

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y
MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE BOVINA DE TRES
PRINCIPALES PEQUEÑOS PRODUCTORES DE SANTA ANA
MIXTAN DEL PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCIÓN ,
ESCUINTLA, GUATEMALA**

WENDY ABIGAIL JIMENEZ JUÁREZ

GUATEMALA, FEBRERO DE 2005

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y
MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE BOVINA DE TRES
PRINCIPALES PEQUEÑOS PRODUCTORES DE SANTA ANA
MIXTAN DEL PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCIÓN ,
ESCUINTLA, GUATEMALA**

TESIS

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

POR

WENDY ABIGAIL JIMÉNEZ JUÁREZ

Al conferírsele el Título Académico de

Médico Veterinario

Guatemala, febrero 2005

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

DECANO	Dr. M.V. MARIO LLERENA QUAN
SECRETARIA	Dr. M.V. BEATRIZ SANTIZO
VOCAL PRIMERO	Dr. M.V. YERI VELIZ
VOCAL SEGUNDO	Dr. M.V. FREDY GONZALEZ
VOCAL TERCERO	Dr. M.V. EDGAR BAILY
VOCAL CUARTO	Br. ESTUARDO RUANO
VOCAL QUINTO	Br DANIEL BARRIOS

ASESORES

Dr. Fredy Gonzalez
Dr. Willson Valdez
Dra. Blanca de Romillo

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

CUMPLIENDO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE BOVINA DE TRES PRINCIPALES PEQUEÑOS PRODUCTORES DE SANTA ANA MIXTAN DEL PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCIÓN , ESCUINTA, GUATEMALA

QUE ME FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA PREVIO A OPTAR AL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS:** Por darme la vida y ser mi fortaleza, por amarme y haberme dado la oportunidad de llegar hasta donde estoy.
- A MIS PADRES:** Noemy Juárez Morales (Q.E.P.D) y Sinar Leonel Jiménez Paredes,
Por todo su amor, dedicación y apoyo incondicional que siempre me dieron la fuerza para seguir adelante y luchar por mis sueños.
- ABUELITOS:** Hortensia Morales
Manuel Juárez (Q.E.P.D)
Ofelia Paredes (Q.E.P.D)
Eduardo Jiménez (Q.E.P.D)
Por todo su amor, apoyo y ser un ejemplo de lucha.
- A MIS TIOS Y PRIMOS:** Por todo ese cariño y apoyo que siempre me han brindado.
- A MIS ASESORES:** Por su amistad, cariño y dedicación para la realización del presente trabajo.
- A MIS PADRINOS:** Por su amistad, cariño y ejemplo.
- A MIS AMIGOS:** Por su amistad , apoyo y todos los buenos momentos que hemos compartido.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MI MADRE

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A LA FAMILIA SUMOZA Y SAGASTUME, SANTA ANA MIXTAN
PARCELAMIENTO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MECIDINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A MIS CATEDRÁTICOS Y AMIGOS

A MIS ASESORES

DR. FREDY GONZALES

DR. WILLSON VALDEZ

DRA. BLANCA DE ROMILLO

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

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo General	4
3.2 Objetivos Específicos	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Definición de la leche fluida	5
4.2 Composición y características de la leche bovina	5
4.2.1 Agua	6
4.2.2 Materia grasa	6
4.2.3 Sólidos totales y sólidos no grasos	7
4.2.4 Proteínas	8
4.2.5 Lactosa	8
4.2.6 Sales de la leche	9
4.2.7 Enzimas	9
4.2.8 Vitaminas	9
4.2.9 Gases	10
4.2.10 Ácidos orgánicos	10
4.2.11 Sustancias extrañas	10
4.3 Componentes inmunes	11
4.4 Propiedades físico-químicas	11
4.4.1 Densidad	12
4.4.2 Punto de ebullición y punto de congelación	12
4.4.3 Crioscopia de la leche	12
4.4.4 pH de la leche	13
4.5 Microbiología de la leche	14
4.5.1 Recuento de células somáticas	15
4.6 Contaminación de la leche	15
4.6.1 Fuentes de contaminación de la leche cruda	16
4.6.1.1 El animal	16
4.6.1.2 Aire	17
4.6.1.3 Agua	17
4.6.1.4 Suelo	17
4.6.1.5 El ordeñador	17
4.6.1.6 Estiércol	18
4.6.1.7 Utensilios y transporte	18

4.7	Calidad de la leche cruda	19
4.8	Factores que afectan la leche y su composición	20
4.8.1	Genéticos	21
4.8.1.1	Raza	21
4.8.1.2	Características individuales	21
4.8.2	Fisiológicos	21
4.8.2.1	Fase de lactación	21
4.8.2.2	Calostro	22
4.8.2.3	Duración del período seco	22
4.8.2.4	Edad de la vaca	22
4.8.2.5	Mastitis	22
4.8.3	Ambientales	23
4.8.3.1	Nutrición	23
4.8.3.2	Clima	23
4.8.3.3	Sistema de ordeño	23
4.8.3.4	Otros factores	24
4.9	El ordeño	25
4.9.1	Ordeño manual	25
4.9.2	Ordeño mecánico	26
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
5.1	Recursos humanos	27
5.2	Recursos de campo	27
5.3	Recursos de laboratorio	27
5.4	Centros de referencia	28
5.5	Área de estudio	28
5.6	Diseño del estudio	28
5.7	Muestreo	28
5.8	Procesamiento de laboratorio	29
5.8.1	Métodos físicos	29
5.8.2	Métodos químicos	29
5.8.3	Métodos microbiológicos	30
VI.	ANÁLISIS DE DATOS	30
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
VIII.	CONCLUSIONES	33
IX.	RECOMENDACIONES	34
X.	RESUMEN	35
XI.	ANEXOS	36
XII.	BIBIOGRAFIA	46

I. INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los productos naturales más valiosos y más antiguos que constituyen parte de la cadena alimenticia. Los productos alimenticios son sustancias destinadas a satisfacer las necesidades nutritivas o a ser consumidos por placer. Como producto de consumo humano es sumamente importante que cumpla con características y normas sanitarias adecuadas que eviten comprometer la salud de sus consumidores.

El producto proveniente de las explotaciones lecheras toma diferentes destinos: la que se canaliza a las plantas formalmente establecidas, la que va en forma directa al consumidor y aquella que se canaliza a la industria informal (productos artesanales). Para identificar de donde proviene esta leche, es importante identificar que el hato bovino nacional se divide en tres tipos según el destino principal de la producción: a) ganadería vacuna de crianza y engorde, b) ganadería especializada en producción de leche y c) ganadería denominada de doble propósito (carne y leche). Por lo que en nuestro medio alto porcentaje de leche proviene de la ganadería de doble propósito.

Con el presente estudio se determinó la importancia de establecer a través de pruebas específicas, la calidad microbiológica y características físico-químicas de la leche cruda de tres principales pequeños productores.

El Parcelamiento de Nueva Concepción cuenta con aproximadamente un 70% en producción pecuaria principalmente la ganadería de doble propósito, tal es el caso de Santa Ana Mixtan, en donde actualmente algunos productores lecheros han ido mejorando tanto el manejo nutricional y genético de su ganado bovino para la obtención de una mejor producción de leche. Lamentablemente un 98% de estos pequeños productores distribuyen su producto a través de intermediarios los cuales no les exigen calidad sino simplemente cantidad, castigándolos a través de los precios, ya que son sumamente bajos, más en la época de invierno en donde muchas veces los productores prefieren dejar la leche para las crías del ganado y no venderla.

Esta investigación tuvo como propósito principal, el de conocer la calidad de leche bovina de dichos productores y así encontrar soluciones a sus problemas y la manera de mejorar los precios de su leche a través de una posible venta directa con la industria artesanal de productos lácteos, cercanos al lugar ; ya que esto representa un ingreso fijo para muchas familias, ayudando así, a contribuir a la economía de dicha región.

II. HIPÓTESIS

La calidad de la leche bovina producida por tres principales pequeños productores de Santa Ana Mixtan del Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla es de alta calidad, basada en las características físico-químicas y microbiológicas indirectas.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la calidad de leche bovina producida por tres principales pequeños productores en Santa Ana Mixtan del Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla.

3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar la calidad físico-química de leche bovina producida por tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla; en base a la determinación de la densidad, materia grasa, sólidos totales y punto de congelación.
2. Evaluar la calidad bacteriológica de la leche bovina producida por tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla en forma indirecta a través de la prueba de acidez y reductasa.
3. Evaluar los factores de manejo utilizadas al ordeño, en relación a los valores microbiológicos, a través de la pruebas indirectas de la leche bovina producida por tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 DEFINICIÓN DE LA LECHE FLUIDA

La leche es el líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras, tanto del ser humano como de los animales mamíferos, cuyo fin principal, es servir de alimento al recién nacido (2,18)

Por lo que, la leche cruda es el producto obtenido por uno o más ordeños manuales o mecánicos de la ubre y al que no se ha añadido ni sustraído nada. Esta se puede considerar un líquido blanco y opaco, con un sabor característico, puro, fresco y ligeramente dulzón, así como un olor igualmente característico y puro (18)

4.2 COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE BOVINA

La leche se puede considerar un líquido blanco y opaco, aunque puede presentar también una tonalidad ligeramente amarillenta, sobre todo cuando las vacas consumen pastos. Debe tener un sabor característico, puro, fresco y ligeramente dulzón, así como un olor igualmente característico y *sui generis*. Debe tener una consistencia homogénea y carecer de grumos y otras impurezas (18)

Su composición y sus caracteres organolépticos (olor color sabor) varían considerablemente a lo largo de la duración del período de lactación. La leche que produce la vaca en los 7 días sucesivos al parto se denomina calostro o leche calostrual. El calostro es una leche ligeramente viscosa, salada y de color desde amarillento hasta parduzco, que coagula al ser hervida (2,18,21)

Tabla 1: Composición de la leche de diferentes especies (por cada 100 gramos)
(12)

Nutriente	Vaca	Búfalo	Humano
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, gr.	3,2	3,7	1,0
Grasa, gr.	3,4	6,9	4,4
Lactosa, gr.	4,7	5,2	6,9
Minerales, gr.	0,72	0,79	0,20

La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores. Aún así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido algún adulteración en la composición de la leche (12)

4.2.1 Agua

El agua es el componente principal de la leche, siendo su función esencial la de actuar como disolvente de los demás componentes (18,21)

Es así que el cloro, sodio y potasio están en dispersión iónica, la lactosa y parte de la albúmina en dispersión molecular, la caseína y fosfatos en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión (14)

4.2.2 Materia grasa

Está compuesta de una mezcla de triglicéridos que contienen más de diez y siete ácidos grasos y sustancias asociadas tales como las vitaminas A, D, E y K, y fosfolípidos como la cefalina y lecitina. De todos los componentes es la que más varía. Oscila entre el 3.2 y el 6%. Estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada para obtener las distintas razas de vacuno.

Además se debe a la diferente alimentación, alojamiento, estado sanitario y a las características individuales de las vacas lecheras (18,14)

La grasa de la leche se diferencia de otras grasas animales, en especial de las grasas corporales, entre otras cosas por poseer muchos más tipos de ácidos grasos; sobre todo es más rica en ácidos grasos insaturados (18)

La determinación de la grasa es de gran importancia ya que:

- ⇒ Este parámetro influye en el precio a pagar por litro de leche.
- ⇒ Permite determinar si una muestra de leche cumple con los valores legales establecidos.
- ⇒ Su valor es necesario conocerlo para estandarizar la leche a los valores requeridos para la elaboración de derivados. Para tener valores de referencia para la selección genética de los rebaños (9)

Los métodos utilizados para la determinación de grasa en leche y derivados pueden clasificarse dentro de tres grupos:

- ⇒ Métodos volumétricos
- ⇒ Métodos gravimétricos
- ⇒ Métodos instrumentales (9,18)

4.2.3 Sólidos totales y sólidos no grasos

El porcentaje promedio de sólidos totales es de 12,7% representados por la grasa en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Los componentes sólidos no grasos representan en promedio 8,7%. El peso específico de la leche aumenta proporcionalmente con el porcentaje de sólidos no grasos y disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa. El aguado y la adición de crema tiende a disminuir esta propiedad, mientras que la separación de la grasa láctea la aumenta. La leche descremada, por lo tanto, tiene mayor densidad que la leche integral (9)

La determinación de sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (SNG) es de importancia para:

- ⇒ Determinar si una muestra cumple con los requisitos legales establecidos.
- ⇒ Dicho valores combinados con la información lactométrica y otras pruebas complementarias permite establecer si una leche se encuentra adulterada.
- ⇒ Establecer el rendimiento de la leche para la elaboración de productos lácteos (queso, yogurt, leche en polvo, etc.)
- ⇒ Tener valores de referencia para la selección genética de los rebaños (9)

4.2.4 Proteínas

El contenido de proteínas depende fundamentalmente de la alimentación y oscila entre el 3 y 3.6%. Es necesario someter este parámetro a un constante control, sobre todo en las fábricas de queso, debido a que el consumo de materia viene determinado, en gran parte, por el contenido proteico de la leche. Los componentes estructurales básicos de las proteínas son los aminoácidos. Frecuentemente se hace la clasificación de las proteínas de la leche en base a los componentes obtenidos por el método de separación fraccionada. Este método distingue entre caseína, albúmina y globulina (14,18)

4.2.5 Lactosa

Los glúcidos de la leche están compuestos esencialmente por lactosa y algunos otros azúcares en pequeñas cantidades, como glucosa (0.1%) y la galactosa (2)

La lactosa, es el carbohidrato característico de la leche, es un disacárido, este juega un papel tecnológicamente importante en los procesos de acidificación de la leche (elaboración de productos de la leche ácida, maduración de la nata) ya que representa el substrato nutritivo para las bacterias lácticas (18)

4.2.6 Sales de la leche

Todos los componentes de la leche que estén presentes en forma de iones o que son ionizables (excepto iones hidroxílicos y los de hidrógeno). Se incluyen aparte de los iones de las sales orgánicas e inorgánicas, también las proteínas, ya que sus grupos ionizable pueden formar sales al unirse con los cationes (18)

Las sustancias salinas se determinan generalmente a partir de las cenizas. El contenido en sales depende de la raza, de la fase de lactación, del estado de salud (alteraciones endocrinas, por ejemplo pueden modificar considerablemente la proporción de sales) y sobre todo del aporte mineral que contenga el alimento de las vacas. Los procesos infecciosos que afectan a las ubres producen alteraciones muy evidentes del contenido en sales de la leche (2,18,21)

4.2.7 Enzimas

Las enzimas o diastasas son biocatalizadores secretados por las células vivas y son de compleja estructura y de elevado peso molecular formados por una proteína (apoenzima) y por un grupo activo (grupo prostético) llamado coenzima (2,18)

Las enzimas presentes en la leche provienen en partes de la sangre y llegan a través de la formación de las células glandulares de la mama por secreción a la leche. Otra parte de enzimas provienen del metabolismo de los microorganismos que han llegado a la leche (enzimas bacterianas). La acción de las enzimas es muy específica y depende fundamentalmente de la temperatura y del valor del pH. A la temperatura relativamente baja se inhibe su acción, pero no se anula. Las altas temperaturas (70-85 °C) destruyen la mayor parte de las enzimas. El óptimo (la temperatura más favorable) se halla entre 30°C y los 40°C (14,18)

4.2.8 Vitaminas

Las vitaminas son producidas fundamentalmente por las plantas bajo la influencia de la luz solar. En el ser humano y en los animales tienen la función de biocatalizador indispensables para el mantenimiento y el incremento de la sustancia celular y para garantizar las funciones orgánicas de mantenimiento (18)

Actúan a ínfimas concentraciones por lo que no proporcionan energía. Estas son aportadas al organismo por los alimentos o se sintetizan a partir de sus precursores (pro vitaminas) contenidos en éstos. El contenido de vitaminas de la leche cruda depende fundamentalmente de la alimentación y del estado de salud de los animales. Los tratamientos y transformaciones a los que se somete la leche pueden rebajar algo su contenido vitamínico (2,18)

Entre las principales vitaminas tenemos: Vitamina A (retinol), Provitamina (caroteno), Vitamina D, E, K, Ácido pantoténico, Acido fólico y nicotinamida (14,18)

4.2.9 Gases

Poco después del ordeño, la leche contiene aproximadamente un 5-10% en volumen de anhídrido carbónico, un 2-3% en volumen de nitrógeno y un 0.5-1% en volumen de oxígeno. La formación de espuma durante el ordeño a mano se debe, a que se escapan aproximadamente la mitad de los gases. En el transcurso del almacenamiento posterior se reduce aún más el contenido de gases (14,18)

4.2.10 Ácidos orgánicos

La leche contiene de una forma natural ácido cítrico (aproximadamente 2.45 g por Kg. de leche). El ácido láctico, el ácido butírico y en la fermentación de la lactosa por los microorganismos (18)

4.2.11 Sustancias extrañas

El amplio uso de productos químicos que se hace a nivel agrícola para combatir las plagas, proteger los cultivos y para evitar las enfermedades del ganado (productos quimioterapéuticos), provoca que estas sustancias o sus metabolitos estén presentes en la leche. La contaminación por estas sustancias extrañas no solo puede ocasionar daños a las personas y a los animales, sino que también pueden alterar los procesos tecnológicos de la leche (18,21)

4.3 COMPONENTES INMUNES

La leche posee proteínas llamadas inmunoglobulinas que son una de las principales defensas contra los organismos infecciosos (virus, bacterias, etc.). Las concentraciones de inmunoglobulinas son especialmente altas en el calostro, la leche que se produce en el comienzo de la lactancia (14)

Las inmunoglobulinas no se producen en el tejido mamario pero se transfieren directamente del suero sanguíneo a la leche. El ternero puede absorber las inmunoglobulinas mejor inmediatamente después del nacimiento, con la capacidad de absorción decreciendo a casi cero a las 36 horas de edad. Esto se debe a que el ternero no produce cantidades importantes de ácido clorhídrico en su mucosa gástrica en las primeras 12 horas de vida, de manera que las inmunoglobulinas no se dañan (14)

El calostro debe ser suministrado al ternero lo más pronto posible luego del nacimiento. Esto, como mínimo, duplicará las oportunidades de sobrevivencia del lactante. Las inmunoglobulinas del calostro son estables en el torrente circulatorio del ternero por 60 días, otorgando protección hasta que el propio sistema inmune es funcional (14,18)

El calostro es de vital importancia para el ternero recién nacido, pero también carece de valor comercial y no es aceptado dentro de la colección de leche para consumo humano, de manera que la leche producida por la vaca luego de parir no debe incluirse dentro de la leche para venta de tres a cuatro días. El calostro puede almacenarse congelado para dárselo a otros terneros (14)

4.4 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Las propiedades físico-químicas de una sustancia resultan de su composición y estructura. Las propiedades estructurales de una sustancia se traducen sobre todo en su textura. La textura responde a cómo se caracterizan, fundamentalmente por métodos sensoriales pero también reológicos y ópticos, las propiedades estructurales del producto alimenticio (18)

La reología es la ciencia que estudia las deformaciones, incluido el flujo, que provocan las fuerzas mecánicas en los cuerpos fluidos y sólidos. Los métodos ópticos se basan sobre todo en la utilización de las técnicas de microscopía (18)

Las características físico-químicas de la leche dependen fundamentalmente de la concentración y del grado de distribución de las partículas de sus componente (2,18)

4.4.1 Densidad

La densidad se define como la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Dependiendo de la naturaleza y de la cantidad de partículas en emulsión, en disolución coloidal o en disolución verdadera que contenga, la densidad de la leche oscilará entre 1.027 y 1.035 g/cm³. Cuando se incrementa el contenido de grasa disminuye la densidad; por lo contrario, cuando aumentan las proteínas, la lactosa o las sales minerales se eleva la densidad (2,18)

La adulteración de la leche por desnatado o por dilución con leche desnatada aumenta la densidad mientras que el aguado la disminuye (2)

Para la determinación rápida de la densidad de la leche se recurre frecuentemente al lactodensímetro (17,18)

4.4.2 Punto de ebullición y punto de congelación

El punto de ebullición de la leche está entre (100.2 y 100.5 °C), más elevado que el agua pura(100.0), debido a que las sustancias en disolución verdadera que contiene azúcar y sales hacen que disminuya la tensión de vapor del líquido. Para que la presión del vapor tenga el mismo valor que la presión exterior, se necesita una temperatura más elevada (2,18)

El punto de congelación es muy constante, oscilando entre -0.53 y -0.55°C. La determinación de este índice permite detectar en la leche un aguado a partir del 3% (2)

Este también puede alterarse por un aumento o descenso de contenido de gases de la leche, por la descomposición de la lactosa y por la modificación del pH (17,18)

4.4.3 Crioscopia de la leche

La leche por poseer numerosas sustancias en solución, tiene un punto de congelación inferior al del agua. Su valor promedio es de -0,545 °H y se considera una constante fisiológica que solamente varía dentro de límites muy reducidos (-0,535 a -0,550 °H),

porque depende de la presión osmótica de la secreción láctea, la cual en condiciones normales se mantiene constante, por depender a su vez de la presión osmótica de la sangre. El descenso crioscópico normal observado en la leche se debe principalmente a la lactosa y sales minerales que se encuentra en solución. La grasa y las proteínas no influyen significativamente sobre esta propiedad. En cambio la acidificación debida a la fermentación de la lactosa, si aumenta el descenso crioscópico por la formación de un mayor número de moléculas de soluto originadas en el proceso fermentativo (8)

Cuando se le agrega agua a la leche, se diluyen sus solutos y el punto de congelación aumenta, acercándose al del agua. El aumento en el punto de congelación es proporcional a la cantidad de agua adicionada (8)

4.4.4 pH de la leche

La acidez química de la leche tiene una importancia extraordinaria para la industria lechera. El pH (acidez activa) de una leche normal varía entre 6.2 y 6.8 pero la mayoría de las leches tienen un pH comprendido entre 6.4 y 6.6. El calostro es más ácido que la leche normal, mientras que la leche del final de lactación y de las vacas enfermas tienen un pH más elevado (2,17,18)

Todos los fenómenos microbiológicos que tienen lugar durante la formación de la mantequilla y la precipitación de las proteínas, así como el éxito de la pasteurización, dependen de la naturaleza y del grado de acidez (18)

Para expresar la acidez de la muestra en porcentaje de ácido láctico, en Estados Unidos y Latinoamérica % Ácido láctico en Grados Atecal y en Europa, Grados Soxhlet-Henkel o grados Dornic. (6)

4.5 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE

En lactología se aplican los conocimientos microbiológicos con tres finalidades: La primera, prevenir e impedir la transmisión de bacterias patógenas vehiculadas por la leche y los productos lácteos para proteger la salud de los consumidores. La segunda, prevenir y reducir el desarrollo de las bacterias indeseables en la leche y los productos lácteos para impedir su alteración. La tercera, favorecer y dirigir el desarrollo de las bacterias útiles en algunos productos lácteos como los fermentados (2)

En la leche los microorganismos importantes se clasifican en: bacterias, levaduras y mohos. Los factores ambientales tales como la temperatura, el pH y el oxígeno del aire, aparte de los nutrientes y el agua como elemento disolvente, juegan un importante papel para el crecimiento, la reproducción y el metabolismo de estos organismos. Sobre todo influye la temperatura como factor regulador sobre su desarrollo (18)

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

La leche obtenida de una vaca sana contiene entre 100 y 10,000 gérmenes por ml, la población media 1,000. Durante el ordeño las primeras fracciones de leche están generalmente más contaminadas que el resto; la leche del final del ordeño puede ser 5 veces menor que la del principio; por lo que el canal del pezón puede ser una importante fuente de contaminación (2,18)

Algunas decenas de miles de gérmenes por ml llegan a la leche procedentes del ambiente que rodea al animal (aire, alimento, estiércol, etc.) y la presencia de otra decenas de miles y hasta millones de gérmenes se debe a una insuficiente limpieza del ordeñador, las instalaciones de ordeño, de las tuberías y de los medios de transporte. Si se mantiene la temperatura de la leche a la temperatura a la cual sale de la ubre, se observa, que a los 20-40 minutos ya se ha doblado el número de gérmenes. Por esta razón es más conveniente mantener una temperatura de almacenamiento de 8-10°C (18)

La Comisión Guatemalteca de Normas, establece que la leche fresca de vaca se clasificará, según sus características microbiológicas en las siguientes clases (5)

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

Fuente: COGUANOR NGO 34040

4.5.1 Recuento de células somáticas

El recuento de células somáticas (RCS) estima la inflamación de la glándula mamaria. El RCS cuenta el número de neutrófilos que pasan a la leche como consecuencia de la infección. Una inflamación de la glándula mamaria por leve que esta sea va a repercutir negativamente en la producción. Además la presencia de antibióticos, contaminación bacteriana o de un RCS alto afecta negativamente a la calidad de la leche, a su estabilidad ante los tratamientos térmicos de pasteurización (15)

4.6 CONTAMINACIÓN DE LA LECHE

Los diferentes microorganismos alcanzan la leche por dos vías principales: la vía mamaria y el medio externo (13)

1. **Contaminación vía Mamaria:** Los microorganismos que pueden alcanzar la ubre, igualmente pueden llegar a contaminar la leche antes o después del ordeño. Estos microorganismos pueden alcanzar la leche por vía mamaria ascendente o mamaria descendente. Por **vía ascendente** lo hacen bacterias que se adhieren a la piel de la ubre y posterior al ordeño entran a través del esfínter del pezón (*Staphilococcus aureus*, *Streptococcus spp*, Coliformes). La **vía descendente** o hematogena la utilizan los microorganismos que pueden causar enfermedad sistémica o tienen la propiedad de movilizarse por la sangre y a través de los capilares mamaros llegar a infectar la ubre (*Salmonella spp*, *Brucella spp*, *Mycobacterium tuberculosis*) (13)

2. **Medio externo:** la contaminación de la leche puede ocurrir una vez que esta ha sido extraída de la glándula mamaria. Los utensilios, tanques de almacenamientos, transportes e incluso el personal que manipula la leche, son fuentes de contaminación de microorganismos que utilizan esta vía, que en algunos casos son las más abundantes, causantes de grandes pérdidas en la calidad del producto (13)

4.6.1 Fuentes de contaminación de la leche cruda

Las principales fuentes de contaminación de la leche cruda son:

4.6.1.1 *El animal*

Teóricamente la leche al salir del pezón debería ser estéril, pero siempre contiene de 100 a 10.000 bacterias/ml, una baja carga microbiana que puede no llegar a multiplicarse si la leche es manipulada adecuadamente. Los microorganismos pueden entrar por vía mamaria ascendente a través del esfínter del pezón, es por ello que cualquier lesión que afecte la integridad del mismo, facilitara un aumento en la contaminación. La leche puede también contaminarse al salir por medio de pelos o sucio que se desprenden de los animales. La ubre está en contacto con el suelo, heno y cualquier superficie donde las vacas se echen, de allí que los pezones sean considerados como una fuente importante de esporas bacterianas. En animales enfermos, (vacas con mastitis) aumenta el número de microorganismos en leche (13)

ORIGEN DE LOS MICROORGANISMOS DE LA LECHE

Origen	Numero de bacterias/ml
Salida del pezón	500-1000
Equipo de ordeño	1000-10000
Tanque de refrigeración	5000-20000

Fuente: Amiot, J. 1991.

4.6.1.2 Aire

El aire representa uno de los medios más hostiles para la supervivencia de los microorganismos debido a la constante exposición al oxígeno, cambios de temperatura y humedad relativa, radiación solar, etc. Es por ello que solo aquellos microorganismos resistentes podrán ser capaz de permanecer en el aire y llegar a contaminar los alimentos. Los microorganismos Gram negativos mueren rápidamente mientras que los Gram positivos y aquellos esporulados pueden persistir por largo tiempo. En el aire se pueden encontrar *Micrococcus spp.*, *Streptomyces spp.* y esporas de mohos como *Penicillium spp.* y *Aspergillus spp.* Las levaduras raramente se encuentran en suspensiones aéreas. (13)

4.6.1.3 Agua

El agua utilizada para la limpieza de los equipos y utensilios de ordeño, la higiene del animal y del personal, debe ser lo más limpia posible. El agua puede ser una fuente importante de microorganismos psicrófilos (*Pseudomonas*) y por contaminación de esta, de bacterias coliformes (13)

4.6.1.4 Suelo

El suelo es la principal fuente de microorganismos termodúricos y termófilos. La leche nunca entra en contacto con el suelo pero si los animales, utensilios y personal, de manera que es a través de ellos que los microorganismos telúricos (*Clostridium spp.*) pueden alcanzar a contaminar la leche (13)

4.6.1.5 El ordeñador

El ordeñador puede llegar a jugar un papel importante en la contaminación de la leche, sobre todo cuando el ordeño es manual. En nuestro medio es frecuente observar como el personal encargado del ordeño no se lava las manos y peor aún se las humedece en la misma leche para lograr lubricación que facilite el ordeño (20,21)

En general, el personal responsable del ordeño no constituye desde el punto de vista cuantitativo una fuente de contaminación de la leche. Sin embargo, cualitativamente esta posibilidad de contaminación es de gran importancia. Se han encontrado muchas bacteria

patógenas procedentes del ordeñador (difteria, tuberculosis, escarlatina, infecciones respiratorias). Además de las bacterias, los virus de origen humano también pueden llegar a la leche (poliomielitis, hepatitis, paperas, rubéola, herpes, influenza). Afortunadamente la pasteurización inactiva por completo la mayoría de estos virus a excepción de algunas cepas que pueden sobrevivir. Las heridas infectadas en manos y brazos pueden ser fuentes de algunos de estos microorganismos (13,21)

4.6.1.6 Estiércol

El estiércol es la fuente principal de microorganismos coliformes, estos pueden alcanzar la leche a través del animal o del ordeñador así como también por medio de los utensilios mal higienizados (13)

4.6.1.7 Utensilios y Transporte

El contacto de la leche con el material de ordeño y su permanencia en los tanques y transporte puede multiplicar por un factor de 2 a 50 la flora microbiana presente. De allí que la higiene adecuada de estos, por medio de agentes desinfectantes, afecta significativamente la calidad sanitaria de la leche. La flora microbiana proveniente de esta fuente puede ser diversa, pero la más frecuente es flora termo resistente, razón más que suficiente para exigir al máximo la higiene (13)

Las bacterias lácticas son mesófilas aerobias y acidifican la leche si no se refrigera. Como estas bacterias tienen un tiempo de generación corto y producen ácido láctico que inhibe el desarrollo de otras especies, constituyen la flora dominante de la leche cruda. Estas bacterias se adaptan y se multiplican en la leche mantenida entre 0° y 6°C. La temperatura tiene una influencia determinante en el comportamiento de la flora bacteriana y variaciones (13)

El equipo en malas condiciones higiénicas, es origen de diversas especies de bacterias termo resistentes que contaminan la leche. Estos microorganismos se encuentran en el sarro de leche que queda en las superficies del equipo y por ello, cuando el equipo no está suficientemente limpio, la leche obtenida contiene una gran proporción de gérmenes termo resistentes (21)

4.7 CALIDAD DE LA LECHE CRUDA

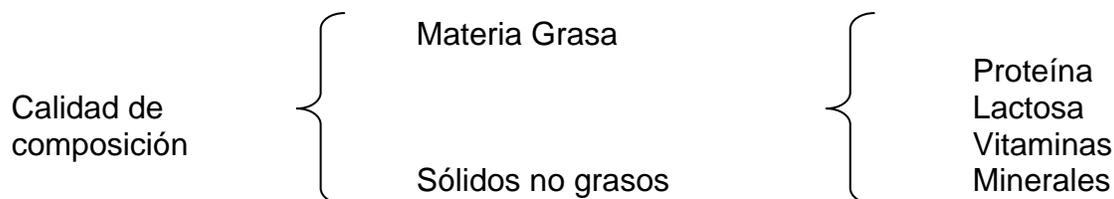
El valor nutritivo y alimenticio de un alimento está determinado por su composición y por las transformaciones a las que es sometido durante su tratamiento. Las normas de calidad reúnen los requisitos exigidos o recomendados que han de cumplir los productos alimenticios (3,21)

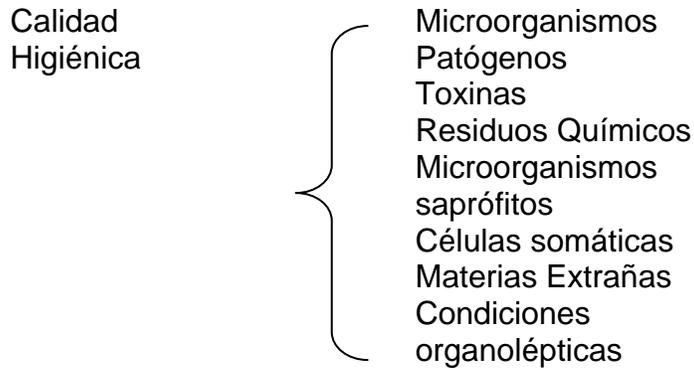
La materia prima y los productos acabados se someten a controles organolépticos, químico-físicos y, en la mayoría de los casos, también microbiológicos. De estos controles, quizás sea el examen sensorial (organoléptico) al que más atención se le presta. Se lleva a cabo por el denominado método de puntuación o de graduación (3)

Los resultados obtenidos en este control, no sólo en el caso de la leche y de los derivados lácteos, sino en el caso de cualquier alimento, influyen muy notablemente en la calidad asignada al producto (21)

Las pruebas químicas-físicas y microbiológicas se realizan en los laboratorios de la empresa o de referencia. Para cada característica cualitativa de todos los productos se han establecido en las correspondientes normas una serie de requisitos que han de cumplir con unos márgenes de tolerancia. Cuando el producto incumple estos valores establecidos, es decir cuando no se atiende a los límites tolerados, se recurre a la depreciación del producto con las consecuencias económicas que tal medida implica (21)

Para definir el concepto de calidad de leche deben tenerse presente los siguientes factores, según cuadro (14)





Los factores que más influyen en la granja sobre la calidad de la leche son los siguientes: (2)

- a) La alimentación y el alojamiento del ganado.
- b) El estado sanitario de las vacas productoras.
- c) Los procedimientos utilizados para la obtención y el tratamiento de la leche.

Estos importantes factores deben cumplir numerosas condiciones. El incumplimiento de estas puede acarrear un considerable empeoramiento de la calidad de la leche (2)

4.8 FACTORES QUE AFECTAN LA LECHE Y SU COMPOSICIÓN

La variación relativa de la producción láctea de una vaca es mucho mayor que la de su composición. La estructura de la leche y otras propiedades también varían. Puesto que son muchos los factores que afectan a su composición y propiedades nunca pueden predecirse con exactitud sus medias y su variabilidad (4,21)

Tres tipos de factores responsables de la variación: genéticos (especies, razas e individuos), fisiológicos (estado de lactación, edad, y estado de salud) y ambientales (alimentación, clima, y manejo); generalmente las tres van entrelazadas unas con otras (21)

4.8.1 Genéticos

4.8.1.1 Raza

El resultado de la selección llevada a cabo por personas para obtener un ganado apto para la producción de leche, de carne o de trabajo y adaptado a las condiciones locales como clima, alimentación, terreno y costumbres. Ello determina gran variabilidad en la producción de leche y en menor grado en su composición. Cuanto mayor es la producción, menor es la riqueza de la leche en materia grasa y proteínas (10,20,21)

4.8.1.2 Características individuales

La variación en composición de la leche de las vacas de una misma raza puede ser grande. Si los animales pertenecen a la misma vacada la mayoría de las variaciones se deben fundamentalmente a factores genéticos (4,20,21)

4.8.2 Fisiológicos

4.8.2.1 Fase de lactación

El tiempo transcurrido desde que se presentó el parto influye mucho en la composición de la leche, posiblemente porque las necesidades del ternero varían con la edad. Sin duda en el momento en que la vaca entra nuevamente en gestación afecta a la composición de la leche y a la duración de la lactación. Es difícil establecer el efecto exacto del período de lactación; tanto la época estacional como el régimen alimenticio pueden cambiar al avanzar la lactación. El efecto de la fase de lactación también depende de las condiciones de la vaca; si al momento del parto está bien alimentada el contenido graso de la leche es al principio alto, lo que no ocurre si la vaca está subalimentada. Si una vaca permanece vacía durante mucho tiempo después del parto y se prolonga así la lactación, la composición de la leche varía bastante; el extracto seco es muy alto (21)

4.8.2.2 Calostro

La primera secreción después del parto tiene una composición muy distinta y se denomina calostro. Este es más rico en proteínas, grasa y minerales, pero tiene un menor contenido de lactosa; lo mismo sucede con la leche hacia el final de la lactación. La composición cambia rápidamente al iniciarse la lactación. Su densidad oscila entre 1.033 y 1.094 g/cm³. Esta se parece algo al suero sanguíneo y puede hasta contener algunos hematíes; también es rico en leucocitos. Su composición proteica es muy específica; el contenido de inmunoglobulinas del primer calostro es de un 7% aproximadamente, frente al 1% de la leche a mitad de lactación (10,20,21)

4.8.2.3 Duración del período seco

Se recomienda un período de 40 a 70 días antes del parto. Ya que es importante para la preparación de la ubre. Ayuda a las vacas para obtener una buena condición física y acumular reservas corporales antes del parto. El dejar de ordeñar a la vaca antes de que se agote, da como resultado una pérdida definida de la grasa y existe la tendencia a que se seque prematuramente (4,10)

4.8.2.4 Edad de la vaca

Ejerce un efecto bajo, pero constante en la composición de la leche; la grasa y el extracto seco magro disminuyen muy ligeramente en cada lactación sucesiva (4,21)

La mayor parte de las vacas llegan a la madurez, y a su máxima producción entre los seis y ocho años de edad. La producción aumenta gradualmente hasta esa edad y posteriormente decrece. Esto se debe al aumento en la cantidad del tejido secretor mamario y al mayor tamaño del animal, con el que aumenta su capacidad de consumo alimenticio (10)

4.8.2.5 Mastitis

Son varias las bacterias patógenas que pueden ocasionar inflamación de la mama cuando penetran en ella; este estado inflamatorio se le denomina mastitis o mamitis. Una vaca padeciendo de mastitis clínica puede producir una leche con 10⁷ bacterias/mL y si es subclínica de 10⁵ a 10⁶ bacterias/mL. *Str. agalactiae*, *Str. dysgalactiae* y *Str. uberis* son

bacterias comúnmente asociadas a cuadros de mastitis. Igualmente, aunque poco frecuente, pueden causar mastitis *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa*, *Clostridium spp.*, *Bacillus spp.*, *Pasteurella spp.*, *Proteus spp.* La mastitis o mamitis, da lugar a la disminución de la producción de leche y a un cambio en su composición, aumentando el número de células somáticas. Las leches mastíticas contienen un rango más amplio y una concentración mayor de varias enzimas, en especial proteinazas. La composición grasa se afecta ya que la porción de radicales de ácidos grasos de cadenas corta aumenta en la leche mastítica (4,13,20,21)

4.8.3 Ambientales

4.8.3.1 Nutrición

Por la homeostasis (capacidad del organismo de mantener una composición constante de líquidos y células orgánicos a pesar de grandes diferencia nutritivas) la nutrición ejerce un efecto comparativamente pequeño en la mayoría de los componentes de la leche (21)

4.8.3.2 Clima

Las condiciones climáticas, salvo que sean extremadas, ejercen escaso efecto en la composición de la leche; las temperaturas ambientales altas (mayores a 30°C) den lugar a un mayor contenido graso, a menos Nitrógeno y a un contenido de lactosa más bajo. A temperaturas bajo cero tanto el contenido de grasa como el de Nitrógeno son mayores (21)

4.8.3.3 Sistema de ordeño

Durante el ordeño aumenta el contenido graso de la leche que deja la mama (de 1 a 10%), si bien existen grandes diferencias a este respecto entre vacas distintas. La leche dejada en la ubre a causa de un ordeño incompleto tendrá un alto contenido de grasa y lo mismo sucederá con la leche obtenida en el ordeño siguiente. Esto explica en gran parte las recuentes oscilaciones encontradas de un día a otro y la gran variabilidad del contenido graso de los ordeños individuales. Si el tiempo transcurrido desde el ordeño anterior es corto, la leche producida disminuye en cantidad pero su contenido graso es mayor. Por lo que le leche del ordeño de la tarde tiene un mayor contenido graso que la de la mañana

debido al distinto intervalo de tiempo entre uno y otro. Otros componentes lácteos son difícilmente afectados por el ordeño (4,20,21)

4.8.3.4 Otros factores

La leche varía, por supuesto, en composición y propiedades debido a la contaminación y el procesado (21)

La variabilidad en composición y propiedades de la leche tiene varias consecuencias para la industria lactológica; esta está particularmente interesada en los cambios estacionales, cuyas tendencias no pueden señalarse de forma general; ello se debe a que el efecto estacional depende del clima y de las costumbres o prácticas alimentarias del ganado, que varían mucho en regiones geográficas distintas y sobre todo porque el sistema de cría seguido puede ser diferente. Las diferencias regionales se deben principalmente a las distintas razas que predominan y a prácticas alimenticias diferentes. Las diferencias entre distintas vacadas son el resultado de factores genéticos, época predominante de parto o paridera, de las prácticas alimentarias y de la incidencia de mastitis (4,20,21)

El comportamiento de la grasa láctea en la cristalización depende fundamentalmente de su composición, que se ve influenciada especialmente por el alimento. El aroma de la leche puede variar mucho, incluso si se excluyen los defectos debidos a la acción microbiana; el equilibrio de sales y lactosa es importante. El color de la leche varía mucho debido al distinto contenido en caroteno de la grasa, lo que depende de los piensos (forrajes contienen mucho caroteno y el heno muy poco) por lo que la época estacional tiene un efecto marcado. Además también depende de la capacidad de la vaca de convertir el caroteno en vitamina A, lo que varía mucho en razas distintas (las jersey dan una grasa muy coloreada) y de unos animales a otros (21)

4.9 EL ORDEÑO

La leche se extrae de la mama mediante el ordeño. Esto no debe traer ninguna repercusión sobre la salud del animal y su fin debe de ser la obtención de la máxima cantidad de leche de excelente calidad. Obtenida la leche es importante mantener su calidad hasta el momento que el producto sale a ser consumida (20)

Al hablarse de un sistema de producción lechera, se deben tomar encuentra algunos aspectos (16)

- ⊗ Ganado especializado o bien de doble propósito
- ⊗ Dieta del animal balanceada
- ⊗ Sistema de ordeño
- ⊗ Instalaciones
- ⊗ Comercialización del producto

La calidad de la leche en un sistema de producción en general, se determina de acuerdo con la salud del hato, al proceso de ordeño (manual o mecánico), así como el manejo y transporte del producto obtenido al momento de ser entregado (16)

Al momento de efectuarse el ordeño, ya sea este manual o mecánico, deben considerarse tres objetivos (16,20)

1. Rápido, para favorecer a la eyección de la leche
2. Completo, evitando así problemas de mastitis
3. Indoloro, para que el animal no retenga la leche y no lesionar la ubre

4.9.1 Ordeño manual

Este debe realizarse en seco, para evita el riesgo de producir grietas o pequeñas heridas en la superficie mamaria, además disminuye la contaminación de la leche con el líquido que siempre fluye a lo algo del pezón cuando se ordeña con la mano húmeda (20)

Los primeros chorros de leche arrastran numerosos gérmenes. Por lo que es preciso recogerlos aparte en un recipiente para no contaminar el resto de la leche. De los diversos métodos de ordeño habituales, es preferible el ordeño de puño, que trata mejor al mama que las modalidades3es a pulgar y a pellizco, las cuales tienen gran riesgo. Los cuartos se ordeñan diagonalmente, el cuarto anterior derecho al mismo tiempo que el posterior izquierdo. No se recomienda el ordeño lateral. Luego de la eliminación de los primeros

chorros inicia el ordeño que permite obtener la mayor parte de la leche en 5 a 7 minutos. Tratando de realizar a través de un masaje ligero en cada uno de los cuartos, hasta agotar completamente la mama (20)

4.9.2 Ordeño mecánico

Se realiza a través de una máquina ordeñadora, la cual ha sustituido la mano de obra y aumenta la productividad del trabajo en el establo (16)

Instalaciones: Uno de los factores sumamente importantes en la calidad de la leche depende de vacas limpias y de buena salud, ordeñadas de modo eficiente y en áreas limpias que eviten la presencia de contaminantes en el producto obtenido y a la vez se diseminen enfermedades (16,20)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 RECURSOS HUMANOS

- ⇒ Investigador
- ⇒ Personal técnico del laboratorio F.M.V.Z
- ⇒ Tres Asesores Profesionales

5.2 RECURSOS DE CAMPO

- ⇒ Transporte extraurbano
- ⇒ Hielera
- ⇒ Hielo
- ⇒ Frascos estériles
- ⇒ Identificadores
- ⇒ Laboratorio de Inspección de Alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

5.3 RECURSOS DE LABORATORIO

- ⇒ Ekomilk
- ⇒ Gradillas de metal
- ⇒ Butirómetros
- ⇒ Ácido sulfúrico
- ⇒ Azul de metileno
- ⇒ Centrífuga temperada
- ⇒ Pipetas aforadas
- ⇒ Buretas graduadas
- ⇒ Lactodensímetro
- ⇒ Tubos de ensayo estériles
- ⇒ Baño maría

5.4 CENTROS DE REFERENCIA

- ⇒ Biblioteca de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- ⇒ Biblioteca de INCAP
- ⇒ Centro de Salud de Santa Ana Mixtan Parcelamiento de Nueva Concepción, Escuintla
- ⇒ Centros de servicio de Internet

5.5 ÁREA DE ESTUDIO

La aldea Santa Ana Mixtan, se encuentra ubicada en el Km 144 ½, la cual cuenta con sistemas de producción bovina de doble propósito y producción agrícola.

Nueva Concepción, Escuintla, , está localizada a una distancia de 147 Km. de la ciudad de Guatemala al sur occidente del país. Presenta una altitud de 50 msnm, su topografía en general es plana con pendientes de 2.7 a 4.2%. Predominan suelos de textura franco arenosa y areno arcillosa. Clasificada como bosque húmedo sub-tropical (cálido). Posee una precipitación pluvial promedio anual de 2016 mm distribuidos en 140 días durante los meses de mayo a octubre; los meses de lluvia son septiembre y octubre; la época seca es muy severa. Se tienen temperaturas promedio, máxima y mínima anual de 35.8, 27.2 y 11.8 grados centígrados, respectivamente. La humedad relativa media anual es de 75.5%.

5.6 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se hizo un estudio descriptivo, longitudinal por conveniencia.

5.7 MUESTREO

Se tomaron a tres de los principales pequeños productores de leche bovina de Santa Ana Mixtan Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla en base a su disposición para colaborar en dicha investigación, por lo que se trató de un muestreo por conveniencia.

Las muestras de la leche cruda se recolectaron directamente del recipiente donde cada productor la almacena. Dichas muestras se tomaron en forma individual con una semana de intervalo, dando un total de ocho repeticiones por productor. Se guardaron en frascos estériles aproximadamente 250 ml de leche cruda, debidamente identificados y se

colocaron en una hielera con refrigerante, lo que permitió su transporte al laboratorio de referencia. Posteriormente se tabularon los resultados y se analizaron para obtener los datos finales.

5.8 PROCESAMIENTO DE LABORATORIO

El análisis de las muestras se realizó en el Departamento de Inspección de Alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para lo cual se utilizaron los siguientes métodos:

1. Densidad, Método de lactodensímetro de Quevenne (1,6,11)
2. Acidez, Método de Manns (1,6,11)
3. Materia grasa, Método de Babcock (6,9,11)
4. Punto de Congelación, Ekomilk (7,19)
5. Reductasa, Método de Reducción del Azul de Metileno (1,11,13,14)

5.8.1 Métodos físicos

El punto de congelación, de la leche se ha determinado en relación con la congelación del agua. La leche se congela a una temperatura más baja que el agua, el punto de congelación de la leche es un constante fisiológico. El cual fue determinado a través de un equipo de análisis denominado Ekomilk.

La determinación del peso específico o gravedad específica de la leche se puede hallar en la leche completa por medio del lactodensímetro o termolactodensímetro. El uso del lactómetro se basa en el principio que dice: que si un cuerpo flota en un líquido igual a su propio peso, la muestra debe ser representativa y debe mezclarse cuidadosamente, la temperatura de la leche deberá estar entre 10° a 21°C.

5.8.2 Métodos químicos

Mediante el análisis químico conocemos la composición cualitativa y cuantitativa de la leche. De los métodos prácticos para determinar la materia grasa de leche utilizamos el método Babcock, el cual consiste en la mezcla de ácido sulfúrico y leche, el ácido disuelve los sólidos no grasos y permite que la crema suba. El calor de la reacción licua la crema y facilita aún más su separación.

La prueba de acidez de la leche, es una de las más usadas en el trabajo de control. Se basa en el principio de que cuando se le agrega un Alkali a la leche en proporción adecuada esta se convierte en neutra y un pequeño exceso de ácido hace que presente un ligero color rosado. La prueba que se utilizó para determinar la acidez de la leche fue la de Manns, en la cual el hidróxido de sodio 0.1 normal, se usa para neutralizar el ácido de la leche, utilizando fenoftaleina como indicador.

5.8.3 Métodos microbiológicos

El método indirecto que se utilizó fue el de reducción con azul de metileno a menudo llamado la prueba de la reductasa, la cual nos proporcionó un índice aproximado de la actividad bacteriana en la leche. Ya que las bacterias contienen muchas enzimas que reducen varios substratos y se dispone de varios colorantes susceptibles a la reacción bacteriana (actividad reductasa) las cuales cambian de color cuando son reducidos, estas sustancias sirven como indicadores. En esta prueba el colorante azul de metileno, se añade a un volumen medio de leche determinándose el tiempo necesario para que este cambie de azul a incoloro, a una temperatura aproximada de 37°C.

Calidad	No. MO/ml/leche	Tiempo	Tram
Mala	>20 millones	10-20 min	PI
Pobre	4-20 millones	1 hora	1
Regular	1-4 millones	2-3 horas	2-3
Buena	200,000-100,000	4-5 horas	4-5
Muy buena	50,000-200,000	6-8 horas	6-8

5.9 ANÁLISIS DE DATOS

Las variables a analizar fueron: Densidad , punto de congelación (grados centígrados), materia grasa (porcentaje), sólidos totales, acidez (porcentaje), reductasa (tiempo).

Se utilizó estadística descriptiva, promedio, desviación estándar, coeficiente de variación.

El análisis estadístico utilizado para encontrar la diferencia significativa entre los productores fue el Análisis de Varianza.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se analizó la calidad de leche bovina de tres principales pequeños productores de la aldea Santa Ana Mixtan, Nueva Concepción, Escuintla; durante el período de julio a septiembre del año 2004.

En el cuadro No. 1 (Gráfica 1), se presentan los valores de densidad de leche los cuales se situaron en una media de 1.032 ± 0.4737 , no se encontró diferencia estadística significativa entre los productores ($P > 0.05$). Lo anterior nos indica que existe una relación adecuada entre los sólidos y el agua presentes en la leche ya que se encuentra dentro de los límites exigidos por las normas COGUANOR para la leche fresca sin pasteurizar, el cual va de 1.032 – 1.033 .

En el cuadro No. 2 (Gráfica 2), se presentan los valores de Materia Grasa mostrando una media de 3.75 ± 0.2876 , dichos valores se encuentran dentro de los valores exigidos por las normas (COGUANOR) para la leche fresca sin pasteurizar, el cual es de 3.50 % . Se encontró una diferencia altamente significativa entre los productores ($P < 0.05$), dicha variación pueden deberse a que en esta región no hay una genética lechera definida entre los hatos, además del tipo de alimentación y a las características individuales de las vacas lecheras para la formación de grasa

En el cuadro No. 3 (Gráfica 3), se presentan los valores de Sólidos Totales de la leche, mostrando una media de 12.56 ± 0.4605 . Dichos valores se encuentran dentro de los límites exigidos por COGUANOR para la leche fresca sin pasteurizar, el cual es de 12%. Con una diferencia altamente significativa entre los productores ($P < 0.05$). Esta variabilidad puede deberse al efecto de genética, alimentación y características propias del hato.

En el cuadro No. 4 (Gráfica 4), se presentan los valores de Punto de Congelación de la leche, encontrándose situados entre -5.37 ± 0.00 . No existió diferencia estadística significativa entre los productores. ($P > 0.05$), lo cual nos permite descartar cualquier adición de agua en la leche o cualquier otro factor que lo altere, ya que se encuentra en los límites exigidos por las normas de COGUANOR para la leche fresca sin pasteurizar, el cual es de -5.30 °C a -5.40 °C

En el cuadro No. 5 (Gráfica 5), se muestran los valores de Acidez, encontrándose situados entre de 19.66 ± 7.298 . Se encontró diferencia altamente significativa entre los productores ($P < 0.01$). Por lo que no llena los requisitos de calidad exigidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) para la leche fresca sin pasteurizar, el cual es de 18% (grados atecal). Esto nos indica la presencia de carga bacteriológica en la leche acidificándola por completo, haciéndola inadecuada para su consumo .

En el cuadro No. 6 (Gráfica 6), se presentan los valores de Reductasa, los cuales mostraron una media de 158 ± 69.30 . Se encontró diferencia altamente significativa entre los productores ($P < 0.01$). Tanto los resultados obtenidos en acidez y reductasa representan la contaminación y carga bacteriana presente en la leche, esto puede deberse a la higiene y manejo al ordeño, sanidad del animal. Por lo que dicha leche no llena los requisitos exigidos por COGUANOR para la leche fresca de vaca sin pasteurizar el cual es de 300 minutos (5 horas).

En los cuadros No. 7,8 y 9 se puede observar que los factores de manejo, higiene e instalaciones del ordeño en los productores evaluados fueron deficientes. Debido al tamaño reducido de la muestra no pudo establecerse la relación entre los factores de manejo utilizados al ordeño y la calidad microbiológica de la misma.

VII. CONCLUSIONES

1. Según el análisis de materia grasa podemos observar un promedio de 3.75%, presentando una diferencia estadísticamente significativa entre los productores.
2. El análisis de Sólidos totales muestra un promedio de 12.56%, presentando una diferencia significativa entre los productores.
3. Según los resultados obtenidos, se puede definir que la presente leche llena las características físico-químicas (Densidad, Materia grasa, Sólidos totales, Punto de congelación) establecidas por las normas de COGUANOR.
4. Mientras que en las pruebas microbiológicas indirectas podemos observar la presencia de carga bacteriana en la leche, por lo que no llena las características exigidas por las normas de COGUANOR.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Mejorar el manejo del ordeño, sanitización y salud del ganado lechero.
2. Establecer instalaciones adecuadas para el ordeño que faciliten su higiene y limpieza.
3. Manejar la cadena de frío en la leche, posterior al ordeño.
4. Mejorar el sistema de alimentación del ganado lechero, entre los productores.

IX. RESUMEN

El presente estudio se realizó en tres principales pequeños productores de la Aldea Santa Ana Mixtan del Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. mediante la evaluación físico-química y microbiológica indirecta, durante el periodo de julio a septiembre 2004.

Los valores de densidad se encontraron entre 1.032 ± 0.4737 , no se encontró diferencia estadística significativa entre los productores ($P > 0.05$). En Materia Grasa de leche se obtuvo una media de 3.75 ± 0.2760 ; se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los productores ($P < 0.05$). Los valores de Sólidos Totales de la leche, se situaron en una media de 12.56 ± 0.4605 con una diferencia estadísticamente significativa entre los productores ($P < 0.05$). En cuanto a los valores de Punto de Congelación de la leche, estuvieron en -5.37 ± 0.00 , no existiendo diferencia estadística significativa entre los productores ($P > 0.05$).

En el análisis de Acidez se obtuvo una media de 19.66 ± 7.298 , encontrándose diferencia altamente significativa entre los productores ($P < 0.01$). Los valores de Reductasa se situaron entre 158 ± 69.30 ; encontrándose una diferencia altamente significativa entre los productores ($P < 0.01$).

Se concluye que la calidad físico-química (densidad, punto de congelación, materia grasa y sólidos totales) es de buena calidad, según lo establecido por las normas de COGUANOR. Mientras que en las pruebas microbiológicas indirectas (acidez y reductasa) no llenan los requisitos exigidos por COGUANOR, posiblemente a problemas en el manejo, higiene y sanidad del ganado.

En cuanto a los factores de manejo, higiene e instalaciones de los productores evaluados fueron deficientes. Debido al tamaño reducido de la muestra, no se pudo determinar una relación entre los factores de manejo utilizados al ordeño y la calidad microbiológica de la misma.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Alais, C. 1981. Principios de técnica lechera. México, DF. , Continental. p. 191-192
2. Amiot, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Trad. Rosa Oria Almudí. Zaragoza, ES., Acribia. p. 1-47; 112-124
3. Características de la calidad de la leche. (en línea) ago. 15 2004. Disponible en http://www.engormix.com/nuevo/prueba/alltech_notas.asp?valor=201
4. Castle, ME; Walkins, Paul. 1988. Producción lechera moderna. Zaragoza, ES., Acribia. p. 143-149
5. Comisión Guatemalteca de Normas. 1982. Leche fresca de vaca sin pasteurizar. Guatemala, COGUANOR. p. 1-6 NGO 34040
6. Control físico-químico de la leche julio del 2004. (en línea) sep. 07 2004. Disponible en <http://academicos.cualtos.udg.mx/DiplomadoCalidadLeche/doctos/24jul04/Control%20físico%20quimico%20%20de%20la%20leche.ppt>
7. Delcheva, R. Ultrasonic Ekomilk Analyzer (en línea). ago. 09 2004. Disponible en http://forum.agriscape.com/dairy_products/?read=20782
8. Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa. (en línea) sep. 03 2004. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnología/crioscopia.htm>
9. Determinación de grasa y sólidos totales en leche y derivados (en línea). jul. 27 2004. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/Solidosygrasa.htm>
10. Hurtarte, J. 2002. Determinación de los principales factores que limitan la calidad y cantidad de Leche de vaca producida en las Fincas de los Cooperativistas de Veralac R.L., Tactic, Alta Verapaz. Tesis Médico Veterinario. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 5-49
11. Introducción al control de calidad de la leche cruda. (en línea) jul. 18 2004. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/Introduccion.htm>

12. La leche como alimento (en línea) jul. 18 2004. Disponible en http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm
 13. Microbiología de la leche cruda (en línea) sep. 18 2004. Disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/microteo.htm>
 14. Producción higiénica de la leche cruda. (en línea) jul. 18 2004. Disponible en http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/le_html/cap2_leche.html
 15. Recuento de las células somáticas. (en línea) jul 09 2004. Disponible en <http://www.exopol.com/general/circulares/01circ.html>
 16. Saavedra, C. 1998. Manual de fundamentos técnicos en salud y producción de hatos lecheros. Guatemala, GT., Serviprensa. p. 105-107
 17. Sánchez, E. 1998. Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de la leche fresca producida en el Parcelamiento Cuyuta Municipio de Masagua, Departamento de Escuintla. Tesis Médico Veterinario. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 5-19
 18. Spreer, E. 1991. Lactología industrial. Trad. Oscar Dignoes Torres-Quevedo. Zaragoza, ES., Acribia. p.7-55
 19. Ultrasonic Ekomild Analyzer (en línea). sep. 02 2004. Disponible en <http.www.lactoscan.com/>
 20. Veisseyre, R. 1988. Lactología técnica. 2ed., Zaragoza, ES., Acribia. p. 68-73; 116-118
- Walstra, P., Jinness, R. 1987. Química y física lactológica. Zaragoza, ES., Acribia. p.13-

XI. ANEXOS

**CONTROL DE CALIDAD DE LECHE CRUDA BOVINA
SANTA ANA MIXTAN, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA**

HOJA DE TOMA DE MUESTRAS

MUESTRA DEL PRODUCTOR	FECHA	HORA
1.		
2.		
3.		

**PRUEBAS DE LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD DE LECHE CRUDA BOVINA
SANTA ANA MIXTAN, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA**

HOJA DE RESULTADOS

Repetición No. _____

Muestra del productor No. _____

PRUEBAS DE LABORATORIO	RESULTADOS
Densidad de leche cruda	
Materia grasa Sólidos Totales	
Acidez	
Punto de congelación	

**PRUEBAS DE REDUCTASA
CONTROL DE CALIDAD DE LECHE CRUDA BOVINA
SANTA ANA MIXTAN, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA**

HOJA DE RESULTADOS

Repetición No. _____

Muestra de productor No. _____

NOMBRE DEL PRODUCTOR	RESULTADOS
1.	Hora de inicio: Hora de finalización:
2.	Hora de inicio: Hora de finalización:
3.	Hora de inicio: Hora de finalización:

VALORES ESTADÍSTICOS DE LA LECHE POR PRODUCTORES. GUATEMALA, FEBRERO 2005

Cuadro 1. Valores de Densidad de la leche según productor

Guatemala, febrero 2005

Productor	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1	1.033	0.7440	0.07
2	1.033	0.5175	0.05
3	1.031	0.1598	0.15
Promedio total	1.032	0.4737	0.09

Cuadro 2. Valores de Materia grasa de la leche según productor

Guatemala, febrero 2005

Productor	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1	4.05	0.2449	6.05
2	3.65	0.1773	4.86
3	3.56	0.4406	12.37
Promedio total	3.75	0.2760	7.76

Cuadro 3. Valores de Sólidos totales de la leche según productor

Guatemala, febrero 2005.

Productor	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1	13.01	0.2886	2.22
2	12.54	0.2736	2.18
3	12.12	0.8195	6.76
Promedio total	12.56	0.4605	3.72

Cuadro 4. Valores de Punto de congelación de la leche según productor
Guatemala, febrero 2005.

Productor	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1	-5.40	0.00	0.00
2	-5.40	0.00	0.00
3	-5.32	0.00	0.00
Promedio total	-5.37	0.00	0.00

Cuadro 5. Valores de Acidez de la leche según productor
Guatemala, febrero 2005.

Productor	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1	20.61	9.161	4.29
2	18.87	7.559	3.88
3	19.50	5.175	2.64
Promedio total	19.66	7.298	3.60

Cuadro 6. Valores de Reductasa de la leche según productor
Guatemala, febrero 2005.

Productor	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1	82.5	52.58	63.76
2	202.5	95.88	47.35
3	187.5	59.46	31.71
Promedio total	158.0	69.30	47.61

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE
LA LECHE BOVINA DE TRES PRINCIPALES PEQUEÑOS PRODUCTORES DE
SANTA ANA MIXTAN DEL PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCIÓN,
ESCUINTLA, GUATEMALA**

Cuadro 7. Condiciones de las instalaciones según productores

Guatemala, febrero 2005

Instalación Productor	Mala	Regular	Buena
1		X	
2	X		
3	X		

Cuadro 8. Manejo del ordeño según productores

Guatemala, febrero 2005

Manejo Productor	Mala	Regular	Buena
1		X	
2		X	
3		X	

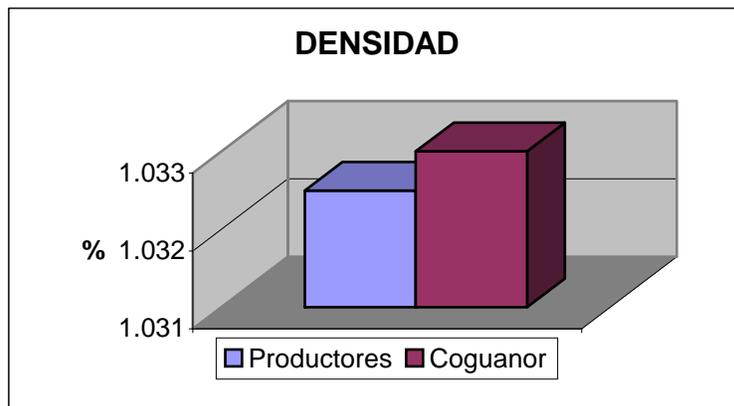
Cuadro 9. Equipo e higiene al ordeño según productores

Guatemala, febrero 2005

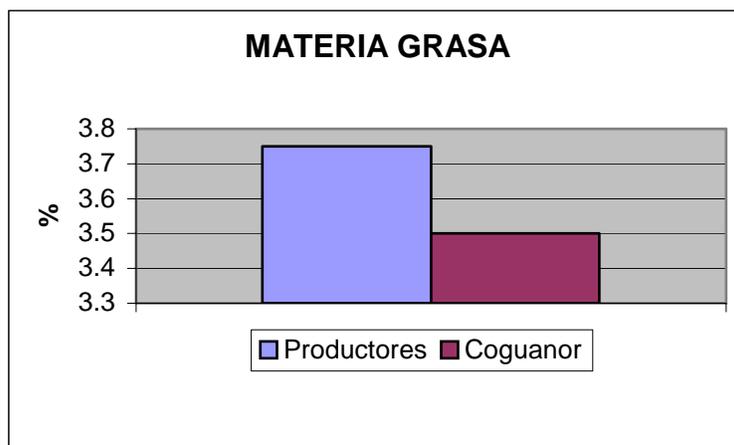
Equipo e higiene Productor	Mala	Regular	Buena
1	X		
2		X	
3		X	

**GRAFICAS ESTADÍSTICAS PRUEBAS FISICO-QUIMICAS Y
MICROBIOLÓGICAS INDIRECTAS
GUATEMALA, FEBRERO 2005**

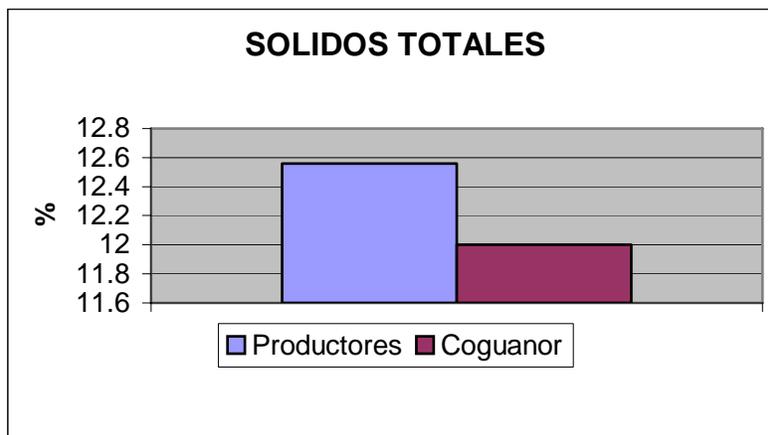
Gráfica No. 1 Valores promedio Densidad de la leche en tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan, Nueva concepción, Escuintla Guatemala, febrero 2005



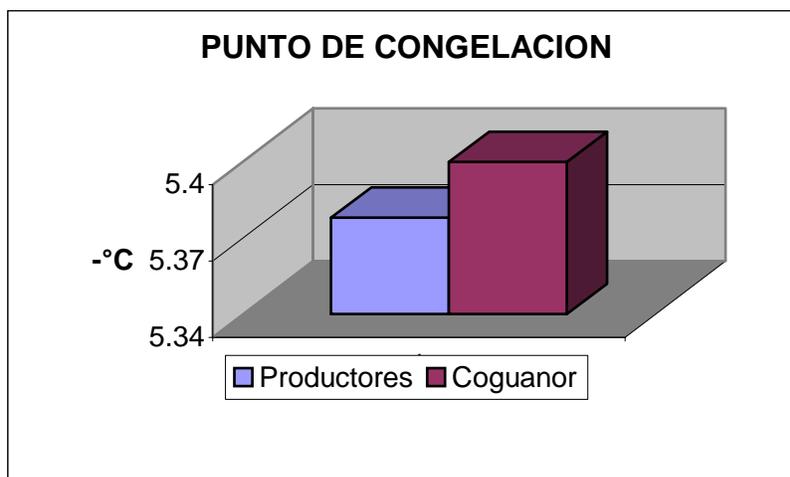
Gráfica No. 2 Valores promedio Materia grasa de la leche en tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan, Nueva concepción, Escuintla Guatemala, febrero 2005



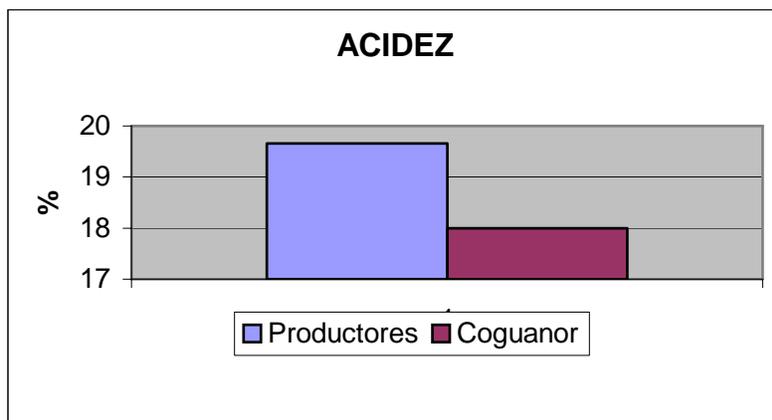
Gráfica No. 3 Valores promedio Sólidos totales de la leche en tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan, Nueva concepción, Escuintla Guatemala, febrero 2005



Gráfica No. 4 Valores promedio Punto de congelación de la leche en tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan, Nueva concepción, Escuintla Guatemala, febrero 2005



Gráfica No. 5 Valores promedio Acidez de la leche en tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan, Nueva concepción, Escuintla
Guatemala, febrero 2005



Gráfica No. 6 Valores promedio Reductasa de la leche en tres pequeños productores de Santa Ana Mixtan, Nueva concepción, Escuintla
Guatemala, febrero 2005

