-9

Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 4

	Leche cruda			Leche hervida		Leche pasteurizada	
	MUESTRAS	UES	Col. MOLINO	UES hervida	Col. MOLINO hervida	DOS PINOS	SALUD
PARAMETRO							
Recuento Coliformes Fecales NMP/ml	1	240.0	93.0	1.5	1.5	1.5	1.5
Recuento Coliformes Totales UFC/ml	1	4.0x10 ²	1.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	5.0
Recuento Staphylococcus aureus UFC/ml	1	8.5x10 ³	1.0x10 ³	5.0	5.0	5.0	5.0
Detección Escherichia Coli NMP/ml	1	240.0	93.0	1.5	1.5	1.5	1.5

Nota: <3.0 = 1.5, <10 = 5

Cuadro A-10

Resultados de los análisis de laboratorio microbiológico de leche cruda, leche hervida y pasteurizada semana 5

PARAMETRO	MUESTRAS	Leche cruda		Leche hervida		Leche pasteurizada	
		UES	Col. MOLINO	UES hervida	Col. MOLINO hervida	DOS PINOS	SALUD
Recuento Coliformes Fecales NMP/ml	1	3.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Recuento Coliformes Totales UFC/ml	1	1.0x10 ³	3.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	1.0x10 ²
Recuento Staphylococcus aureus UFC/ml	1	2.4x10 ³	7.0x10 ²	5.0	5.0	5.0	5.0
Detección Escherichia Coli NMP/ml	1	3.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Nota: <3.0 = 1.5, <10 = 5

Cuadro A-11. Resultados del muestreo de porcentaje de grasa

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 (UES)	2.7	3.5	4.0	4.0	3.0	17.2	3.44
T2 (MOLINO)	3.0	2.6	2.7	3.5	3.2	15.0	3.0
T3 (DOS PINOS)	3.0	2.9	3.0	3.0	3.1	15.0	3.0
T4 (SALUD)	3.8	2.6	2.7	3.0	3.0	15.1	3.02
Σy	12.5	11.6	12.4	13.5	12.3		
\bar{y}	3.12	2.9	3.1	3.37	3.07		

Cuadro A-12. Análisis de varianza; variable dependiente: % de grasa.

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	0.7056	0.2352	1.19n.s	3.49	5.95
BLOQUES	4	0.4632	0.1158	0.59n.s	3.26	5.41
ERROR	12	2.3567	0.1964			
TOTAL	19	3.5255				

Cuadro A-13. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T1 Leche UES

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	2.7	3.0	0.0335
2	3.5	3.0	0.0714
3	4.0	3.0	0.25
4	4.0	3.0	0.25
5	3.0	3.0	0.0
\bar{x}	3.44	3.0	0.6047n.s

Cuadro A-14. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T2 Leche Col. molino

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	3.0	3.0	0.0
2	2.6	3.0	0.0615
3	2.7	3.0	0.0333
4	3.5	3.0	0.0714
5	3.2	3.0	0.0125
\bar{x}	3	3.0	0.1787n.s

Cuadro A-15. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T3 Leche pasteurizada dos pinos

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	3.0	3.0	0.0
2	2.9	3.0	0.0034
3	3.0	3.0	0.0
4	3.0	3.0	0.0
5	3.1	3.0	0.0032
\bar{x}	3	3.0	0.0066n.s

Cuadro A-16. Prueba de Chi Cuadrado % de grasa. T4 Leche pasteurizada salud

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	3.8	3.0	0.1684
2	2.6	3.0	0.0615
3	2.7	3.0	0.0333
4	3.0	3.0	0.0
5	3.0	3.0	0.0
\bar{x}	3.02	3.0	0.2632n.s

Cuadro A-17. Resultados del muestreo del porcentaje de Acidez

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 (UES)	0.15	0.15	0.15	0.16	0.15	0.76	0.15
T2 (MOLINO)	0.16	0.14	0.15	0.16	0.15	0.76	0.15
T3 (DOS PINOS)	0.12	0.18	0.18	0.18	0.19	0.85	0.17
T4 (SALUD)	0.16	0.15	0.16	0.15	0.50	1.12	0.22
Σy	0.59	0.62	0.64	0.65	0.99	3.49	
\bar{y}	0.15	0.15	0.16	0.16	0.25		

Cuadro A-18. Análisis de varianza; variable dependiente: % de acidez

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	3	0.017415	0.005805	0.971n.s	3.49	5.95
BLOQUES	4	0.027172	0.006793	1.137n.s	3.26	5.41
ERROR	12	0.071708	0.005976			
TOTAL	19	0.116295				

Cuadro A-19. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T1 Leche UES

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.15	0.14	0.00066
2	0.15	0.14	0.00066
3	0.15	0.14	0.00066
4	0.16	0.14	0.0025
5	0.15	0.14	0.00066
\bar{x}	0.15	0.14	0.00514n.s

Cuadro A-20. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T2 Leche Col. Molino

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.16	0.14	0.0025
2	0.14	0.14	0.0
3	0.15	0.14	0.00066
4	0.16	0.14	0.0025
5	0.15	0.14	0.00066
\bar{x}	0.15	0.14	0.0063n.s

Cuadro A-21. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T3 Leche pasteurizada Dos Pinos

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.12	0.14	0.0033
2	0.18	0.14	0.0088
3	0.18	0.14	0.0088
4	0.18	0.14	0.0088
5	0.19	0.14	0.0132
\bar{x}	0.17	0.14	0.0427n.s

Cuadro A-22. Prueba de Chi Cuadrado % de acidez. T4 Leche pasteurizada Salud

SEMANAS	O	E	$(O-E)^2$
			O
1	0.16	0.14	0.0025
2	0.15	0.14	0.00066
3	0.16	0.14	0.0025
4	0.15	0.14	0.00066
5	0.50	0.14	0.2592
\bar{x}	0.22	0.14	0.2655n.s

Cuadro A-23. Resultados del muestreo de Reductasa (T.R.A.M.) hrs

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 (UES)	4 hrs	7 hrs	7 hrs	5 hrs	4 hrs	27 hrs	5.4 hrs
T2 (MOLINO)	8 hrs	8 hrs	7 hrs	7 hrs	6 hrs	36 hrs	7.2 hrs
T3 (DOS PINOS)	8 hrs	8 hrs	7 hrs	8 hrs	6 hrs	37 hrs	7.4 hrs
T4 (SALUD)	8 hrs	8 hrs	7 hrs	8 hrs	0.50 hrs	31.5 hrs	6.3 hrs
Σy	28 hrs	31 hrs	28 hrs	28 hrs	16.5 hrs	131.5 hrs	
\bar{y}	7 hrs	7.75 hrs	7 hrs	7 hrs	4.125 hrs		

Cuadro A-24. Análisis de varianza; variable dependiente: Reductasa

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	3	12.6375	4.2125	1.9221n.s	3.49	5.95
BLOQUES	4	31.70	7.925	3.6160*	3.26	5.41
ERROR	12	26.30	2.1916			
TOTAL	19	70.6375				

Prueba de Duncan

Cuadro A-25. Error típico de la diferencia Reductasa.

$$\text{ETD5\%} = t_{5\%} \sqrt{\frac{\text{CME}}{r}}$$

$$= 2.179 \sqrt{\frac{2.1916}{4}}$$

$$= 2.2809$$

$$\text{ETD1\%} = t_{1\%} \sqrt{\frac{\text{CME}}{r}}$$

$$= 3.055 \sqrt{\frac{2.1916}{4}}$$

$$= 3.1979$$

(P)	2	3	4	5
R=5%	1.00	1.05	1.08	1.09
R=1%	1.00	1.05	1.08	1.10
DMS 5%	2.2809	2.3949	2.4633	2.4862
DMS 1%	3.1979	3.3577	3.4537	3.5177

Cuadro A-26. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente de Reductasa (hrs)

	b2= 7.75	b1= 7.0	b3=7.0	b4= 7.0	b5= 4.13
b2=7.75	-----	0.75n.s	0.75n.s	0.75n.s	3.62**
b1=7.0	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	2.87**
b3=7.0	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	2.87**
b4=7.0	-----	-----	-----	0.0n.s	2.87**
b5=4.13	-----	-----	-----	-----	-----

S1= a

S2= a

S3= a

S4= a

S5= b

Cuadro A-27. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T1 Leche UES

SEMANAS	O	E	$\frac{(\mathbf{O}-\mathbf{E})^2}{\mathbf{O}}$
1	4 hrs	6hrs	1.0
2	7 hrs	6hrs	0.1428
3	7 hrs	6 hrs	0.1428
4	5 hrs	6 hrs	0.20
5	4 hrs	6 hrs	1.0
\bar{x}	5.4 hrs	6 hrs	2.4856n.s

Cuadro A-28. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T2 Leche Col. Molino.

SEMANAS	O	E	$\frac{(\mathbf{O}-\mathbf{E})^2}{\mathbf{O}}$
1	8	6	0.5
2	8	6	0.5
3	7	6	0.1428
4	7	6	0.1428
5	7	6	0.0
\bar{x}	7.2	6	1.2856n.s

Cuadro A-29. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T3 Leche Pasteurizada Dos Pinos.

SEMANAS	O	E	$\frac{(\mathbf{O}-\mathbf{E})^2}{\mathbf{O}}$
1	8	6	0.5
2	8	6	0.5
3	7	6	0.1428
4	8	6	0.5
5	6	6	0.0
\bar{x}	7.4	6	1.6428n.s

Cuadro A-30. Prueba de Chi Cuadrado Reductasa (hrs). T3 Leche Pasteurizada Salud.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	8	6	0.5
2	8	6	0.5
3	7	6	0.1428
4	8	6	0.5
5	0.5	6	60.5
\bar{x}	6.3	6	62.1428**

Cuadro A-31. Resultados del muestreo de Densidad (°C).

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 (UES)	1.028	1.032	1.029	1.030	1.032	5.151	1.030
T2 (MOLINO)	1.029	1.029	1.031	1.031	1.031	5.151	1.030
T3 (DOS PINOS)	1.027	1.031	1.032	1.032	1.031	5.153	1.031
T4 (SALUD)	1.029	1.029	1.029	1.030	1.031	5.148	1.029
Σy	4.113	4.121	4.121	4.123	4.125	20.603	
\bar{y}	1.028	1.030	1.030	1.030	1.031		

Cuadro A-32. Análisis de varianza; variable dependiente: Densidad (°C).

F de V	Gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	3	0.00000255	0.00000085	0.58n.s	3.49	5.95
BLOQUES	4	0.0000208	0.0000052	3.56*	3.26	5.41
ERROR	12	0.0000176	0.00000146			
TOTAL	19	0.000041				

Prueba de Duncan

Cuadro A-33. Error típico de la diferencia Reductasa.

$$ETD5\% = t5\% \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$\frac{\quad}{r}$$

$$= 2.179 \sqrt{2} (0.00000146)$$

$$\frac{\quad}{4}$$

$$= 0.00186$$

$$\text{ETD1\%} = t1\% \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$\frac{\quad}{r}$$

$$= 3.055 \sqrt{2} (0.00000146)$$

$$\frac{\quad}{4}$$

$$= 0.00261$$

(P)	2	3	4	5
R=5%	1.00	1.05	1.08	1.09
R=1%	1.00	1.05	1.08	1.10
DMS 5%	0.00186	0.00195	0.00201	0.00203
DMS 1%	0.00261	0.00274	0.00282	0.00287

Cuadro A-34. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente de Densidad (°C)

	S5=1.031	S2=1.030	S3=1.030	S4=1.030	S1=1.028
S5=1.031	-----	0.0010n.s	0.0010n.s	0.0010n.s	0.0030**
S2=1.030	-----	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s	0.0020n.s
S3=1.030	-----	----	0.0n.s	0.0n.s	0.0020n.s
S4=1.030	-----	----	----	0.0n.s	0.0020n.s
S1=1.028	-----	----	----	----	-----

S1= b

S2= ab

S3= ab

S4= ab

S5= a

Cuadro A-35. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T1 Leche UES.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	1.028	1.028	0.0
2	1.032	1.028	0.000015
3	1.029	1.028	0.00000097
4	1.030	1.028	0.0000038
5	1.032	1.028	0.000015
\bar{x}	1.030	1.028	0.000035n.s

Cuadro A-36. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T2 Leche Col. Molino.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	1.029	1.028	0.00000097
2	1.029	1.028	0.00000097
3	1.031	1.028	0.00000087
4	1.031	1.028	0.00000087
5	1.031	1.028	0.00000087
\bar{x}	1.030	1.028	0.000028n.s

Cuadro A-37. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T3 Leche Pasteurizada Dos Pinos.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	1.027	1.028	0.00000097
2	1.031	1.028	0.00000087
3	1.032	1.028	0.000015
4	1.032	1.028	0.000015
5	1.031	1.028	0.00000087
\bar{x}	1.031	1.028	0.000048n.s

Cuadro A-38. Prueba de Chi Cuadrado Densidad (°C). T4 Leche Pasteurizada Salud.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	1.029	1.028	0.00000097
2	1.029	1.028	0.00000097
3	1.029	1.028	0.00000097
4	1.030	1.028	0.00000038
5	1.031	1.028	0.00000087
\bar{x}	1.029	1.028	0.000015n.s

Cuadro A-39. Resultado de muestreo brucelosis (prueba de anillo).

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 (UES)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T2 (MOLINO)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T3 (DOS PINOS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T4 (SALUD)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σy	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
\bar{y}	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cuadro A-40. Resultados del muestreo de Coliformes Fecales.

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 (UES)	11.0	1.5	1.5	240	3.6	257.6	51.52
T2 (UES hervida)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	7.5	1.5
T3 (MOLINO)	7.4	3.6	23.0	93.0	1.5	128.5	25.7
T4(MOLINO hervida)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	7.5	1.5
T5 (DOS PINOS)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	7.5	1.5
T6 (SALUD)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	7.5	1.5
Σy	24.4	11.1	30.5	339	11.1	416.1	
\bar{y}	4.06	1.85	5.08	56.5	1.85		

Cuadro A-41. Análisis de varianza; variable dependiente: Coliformes Fecales.

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	5	10847.695	2169.539	1.181n.s	2.71	4.10
BLOQUES	4	13677.532	3419.383	1.861n.s	2.87	4.43
ERROR	20	36734.896	1836.745			
TOTAL	29	61260.123				

Prueba de Duncan

Cuadro A-42. Error típico de la diferencia de Coliformes Fecales.

$$\text{ETD5\%} = t_{5\%} \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$\frac{\quad}{r}$$

$$= 2.036 \sqrt{2} (1836.75)$$

$$\frac{\quad}{5}$$

$$= \mathbf{55.1865}$$

$$\text{ETD1\%} = t_{1\%} \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$\frac{\quad}{r}$$

$$= 2.845 \sqrt{2} (1836.75)$$

$$\frac{\quad}{5}$$

$$= \mathbf{77.1148}$$

(P)	2	3	4	5	6
R=5%	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12
R=1%	1.00	1.05	1.07	1.09	1.11
DMS 5%	55.1865	57.9458	59.6014	60.7052	61.8089
DMS 1%	77.1147	80.9704	82.5127	84.0550	85.5973

Cuadro A-43. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente:
Coliformes Fecales.

	S1=51.52	S3=25.7	S2=1.5	S4=1.5	S5=1.5	S6=1.5
S1=51.52	-----	25.82n.s	50.02n.s	50.02n.s	50.02n.s	50.02n.s
S3=25.7	-----	-----	24.2n.s	24.2n.s	24.2n.s	24.2n.s
S2=1.5	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s
S4=1.5	-----	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s
S5=1.5	-----	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s
S6=1.5	-----	-----	-----	-----	-----	0.0n.s

Cuadro A-44. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T1 Leche UES.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	11.0	3.0	5.8182
2	1.5	3.0	1.5
3	1.5	3.0	1.5
4	240.0	3.0	234.04
5	3.6	3.0	0.1
\bar{x}	51.52	3.0	242.96**

Cuadro A-45. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T2 Leche UES hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	1.5	3.0	1.5
2	1.5	3.0	1.5
3	1.5	3.0	1.5
4	1.5	3.0	1.5
5	1.5	3.0	1.5
\bar{x}	1.5	3.0	7.5n.s

Cuadro A-46. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T3 Leche Col. Molino.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	7.4	3.0	2.6162
2	3.6	3.0	0.1
3	23.0	3.0	17.3913
4	93.0	3.0	87.0968
5	1.5	3.0	1.5
\bar{x}	25.7	3.0	108.70**

Cuadro A-47. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T4 Leche Col. Molino hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(\mathbf{O}-\mathbf{E})^2}{\mathbf{O}}$
1	1.5	3.0	1.5
2	1.5	3.0	1.5
3	1.5	3.0	1.5
4	1.5	3.0	1.5
5	1.5	3.0	1.5
\bar{x}	1.5	3.0	7.5n.s

Cuadro A-48. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T5 Leche Pasteurizada Dos Pinos.

SEMANAS	O	E	$\frac{(\mathbf{O}-\mathbf{E})^2}{\mathbf{O}}$
1	1.5	3.0	1.5
2	1.5	3.0	1.5
3	1.5	3.0	1.5
4	1.5	3.0	1.5
5	1.5	3.0	1.5
\bar{x}	1.5	3.0	7.5n.s

Cuadro A-49. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Fecales. T6 Leche Pasteurizada Salud.

SEMANAS	O	E	$\frac{(\mathbf{O}-\mathbf{E})^2}{\mathbf{O}}$
1	1.5	3.0	1.5
2	1.5	3.0	1.5
3	1.5	3.0	1.5
4	1.5	3.0	1.5
5	1.5	3.0	1.5
\bar{x}	1.5	3.0	7.5n.s

Cuadro A-50. Resultados del muestreo de Coliformes Totales.

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 UES	200	200	360	400	1000	2160	432
T2 UES hervida	5	5	5	5	5	25	5
T3 MOLINO	600	100	90	100	300	1190	238
T4MOLINO hervida	5	5	5	5	5	25	5
T5 DOS PINOS	5	5	5	5	5	25	5
T6 SALUD	5	5	5	5	100	120	24
Σy	820	320	470	520	1415	3545	
\bar{y}	136.6	53.3	78.3	86.6	235.83		

Cuadro A-51. Análisis de varianza; variable dependiente: Coliformes Totales.

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	5	800694.15	160138.83	6.246**	2.71	4.10
BLOQUES	4	125820.00	31455.00	1.226n.s	2.87	4.43
ERROR	20	512760.02	25638.00			
TOTAL	29	1439274.167				

Prueba de Duncan

Cuadro A-52. Error típico de la diferencia de Coliformes Totales.

$$ETD5\% = t5\% \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$= \frac{2.036 \sqrt{2} (25638.0)}{5}$$

$$= 206.1816$$

$$ETD1\% = t1\% \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$= \frac{2.845 \sqrt{2} (25638.0)}{5}$$

$$= 288.1074$$

(P)	2	3	4	5	6
R=5%	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12
R=1%	1.00	1.05	1.07	1.09	1.11
DMS 5%	206.1816	216.4907	222.6761	226.7997	230.9234
DMS 1%	288.1074	302.5127	308.2749	314.0371	319.7992

Cuadro A-53. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente: Coliformes Totales.

	S1=432	S3=238	S6=24	S2=5	S4=5	S5=5
S1=432	-----	194.0n.s	408.0**	427.0**	427.0**	427.0**
S3=238	-----	-----	214.0n.s	233.0*	233.0*	233.0**
S6=24	-----	-----	-----	19.0n.s	19.0n.s	19.0n.s
S2=5	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s
S4=5	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s
S5=5	-----	-----	-----	-----	-----	-----

S1= a
S2= c
S3= ab
S4= c
S5= c
S6= bc

Cuadro A-54. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T1 Leche UES.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	200.0	10.0	180.5
2	200.0	10.0	180.5
3	360.0	10.0	340.28
4	400.0	10.0	380.25
5	1000.0	10.0	980.1
Σ	432	10.0	2061.63**

Cuadro A-55. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T2 Leche UES hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
\bar{X}	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-56. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T3 Leche Col. Molino.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	600.0	10.0	580.16
2	100.0	10.0	81.0
3	90.0	10.0	71.11
4	100.0	10.0	81.0
5	300.0	10.0	280.33
\bar{X}	238.0	10.0	1093.6**

Cuadro A-57. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T4 Leche Col. Molino hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
\bar{X}	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-58. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T5 Leche Pasteurizada Dos Pinos.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
\bar{x}	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-59. Prueba de Chi Cuadrado Coliformes Totales. T6 Leche Pasteurizada Salud.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	100.0	10.0	81
\bar{x}	24	10.0	101.0**

Cuadro A-60. Resultados del muestreo de Staphylococcus aureus.

TRATAMIENTO S	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 UES	1.8x10	8.0x10	2.2x10 ³	8.5x10 ³	2.4x10 ³	111100	22220
T2 UES hervida	5	5	5	5	5	25	5
T3 MOLINO	1.0x10 ²	1.0x10 ³	1.0x10 ³	1.0x10 ³	7.0x10 ²	2900	580
T4MOLINO hervida	5	5	5	5	5	25	5
T5 DOS PINOS	5	5	5	5	5	25	5
T6 SALUD	5	5	5	5	5	25	5
Σy	18120	80120	3220	9520	3120	114,100	
\bar{y}	3020	13353.3	536.6	1586.6	520		

Cuadro A-61. Análisis de varianza; variable dependiente: Staphylococcus aureus.

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	5	2036364167	407272833.3	2.243n.s	2.71	4.10
BLOQUES	4	709086666.7	177271666.7	0.97n.s	2.87	4.43
ERROR	20	3629949333	181497466.7			
TOTAL	29	6375400167				

Prueba de Duncan

Cuadro A-62. Error típico de la diferencia de Staphylococcus aureus.

$$ETD5\% = t_{5\%} \sqrt{2} \frac{CME}{r}$$

$$= 2.036 \sqrt{2} \frac{181497466.7}{5}$$

$$= 17,347.7459$$

$$ETD1\% = t_{1\%} \sqrt{2} \frac{CME}{r}$$

$$= 2.845 \sqrt{2} \frac{181497466.7}{5}$$

$$= 24,240.8335$$

(P)	2	3	4	5	6
R=5%	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12
R=1%	1.00	1.05	1.07	1.09	1.11
DMS 5%	17,347.7459	18,215.1332	222.6761	19,082.5204	19,429.4754
DMS 1%	24,240.8335	25,452.8751	25,937.6913	26,422.5085	26,907.3252

Cuadro A-63. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente: Staphylococcus aureus.

	S1=22220	S3=580	S2=5.0	S4=5.0	S5=5.0	S6=5.0
S1=22220	-----	21,649*	22,215*	22,215*	22,215*	22,215*
S3=580	-----	-----	575n.s	575n.s	575n.s	575n.s
S2=5.0	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s
S4=5.0	-----	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s
S5=5.0	-----	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s
S6=5.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----

S1= a
 S2= b
 S3= b
 S4= b
 S5= b
 S6= b

Cuadro A-64. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T1 Leche UES.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	18000	10.0	17980.01
2	80000	10.0	79980.00
3	2200	10.0	2180.05
4	8500	10.0	8480.01
5	2400	10.0	2380.04
	22220	10.0	111000.11**

Cuadro A-65. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T2 Leche UES hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-66. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T3 Leche Col. Molino.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	100.0	10.0	81.0
2	100.0	10.0	81.0
3	100.0	10.0	980.10
4	1000.0	10.0	980.10
5	700.0	10.0	680.14
Σ	580.0	10.0	2802.34**

Cuadro A-67. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T4 Leche Col. Molino hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
Σ	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-68. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T5 Leche Pasteurizada Dos Pinos.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
Σ	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-69. Prueba de Chi Cuadrado Staphylococcus aureus. T6 Leche Pasteurizada Salud.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	5.0	10.0	5.0
2	5.0	10.0	5.0
3	5.0	10.0	5.0
4	5.0	10.0	5.0
5	5.0	10.0	5.0
Σ	5.0	10.0	25.0**

Cuadro A-70. Resultados del muestreo de Escherichia Coli.

TRATAMIENTOS	SEMANAS					Σx	\bar{x}
	S1	S2	S3	S4	S5		
T1 UES	11.0	1.5	1.5	240	3.6	257.6	51.52
T2 UES hervida	0	1.5	1.5	1.5	1.5	6	1.2
T3 MOLINO	7.4	3.6	23.0	93.0	1.5	128.5	25.7
T4 MOLINO hervida	0	1.5	1.5	1.5	1.5	6	1.2
T5 DOS PINOS	0	1.5	1.5	1.5	1.5	6	1.2
T6 SALUD	0	1.5	1.5	1.5	1.5	6	1.2
Σy	18.4	11.1	30.5	339	11.1	410.10	
\bar{y}	3.06	1.85	5.08	56.5	1.85		

Cuadro A-71. Análisis de varianza; variable dependiente: Escherichia Coli.

F de V	gl	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
TRATAMIENTOS	5	10996.735	2199.347	1.20 n.s	2.71	4.10
BLOQUES	4	13799.972	3449.993	1.88 n.s	2.85	4.43
ERROR	20	36619.651	1830.983			
TOTAL	29	61416.363				

Prueba de Duncan

Cuadro A-72. Error típico de la diferencia de Escherichia Coli.

$$\text{ETD5\%} = t_{5\%} \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$\frac{\quad}{r}$$

$$= 2.036 \sqrt{2} \text{ (1830.983)}$$

$$\frac{\quad}{5}$$

$$= \mathbf{55.0998}$$

$$\text{ETD1\%} = t_{1\%} \sqrt{2} \text{ (CME)}$$

$$\frac{\quad}{r}$$

$$= 2.845 \sqrt{2} \text{ (1830.983)}$$

$$\frac{\quad}{5}$$

$$= \mathbf{76.9936}$$

(P)	2	3	4	5	6
R=5%	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12
R=1%	1.00	1.05	1.07	1.09	1.11
DMS 5%	55.0998	57.8548	59.5078	60.6098	61.7118
DMS 1%	76.9936	80.8433	82.3832	83.9230	85.4629

Cuadro A-73. Diferencias de medias entre tratamientos; variable dependiente: Escherichia Coli.

	S1=51.52	S3=25.7	S2=1.2	S4=1.2	S5=1.2	S6=1.2
S1=51.52	-----	25.82*	50.32n.s	50.32n.s	50.32n.s	50.32n.s
S3=25.7	-----	-----	24.5n.s	24.5n.s	24.5n.s	24.5n.s
S2=1.2	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s	0.0n.s
S4=1.2	-----	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s
S5=1.2	-----	-----	-----	-----	0.0n.s	0.0n.s
S6=1.2	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Cuadro A-74. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T1 Leche UES.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	11.0	3.0	5.8182
2	1.5	3.0	1.50
3	1.5	3.0	1.50
4	240.0	3.0	234.0375
5	3.6	3.0	0.10
\bar{x}	51.52	3.0	242.9557**

Cuadro A-75. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T2 Leche UES hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.0	3.0	0.0
2	1.5	3.0	1.5
3	1.5	3.0	1.5
4	1.5	3.0	1.5
5	1.5	3.0	1.5
\bar{x}	1.2	3.0	6.0n.s

Cuadro A-76. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T3 Leche Col. Molino.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	7.4	3.0	2.6162
2	3.6	3.0	0.10
3	23.0	3.0	15.3846
4	93.0	3.0	87.0967
5	1.5	3.0	1.50
\bar{x}	25.7	3.0	106.6975**

Cuadro A-77. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T4 Leche Col. Molino hervida.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.0	3.0	0.0
2	1.5	3.0	1.50
3	1.5	3.0	1.50
4	1.5	3.0	1.50
5	1.5	3.0	1.50
\bar{X}	1.2	3.0	6.0n.s

Cuadro A-78. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T5 Leche Pasteurizada Dos Pinos.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.0	3.0	0.0
2	1.5	3.0	1.50
3	1.5	3.0	1.50
4	1.5	3.0	1.50
5	1.5	3.0	1.50
\bar{X}	1.2	3.0	6.0n.s

Cuadro A-79. Prueba de Chi Cuadrado Escherichia Coli. T6 Leche Pasteurizada Salud.

SEMANAS	O	E	$\frac{(O-E)^2}{O}$
1	0.0	3.0	0.0
2	1.5	3.0	1.50
3	1.5	3.0	1.50
4	1.5	3.0	1.50
5	1.5	3.0	1.50
\bar{X}	1.2	3.0	6.0n.s