

**PRÁCTICA EMPRESARIAL  
CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LA LECHE CRUDA  
COMERCIALIZADA POR APROCOLEDA EN EL MUNICIPIO DE ARAUQUITA  
DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

**LEIDER CASTAÑEDA ALFONSO**

**INFORME SEMESTRE DE LA PRÁCTICA  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

**ASESOR: M. Sc. CESAR VEGA ROMERO**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
INGENIERÍA DE ALIMENTOS  
PAMPLONA  
20015**



## 1. INTRODUCCION

La calidad de la leche y de sus derivados elaborados en la industria láctea, depende directamente de la calidad de la materia prima, procedente de las diferentes zonas de producción, de las condiciones higiénicas de obtención, de las condiciones de transporte, conservación y manipulación hasta la planta. Por esta razón, el éxito de los diferentes productos que llegan al consumidor, dependen de la calidad de los mismos, calidad que depende de los controles que se lleve a la leche cruda. (Walstra y Janes, 1997).

Dentro de los principales factores que van a determinar la calidad de la leche se encuentra el relacionado con aspectos importantes como es la composición química y sus propiedades higiénicas. En estas propiedades influyen directamente aspectos como son: estado de salud del animal, nutrición del mismo, prácticas del ordeño y el manejo de la leche posteriormente al ordeño (Amiot, 1991).

El estudio de la variación en la composición de la leche a través de diferentes factores ha sido un tema de investigación de muchos autores; Bonato y col. estudiaron el efecto de la raza y del ambiente sobre las características químicas y reológicas de la leche, concluyendo que el factor genético, visto en términos de raza, ejerce mayor influencia sobre la calidad casearia de la leche que el factor climático.

Bonato y col. Al evaluar el efecto de la estación, estado de lactación y alimentación sobre las características químicas y reológicas de la leche, encontraron que las proteínas y especialmente la caseína disminuían conforme se alarga el período de mayor luz solar. Observaron que la leche tiende a coagular más rápidamente durante la primavera. El estado de lactación influyó en todos los parámetros de la leche estudiados, observándose un aumento de las proteínas y entre ellas de la caseína y del tiempo de coagulación conforme avanza el período de lactancia.

Ramírez y Bravo en 1999; en Venezuela, evaluaron la leche cruda proveniente de cuatro municipios del estado Portuguesa en tres épocas del año (Septiembre-Diciembre: lluviosa-seca; Enero-Abril: seca y Mayo-Julio: lluviosa), encontrando que las proteínas, cloruros, densidad, grasa y sólidos no grasos variaron significativamente en función de las épocas, con una disminución en todos estos parámetros para la época seca.

APROCOLEDA está ubicado en el corregimiento de la Esmeralda Municipio de Arauquita, cuenta en sus instalaciones con un laboratorio de plataforma que le permite evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche, así como la posible adición de adulterantes a la misma, de cada una de las 12 rutas que lo abastecen de leche diariamente

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
Introducción.....	3
Lista de tablas.....	5
Lista de figuras.....	6
Resumen.....	7
Planteamiento del problema.....	7
Justificación.....	8
Objetivos.....	9
Metodología.....	9
Marco histórico.....	10-11
Marco legal.....	12
Antecedentes.....	13-16
Marco teórico.....	16-30
Resultados y discusión.....	31-36
Conclusiones.....	36
Bibliografía.....	37-39

## LISTA DE TABLAS

Tabla	pagina
Tabla 1. Principales componentes de la leche.....	15
Tabla 2. Características fisicoquímicas de la leche.....	23
Tabla 3. Características microbiológicas de la leche cruda.....	24
Tabla 4. Resumen Estadístico para Grasa.....	30
Tabla. 5 Clasificación de las leches de acuerdo con algunos parámetros de calidad.....	30
Tabla 6. Análisis estadístico para grasa en la leche en algunas regiones de Colombia.....	31
Tabla 7. Resumen Estadístico para SNG de leche comercializada en Arauquita.....	32
Tabla 8. Análisis estadístico para SNG en algunas regiones de Colombia.....	32
Tabla 9. Resumen Estadístico para DENSIDAD de leche comercializada en Arauquita.....	33
Tabla 10. Análisis estadístico para Densidad en algunas regiones de Colombia.....	33
Tabla 11 Resumen Estadístico para PROTEINA de leche comercializada en Arauquita.....	33
Tabla 12 Análisis estadístico para Proteína en algunas regiones de Colombia.....	34

## LISTA DE GRAFICAS

	Pagina
Grafica 1. Comparación de promedios de grasa en diferentes regiones de Colombia.....	32
Grafica 2. Comparación de solidos no grasos en diferentes regiones de Colombia.....	33
Grafica 3. Comparación de Densidad en diferentes regiones de Colombia.....	34
Grafica 4. Comparación de proteína en diferentes regiones de Colombia.....	36

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue Determinar la caracterización fisicoquímica de la leche cruda que se comercializa en el municipio de Arauquita Arauca, que acopia la mayoría de la leche producida en el municipio en el centro de acopio APROCOLEDA; para la ejecución del proyecto se realizaron muestras a cada una de las rutas determinando la calidad composicional. Los valores obtenidos se analizaron mediante la estadística descriptiva, utilizando para ello el statgraphics. Los parámetros fisicoquímicos se encontraron en su mayoría con un nivel de calidad superior a lo reglamentado en la legislación Colombiana y frente a otros estudios realizados en otras regiones de Colombia, lo cual permite establecer que la calidad fisicoquímica es muy buena.

Palabras claves: Leche, indicadores, composición, calidad.

## 2. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las bases fundamentales requeridas para el establecimiento de industrias lecheras es el completo conocimiento de las características bromatológicas de la materia prima a utilizar, que le permita a la industria planificar adecuadamente desde el punto de vista económico, como tecnológico cada uno de los productos a ser elaborados. Desde este punto de vista, no se tiene conocimiento de alguna investigación realizadas a la leche cruda que se ha comercializado desde hace mucho tiempo y q se comercializa actualmente en el municipio de Arauquita y todo el departamento de Arauca, aun cuando la totalidad de la leche de óptima calidad que comercializa APROCOLEDA.

Actualmente APROCOLEDA comercializa leche y los pagos de la materia prima se dan por volumen, pero sin ninguna bonificación por componentes específicos ante la carencia de un estudio de caracterización de la leche que le permita presentar comparativos frente a leches producidas y comercializadas en otros departamentos y así mismo realizar exigencias de pago de bonificaciones por litro de leche como se establece en la resolución 000017 de 2012, por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor y que establece en su artículo 2<sup>do</sup> la metodología para el pago por calidad, según los gramos de solidos totales, proteína y grasa aportados por un litro de leche; pago que de darse se verá reflejado directamente en el precio por litro de leche que produce cada ganadero, mejorando así el ingreso económico de cada una de las familias productoras.

### 3. JUSTIFICACION

El realizar los estudios de caracterización de la leche cruda que se comercializa por el centro de acopio APROCOLEDA en el corregimiento de la Esmeralda, departamento de Arauca y a sus más de 280 productores, se convierte en uno de los más importantes logros, una vez que el APROCOLEDA es el único centro de acopio, y por ende la empresa láctea de mayor prestigio y reconocimiento en este departamento, más cuando este se encuentra en proceso de mejoramiento genético de los ganados regioneros y hoy en día se está convirtiendo en un gran productor lácteo.

El reto propuesto por el centro de acopio APROCOLEDA, como es el de desarrollar proyectos de mejoramiento genético de los ganados regioneros, buscando la línea del doble propósito para llegar en un tiempo de 5 años a duplicar la producción de leche comercializada, hace que el interés por estandarizar las calidades organolépticas y fisicoquímicas de la leche, se convierta en uno de sus principales objetivos.

Actualmente los análisis de la leche cruda diariamente se convierte en un paso fundamental para poder establecer cada una de las características en su composición logrando iniciar su proceso de caracterización de su materia prima, como también poder identificar posibles factores auxiliares que afecten la calidad de la leche en su composición en aras de iniciar posteriores estudios para llegar al punto máximo de calidad en la leche comercializada por APROCOLEDA

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar Físicoquímicamente la leche cruda que se comercializa por APROCOLEDA en el Municipio de Arauquita, comparándolo con la normatividad legal vigente.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 4.2.1 Establecer cronograma de análisis para cada una de las rutas.
- 4.2.2 Realizar diariamente la toma de muestras y análisis físicoquímico a tres rutas transportadoras de leche.
- 4.2.3 Realizar análisis físicoquímico de la leche cruda almacenada y refrigerada diariamente.
- 4.2.4 Hacer la tabulación de datos para determinar la caracterización de la leche cruda.
- 4.2.5 Realizar el análisis en el paquete estadístico statgraphics.
- 4.2.6 Comparar los datos obtenidos mediante la caracterización vs los establecidos en el decreto 616 de 2006.
- 4.2.7 Realizar el informe final

## **5. METODOLOGIA**

Se establece que para el análisis de las diferentes rutas, se tomaran muestras a tres rutas diarias para control de ruta y una ruta más para el análisis de productores, registrando en la planilla de muestras la ruta analizada y la razón por la cual se da el análisis, ya sea control o seguimiento.

Para la toma de muestras a cada una de las rutas, se hará en la plataforma de recepción de APROCOLEDA una vez agitada cada cantina, tomando de esta una muestra de leche en recipientes de vidrio debidamente esterilizados y rotulados con el nombre de la ruta; para realizar posteriormente en el laboratorio la respectiva homogenización de las muestras en cada ruta para su análisis físicoquímico, en las

rutas que realizan más de un recorrido para cumplir la total recolección, se toman muestras en cada recorrido y una vez terminados estos se procede de igual forma a la homogenización de las muestras y su análisis. En los tanques de refrigeración se tomará la muestra una vez terminado todo el proceso de recepción y clasificación de la leche, garantizando así el análisis de toda la leche recibida.

Los análisis fisicoquímicos de cada una de las muestras se realizan Una vez preparada la muestra y preparado el ekomilk se tomaran 20 ml de muestra, depositándolos en el vaso contenedor de muestra del equipo y dando la orden a este ultimo de iniciar el respectivo análisis, es de resaltar que la determinación de cada uno de los parámetros en el equipo se da basado en el método ultrasónico. Una vez el ekomilk arroja en pantalla el resultado del análisis se registraran los datos en las planillas de registro de análisis fisicoquímico de leche del laboratorio.

La tabulación de datos se realizara mediante el uso de un computador en un libro de Excel, registrado por columnas cada parámetro obtenido en el análisis fisicoquímico de la leche, para posteriormente ser exportado al paquete estadístico statgraphics

Para el análisis estadístico los datos obtenidos y tabulados serán exportados a statgraphics, donde se analizaran variable por variable calculando diversos parámetros estadísticos.

Para el informe final se tendrá el uso de un computador, redactando cada uno de los datos obtenidos así como la información general requerida para el trabajo con cada uno de sus respectivos análisis.

## **6. MARCO REFERENCIAL**

### **6.1 MARCO HISTORICO**

#### **6.1.1 ASPECTOS RELACIONADOS CON LA EMPRESA**

#### **6.1.2 MISIÓN**

Nuestro propósito es comercializar leche para los diferentes procesos industriales dentro de los más altos parámetros de calidad e higiene, brindando un servicio que permita encontrar en el mercado productos de calidad.

Nuestra misión nos permite brindar a:

Nuestros asociados la seguridad de su inversión, reflejado en el crecimiento y reconocimiento en las grandes empresas lácteas, como proveedores de materia prima para los diferentes procesos industriales.

A nuestros trabajadores la estabilidad laboral, respeto y desarrollo integral de la persona.

A la región Araucana una salida óptima y viable de comercialización de la leche, reflejada en el mantenimiento de los buenos precios por libro de leche al existir la competencia por la materia prima

### **6.1.3 VISIÓN**

Afrontar los cambios de las nuevas sociedades, manteniendo y logrando el liderazgo regional y nacional en la comercialización de la leche, generando un reconocimiento como asociación formada por campesinos de la región, que permiten tener precios competitivos que garantizan el desarrollo regional.

APROCOLEDA. Es una empresa formada por campesinos que vieron la necesidad de buscar nuevas salidas de comercialización para la leche y que encontraron en el acopiado una salida para generar un nuevo desarrollo. Ubicada geográficamente en el corregimiento de la Esmeralda, municipio de Arauquita en el departamento de Arauca, punto equidistante entre los demás municipios del departamento. Se encuentra registrada en cámara de comercio como APROCOLEDA (asociación de productores y comercializadores de leche del departamento de Arauca), con Nit: 900226312-9

### **6.1.4 POLÍTICAS EN APROCOLEDA**

- ❖ Puntualidad: todo trabajador de APROCOLEDA, debe tener como norma de disciplina el cumplimiento y respeto de los horarios establecidos para cada actividad y trabajo que se desarrollen en la planta.
- ❖ Capacitación: la empresa dentro de sus prioridades y mejoramiento continuo de la misma, tiene como política la capacitación continua del personal que labra en la planta. Garantizando así el cumplimiento de la normatividad y por ende el aseguramiento de la calidad de nuestra materia prima.

- ❖ Productores: Ofrecer siempre a nuestros productores la mejor atención en la parte administrativa como de asistencia técnica en el manejo adecuado de las fincas como empresa.
- ❖ Pertenecía: cada uno de los empleados de nuestra empresa debe tener siempre presente el sentido de pertenencia por los equipos, por la materia prima, por la empresa.

### **6.1.5 CÓDIGO DE ÉTICA**

- ❖ Cumplir con los horarios de trabajo establecidos.
- ❖ Respeto hacia los superiores y cada uno de sus compañeros
- ❖ Seguir el conducto regular como medio para hacer sugerencias, quejas o reclamos.
- ❖ Escuchar atentamente cada una de las indicaciones que sean impartidas
- ❖ Generar un ambiente propicio en el interior y exterior de la planta, garantizando la armonía de trabajo entre todos.
- ❖ Hablar positivamente (oportunidades).
- ❖ Aclarar dudas, preguntar.

### **6.1.6 OBJETIVOS ORGANIZACIONALES DE APROCOLEDA**

- ❖ Desarrollar continuamente proyectos en el sector ganadero que nos permita tener un aumento significativo en los volúmenes comercializados en la actualidad, dicho aumento debe ser siempre en forma continua y progresiva, permitiendo así el máximo desarrollo de nuestra empresa.
- ❖ Iniciar el proyecto de reubicación del centro de acopio de tal manera que nos permita cumplir en su totalidad con lo establecido por la legislación colombiana.
- ❖ Gestionar estudios de mercado con miras a iniciar el proceso de transformación de la materia prima en nuestras instalaciones

## 7. MARCO LEGAL

Para la ejecución del presente trabajo se tomaron en cuenta los decretos: números 616 del 28 de febrero de 2006 y el 2838 del 24 de agosto del 2006 emanados por el Ministerio de Protección Social. En los cuales se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo que se obtenga, procese, envase, transporte y expendan en el país. Con el fin de evaluar mediante análisis fisicoquímicos de cada uno de los proveedores de las diferentes rutas que transporta al centro de acopio y poder determinar si la leche cumple con los parámetros establecidos por la norma vigente y el decreto 3075 de 1997, por el cual se reglamenta las condiciones que deben presentar las instalaciones y personal donde se procesen, almacenen, transporte o manipule alimentos.

- **Ley 9ª de 1979** En la cual se dictan medidas sanitarias para la manipulación de alimentos como la leche y sus derivados (artículos 375 - 400).
- Decreto 616 del 28 de febrero del 2006, establecida por el Ministerio de Protección Social en Colombia. En donde se refiere a los requisitos para la obtención de la leche en la producción primaria, y lo que deben cumplir los hatos productores de leche. Este decreto establece el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos que debe cumplir la leche de animales bovinos, bufalinos y caprinos destinada para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana.
- Decreto 3075 DE 1997 el cual en busca de garantizar la salud de los ciudadanos, dicta disposiciones de orden público regulando todas las actividades que puedan generar riesgos por el consumo de alimentos, y el cual aplica a: A todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos. A todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional. A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano.

## 8. ANTECEDENTES

Para la ejecución de este proyecto se presentan a continuación una recopilación de teorías necesarias e investigaciones realizadas en cuanto a la calidad, conservación, características fisicoquímicas y determinación de adulterantes en la leche cruda.

Lucy Páez, Nancy López, Keyla Salas, Antonio Spaldiliero y Omar Verde, estudiaron las Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela, analizando Durante un periodo de ocho meses, 2.535 muestras de leche con o sin almacenamiento en frío, provenientes de vacas en ordeño en 40 fincas de las zonas de Aroa y Yaracal, de los estados Yaracuy y Falcón, Venezuela, determinándose: acidez, crioscopia, cloruros, tiempo de reducción de azul de metileno, densidad, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y volumen de producción

Vanegas D B y Martínez M. realizaron la Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche en el municipio de Chipaque Cundinamarca y su comercialización (Colombia), donde la raza predominante es la normando, con cruces con Holstein y animales criollos, ordeñando con la presencia del ternero.

Lorena rondón, Emilia Lara, Isabela González. 2001. Investigaron sobre la determinación de los agentes adulterantes y conservantes de las leches fluidas. Recolectando tres marcas comerciales de leche pasteurizada y leche cruda proveniente de progal, transportadas bajo refrigeración y llevadas al laboratorio clínico san Cristóbal, estado Táchira. Facultad de farmacia y bioanálisis. Universidad de los andes. Mérida- Venezuela. En donde se realizaban los respectivos análisis; determinando neutralizantes, antibióticos, punto crioscopia, determinación de peróxido de hidrogeno, determinación de benzoato y salicilato, análisis de hipocloritos, cloraminas, cloruros; haciendo imperativo el control de calidad de los alimentos basados en el nuevo concepto de la calidad que abarca el control fisicoquímico, microbiológico, análisis sensorial, buenas prácticas de manufactura y análisis de riesgo y puntos críticos de control que los lleve ala aseguramiento de calidad.

Georgina urbán, norma Pérez, julia Pérez, cristina fresán, clementina González, s. Vega, r. Gutiérrez y g. Díaz, realizaron un estudio sobre la detección de adulteración con suero de quesería en leche fluidas mexicanas mediante electroforesis en el gel de poliacrilamida. (sds-page), 2002. Se analizaron, durante seis meses, muestras de leche cruda provenientes de tres regiones de México, y con siete marcas de leche pasteurizada y ocho de leche ultra pasteurizada, encontrando que el 13.76,

57.1 y 37.5% de las muestras de leche cruda, pasteurizada y ultra pasteurizada respectivamente, fueron positivas a la presencia de cmp, en niveles mayores al 2%, con lo cual se confirmó la adulteración con suero de quesería.

Nancy López z. Y Lucy Páez R. 1995 estudiaron la influencia del formaldehído sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de leche cruda. Y evaluar su acción sobre la carga microbiana, se probaron con formaldehído en concentraciones de 0.5%-0.25% y 0.1%. Los patrones así como una muestra control, los mantuvieron en refrigeración (5 °c-7 °C) durante 72 horas y evaluados desde el punto de vista físico-químico, en el momento de su preparación; a las 48 horas ya las 72 horas. Otro grupo de patrones y muestra control los mantuvieron a temperatura ambiente (25 °c-30 °C) y evaluados microbiológicamente a través del tiempo de reducción del azul de metileno, recuento de aerobios mesófilos y acidez. Los resultados obtenidos mostraron altamente significativa del formaldehído sobre la caseína y la acidez de la leche. A las concentraciones estudiadas se encontró que el formaldehído ejerce un efecto bactericida importante, pudiendo conservarse las leches crudas hasta 72 horas sin refrigeración.

Isbelia J González L, Ana L Medina G. (1998), estudiaron sobre la determinación de cloruros en leche pasteurizada consumida en el estado Mérida-Venezuela y su incidencia en el Punto Crioscópico. El objetivo de esta investigación fue la determinación del punto Crioscópico y del % de cloruros en leche pasteurizada y su relación. Se analizaron tres marcas comerciales de leche pasteurizada, codificadas como A, B y C; recolectadas semanalmente en los depósitos de las empresas lácteas de la ciudad de Mérida, por un período de 3 meses y llevadas al laboratorio bajo refrigeración para sus respectivos análisis. Para la determinación del punto Crioscópico se utilizó el método oficial de la AOAC, mediante la crioscopia Advanced, la determinación de cloruros se realizó mediante el método conductimétrico, utilizando el Corning 920. Covenin 369:1982. Los resultados obtenidos fueron tratados estadísticamente empleando la media, la desviación Standard, el rango de variación como indicadores de centramiento y dispersión. El análisis de significancia estadística se realizó mediante un análisis de varianza para los dos parámetros, así como la student. De los resultados obtenidos pudimos concluir, que hay valores de crioscopia que están fuera de la norma y los cloruros mostraron una tendencia hacia el límite superior, inclusive algunos valores por encima de 0.11g %. La correlación simple entre la crioscopia y los cloruros demostró una fuerte asociación entre las dos variables en la muestra C, una moderada asociación en las muestras A y una débil asociación en la muestra B.

Ponce c. P., armenteros a. M., villoch c. Montes de oca n., carreras j. (5 septiembre-octubre, 2005) realizaron un estudio sobre la evaluación de los riesgos microbiológicos y químicos de la activación del sistema lactoperoxidasa en leche cruda donde demuestran que el uso de este método es inocuo, por lo que el comité

de expertos para aditivos alimentarios (JECFA) ha declarado que es aceptable desde el punto de vista toxicológico. Sin embargo, se requiere de mayor información y evaluación sobre los peligros microbiológicos asociados a bacterias patógenas en la leche y productos lácteos, y sobre las alteraciones de naturaleza química que puedan estar asociados a los propios componentes del sistema. El estudio se realizó bajo los principios y directrices para la aplicación de la evaluación de riesgos microbiológicos del Codex alimentarios, partiendo de la integración y evaluación de tres fuentes básicas de información: la literatura internacional relacionada con el tema, las investigaciones realizadas y la experiencia práctica de Cuba a partir de más de diez años de uso continuo y extensivo del método, así como las evaluaciones realizadas por el grupo global.

## **9. MARCO TEORICO**

### **9.1 LECHE**

Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida (Keating, 1999), y que satisface los requerimientos nutritivos del lactante de la especie homóloga sin ningún tipo de contaminación física o química (Ruvalcaba, 1994).

#### **9.1.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

La leche se encuentra constituida por más de 10.000 diferentes moléculas y cada una posee un papel diferente al proveer de nutrientes (energía, proteína, grasa, minerales y vitaminas) o protección inmune. El principal componente de la leche es el agua, seguido fundamentalmente por grasa (ácidos grasos saturados en mayor proporción y colesterol), proteínas (caseína, lacto albúminas y lacto globulinas) e hidratos de carbono (lactosa principalmente). Así mismo, contiene moderadas cantidades de vitaminas (A, D, y vitaminas del grupo B, especialmente B2, B1, B6 y B12) y minerales (fósforo, calcio, zinc y magnesio). Las proteínas de la leche están entre las de mayor valor biológico, es decir son las que mejor se ajustan a las necesidades proteicas del cuerpo humano (Fernández, 2005).

**Tabla 1. Principales componentes de la leche**

Agua (g)	88,0
Lactosa (g)	4,6
Grasa (g)	3,6
Triglicéridos	3,5
Fosfolípidos	0,5
Esteroles, carotenos, tocoferoles	0,5
Sustancias nitrogenadas (g)	3,2
Caseína	2,6
Proteínas séricas	4,5
Sustancias nitrogenadas no proteicas	1,5
Sustancias minerales (g)	7
Ácidos orgánicos (g)	1,5

Fuente: Wastra, Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos, Ed. Acribia, Zaragoza, 2001. ([www.tecnolacteos.com](http://www.tecnolacteos.com))

## **9.1.2 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA LECHE**

### **9.1.2.1 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 (Fernández, 2006).

### **9.1.2.2 COLOR**

La leche es un líquido de color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado (Ballen, 2002).

El color de la leche se debe a los efectos combinados de la caseína, sales coloidales, pigmentos y otros componentes. La caseína y las sales coloidales le

imparten el color blanco y opaco de la leche, en la medida que refleja totalmente la luz (Ballen, 2002).

### **9.1.2.3 SABOR**

El sabor de la leche es difícil de definir, normalmente no es ácido ni amargo, sino más bien ligeramente dulce gracias a su contenido en lactosa (Fernández, 2006).

### **9.1.2.4 OLOR**

El olor 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 (Fernández, 2006).

## **9.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE**

### **9.1.3.1 GRAVEDAD ESPECÍFICA**

Oscila entre 1.028 – 1.034 expresada en grados de densidad. Al determinar la densidad de la leche con el lactodensímetro, ese valor debe ajustarse para una temperatura de 15°C, adicionando o restando el factor de corrección de 0.0002 por cada grado centígrado leído por encima o por debajo de los 15°C (Bandera, 2004).

### **9.1.3.2 DENSIDAD DE LA LECHE**

Está relacionada con la combinación de sus diferentes componentes: el agua (1.000 g/ml); la grasa (0.931g/ml); proteína (1.346g/ml); lactosa (1.666 g/ml) minerales (5.500 g/ml) y Sólidos no grasos (S.N.G. =1.616 g/ml) (Bandera, 2004).

Una leche enriquecida en materia grasa tiene una densidad más baja, por el contrario una leche descremada tiene una densidad superior propiedad que se calcula mediante la masa. La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm<sup>3</sup> a una temperatura de 15°C. La densidad mencionada (entre 1.028 y 1.034 g/cm<sup>3</sup>) es para una leche entera, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm<sup>3</sup>), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1.028 g/cm (Bandera, 2004).

### 9.1.3.3 pH (CONCENTRACIÓN DE HIDROGENIONES)

El pH es el logaritmo del inverso de la concentración de iones de hidrógeno. Cuando la concentración de iones de hidrógeno es de  $10^{-1}$  a  $10^{-7}$ , corresponde a un pH de 1 a 7 es decir, medio ácido. Si la concentración de iones de hidrógeno es de  $10^{-7}$  a  $10^{-14}$  (pH 7 a 14) el medio será alcalino (el pH =7 es neutro). Dichas variaciones depende del estado de sanidad de la leche y de los microorganismos responsables de convertir la lactosa en ácido láctico (Bandera, 2004).

### 9.1.3.4 ACIDEZ

La leche cruda presenta una acidez titulable resultante de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras corresponden a la acidez natural de la leche cruda y la cuarta reacción corresponde a la acidez que se va formando en la leche por acción de las bacterias contaminantes (Bandera, 2004).

#### 9.1.3.4.1 ACIDEZ NATURAL SE DEBE A:

- ✓ Acidez de la caseína anfótera, constituye cerca de 2/5 partes de la acidez natural.
- ✓ Acidez de las sustancias minerales, del CO<sub>2</sub> y de ácidos orgánicos naturales, aproximadamente las 2/5 partes de la acidez natural.
- ✓ Reacciones de los fosfatos, cerca de 1/5 parte de la acidez natural.

La determinación de la acidez de la leche es muy importante porque puede dar lugar a determinar el grado de alteración de la leche. Regularmente una leche fresca debe tener una acidez de 0.15 a 0.16%, valores menores pueden indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0.16%, indican que la leche contiene bacterias contaminantes (Bandera, 2004).

### 9.1.3.5 POTENCIAL DE OXIDORREDUCCIÓN

El potencial de oxidorreducción (Eh), mide las propiedades oxidantes (+) o reductoras (-) de una solución, el cual se visualiza en la corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos en la solución. La leche tiene un Eh (+) entre los valores de 0.20 a 0.30 voltios. El Eh de la leche se debe al contenido de: oxígeno, sustancias

reductoras naturales (reductasa aldehídica, ácido ascórbico y tratamientos tecnológicos) (Bandera, 2004).

La contaminación por bacterias incrementa el poder reductor de leche, ya que cuando las bacterias se multiplican hay un mayor consumo de oxígeno y producción de sustancias reductoras, reduciéndose el Eh, hasta valores negativos. Este fenómeno se utiliza para el análisis que se le hace a la leche con azul de metileno y la resazurina. La reducción del azul de metileno produce el leuco azul de metileno (incoloro) a un Eh de +0.054V y con la reducción de la resazurina (azul pizarra) se produce la resofurina (rosada) y la dihidrorresofurina (incolora), a un Eh de +0.18 y +0.19 V, la resazurina, reacciona antes que el azul de metileno y detecta la presencia de leucocitos. Mediante este método se podrá evaluar los cambios en la calidad de la leche (Bandera, 2004).

#### **9.1.3.6 PUNTO DE CONGELACIÓN**

Es una característica importante porque permite detectar la adición de agua en la leche. El punto de congelación de la leche debe oscilar entre un rango de  $-0.5130^{\circ}\text{C}$  a  $-0.565^{\circ}\text{C}$ . Los componentes que influyen en el punto de congelación de la leche son la lactosa y las sales coloidales. El aumento de la acidez reduce la viscosidad de la leche (Bandera, 2004).

El descenso Crioscópico normal observado en la leche se debe principalmente a la lactosa y sales minerales que se encuentran 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. Por este motivo el método Crioscópico solo puede ser aplicado a leches frescas, con una acidez no mayor de 20mL de NaOH 0,1 N/100mL de leche (0,18% ácido láctico), o no más de 5.000.000 ufc/mL. Por encima de ese valor es necesario introducir un factor de corrección (0,006  $^{\circ}\text{C}$  por unidad) (Bandera, 2004). 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. Esta puede calcularse conociendo el punto de congelación de la muestra, con ayuda de tablas de proporcionalidad o aplicando formulas especiales (Bandera, 2004).

#### **9.1.3.7 PUNTO DE EBULLICIÓN**

La ebullición de la leche se inicia a partir de los  $100,17^{\circ}\text{C}$ , pero cuando se reduce la presión del líquido, la ebullición ocurre a una temperatura menor. Este efecto es

aplicado en la producción de leches concentradas al evaporar la leche mediante la reducción de la presión utilizando el vacío, lográndose evaporar parcialmente la leche a temperaturas entre los 50 a 70°C, sin causar ningún deterioro a los componentes de la leche (Bandera, 2004).

#### **9.1.3.8 ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

Este valor expresa el fenómeno de desviación de la luz cuando atraviesa el aire e incide sobre la leche. Su valor oscila entre 1.3440 y 1.3485, siendo el resultado de la suma de los índices de refracción individual de los solutos o fase discontinua y del agua o fase continua de la leche. Cuando el valor de algunos de estos componentes se altera, cambia el valor del índice de refracción (Bandera, 2004).

#### **9.1.3.9 PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES**

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%.

#### **9.1.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA LECHE**

Es un fluido bastante complejo, formado por aproximadamente el 80 a 87.5% de agua y el 12 a 12.5% de sólidos o materia seca total (Pascual, 2000).

##### **9.1.4.1 AGUA**

Es la fase continua de la leche y es el medio de transporte para sus componentes sólidos y gaseosos. Se encuentra en dos formas, el agua libre y el agua de enlace. El agua libre es la de mayor cantidad y en ella se mantiene en solución la lactosa y las sales. El agua libre es la que sale en el suero de la cuajada. El agua de enlace, es la formada por la cohesión de los diferentes componentes no solubles, se encuentra en la superficie de estos compuestos y no forma parte de la fase hídrica de la leche por lo cual su eliminación es bastante difícil (Pascual, 2000).

##### **9.1.4.2 GRASA**

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración

demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2,0 a 2,5%).

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos (Figura 3). Las proporciones de ácidos grasos de diferente largo determina el punto de fusión de la grasa y por lo tanto la consistencia a la mantequilla que deriva de ella. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) producidas de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal. Esta es una característica única de la grasa de la leche comparada con otras clases de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados linoleico y linolénico. (WATTIAUX 2005)

#### **9.1.4.3 HIDRATOS DE CARBONO**

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa (Figura 1). A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación. Las moléculas de las que la lactosa se encuentra constituida se encuentran en una concentración mucho menor en la leche: glucosa (14 mg/100 g) y galactosa (12 mg/ 100 g). En una proporción significativa de la población humana, la deficiencia de la enzima lactasa en el tracto digestivo resulta en la incapacidad para digerir la lactosa. La mayoría de los individuos con baja actividad de lactasa desarrollan síntomas de intolerancia a grandes dosis de lactosa, pero la mayoría puede consumir cantidades moderadas de leche sin padecer malestares. No todos los productos lácteos poseen proporciones similares de lactosa. La fermentación de lactosa durante el procesado baja su concentración en muchos productos, especialmente en los yogures y quesos. Además, leche pre tratada con lactasa, que minimiza los problemas asociados con la intolerancia a la lactosa, se encuentra disponible en el mercado.

#### **9.1.4.4 PROTEÍNAS**

La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2.9% al 3.9%). Esta proteína láctea. Es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes

y de pesos moleculares distintos, (ver figura 1). Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). (AGUDELO 2005)

#### **9.1.4.5 LA CASEÍNA**

Es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$  caseína), en la leche también se encuentra la albúmina y la globulina. El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece al contenido en aminoácidos que se separan de la parte acuosa por acción de las enzimas como la renina o la quimiocina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de los quesos. (LERCHE).

El comportamiento de los diferentes tipos de caseína en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal provee las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche. (WATTIAUX 2005)

La albúmina es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, con una cifra aproximada de 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas. Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica. (LERCHE).

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre. También es posible que parte se produzca en las células del parénquima mamario. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína, que es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de sólo unas milésimas de dicho porcentaje en las últimas etapas de la lactancia. (LERCHE).

#### **9.1.4.6 ELEMENTOS MINERALES**

La leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros, yoduros. Además, se reconoce la presencia de otros en cantidades vestigiales, como el aluminio, molibdeno y plata. En la membrana de los glóbulos grasos se encuentran en mayor concentración el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc. Una parte de los metales, sobre todo los alcalinos y los halógenos, se encuentran libres en forma de iones en solución. El calcio, por el contrario, se halla en su mayor parte ligado a la caseína. Tan sólo un tercio del calcio y del magnesio se encuentra en disociación iónica.

Además de los cloruros y fosfatos, deben mencionarse también los citratos, presentes en una cuantía media de 2.3 gr/Lt. (LERCHE).

#### **9.1.4.7 ENZIMAS**

Las enzimas contenidas en la leche se aprovechan para efectos de inspección y control, ya que muchas de ellas influyen en la calidad de la leche y en el origen de distintas alteraciones. Las enzimas de la leche carecen de valor desde el punto de vista alimenticio, sobre todo para los organismos ya desarrollados. (Decreto 2437).

Las enzimas lácteas tienen dos orígenes: las corporales y las enzimáticas. Las primeras llegan directamente a la leche en la que se encuentran en forma libre procedentes de la sangre, o bien de las células corporales. Pero también pueden llegar a la leche con las células. En ambos casos se trata de enzimas originadas en el organismo. Las segundas se originan en la leche misma, producto de la acción de los gérmenes. (LERCHE).

Existen dos grupos de enzimas: las hidrolasas cuyo mecanismo de acción se caracteriza por un desdoblamiento hidrolítico, a este grupo pertenecen entre otras, las estererasas, lipasas, carbohidratasas y proteasas. Entre las estererasas es importante la lipasa que actúa cuando la leche es depositada sin refrigeración, dándole un sabor rancio. Las lipasas se inactivan a temperaturas superiores a los 60°C, por lo tanto no son evidenciables después de la pasteurización. A las estererasas pertenecen también las fosfatasa que se dividen en ácidas y alcalinas, la fosfatasa alcalina se encuentra preferentemente en la membrana proteica de los glóbulos grasos y es inactivada al someter la leche a procesos de calentamiento (62°C durante 30 minutos o a 72°C 15 segundos). (LERCHE).

El otro grupo importante de enzimas son las oxido-reductasas, las más importante son la catalasa y la peroxidasa que sirven como indicadores de la calidad microbiológica de la leche. (LERCHE).

#### **9.1.4.8 MATERIA SECA DE LA LECHE**

Está formada por los compuestos sólidos de la leche pueden determinarse por el método directo mediante la evaporación de la fase acuosa de la leche, o por el método indirecto, mediante la relación de la densidad y su contenido de grasa y a partir de estos datos la cantidad de materia seca se puede calcular mediante las siguientes fórmulas (Pascual, 2000):

$$\%S.T = (\text{Densidad} - 1) * 250 + (1.2 * \%M.G^*) + 0.14$$

**Tabla 2. Características fisicoquímicas de la leche**

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 expresada como ácido láctico %m/v	0,13	0,17
Índice °C	-0,530	-0,510
Crioscópico °H	-0,550	-0,530
<b>CONDICIONES ESPECIALES</b>		
Estabilidad proteica en presencia de alcohol	No debe coagular por la adición de un volumen igual de alcohol de 68% <i>m/m</i> o 75% <i>v/v</i> en volumen o 78% <i>v/v</i> si es para UHT	
No presentar residuos de antibióticos	En niveles superiores a los permitidos	
Aspecto, sabor, olor y color propios de la leche según la especie		
Proteína	Mínimo de 2,9%	

Fuente: Decreto 616 de 2006, Min de la Protección Social

### 9.1.5 CALIDAD DE LA LECHE

**Tabla 3. Características microbiológicas de la leche cruda.**

Índice permisible	Unidades
Recuento de mesófilos aerobios ufc/ml	700,000

Fuente: decreto 2838 del 2006. Ministerio de la protección social. Modificación parcial del Decreto 616 de 2006.

Existen diferentes factores que influyen notablemente en las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de estructura de la leche, y que determinan su variabilidad, su complejidad y alterabilidad (Pascual, 2000):

Como la leche es un producto netamente biológico es susceptible de variación en su composición y propiedades por diferentes factores como son:

#### **9.1.5.1 FACTORES GENÉTICOS.**

La leche tiene diferente composición de acuerdo a la especie o raza del mamífero que provenga, se sabe que existe cerca de 150 especies y se observa que el contenido de extracto seco varía entre el 8 y el 65%, la materia grasa entre el 1 y 19%, los carbohidratos entre el 0,1 y el 10% y las cenizas entre el 0.1 y 2.0%. Las únicas especies que se crían especialmente para la producción de leche son las especies de los rumiantes (vaca, cebú, búfalo, cabra y oveja) (Pascual, 2000).

Con respecto a la raza se sabe que existen razas para producción de leche y de carne, muy resistentes a condiciones climatológicas y de acuerdo a estas diferencias de raza, se tienen diferente rendimiento de leche y de su composición (Pascual, 2000).

#### **9.1.5.2 FACTORES FISIOLÓGICOS**

Como la etapa y el número de lactaciones, por ejemplo al inicio se presentan el calostro que tiene propiedades diferentes a la de la leche normal; Las etapas de lactación es un factor relevante, teniendo en cuenta que el número de lactaciones influye en la composición de la leche, especialmente en la grasa, proteína, lactosa, calcio, sodio y potasio (Pascual, 2000).

#### **9.1.5.3 EFECTOS PATOLÓGICOS DE LA VACA**

En especial la mastitis, que como consecuencia de las bacterias patógenas disminuye considerablemente el rendimiento lechero, ocasionando un aumento en las células somáticas especialmente leucocitos, además se aumenta la actividad

enzimática. La mastitis aunque no causa mucho problema en la producción lechera sí es causante de grandes pérdidas en el hato ganadero (Pascual, 2000).

#### **9.1.5.4 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

#### **9.1.5.5 COMPONENTES INDESEABLES EN LA LECHE**

La leche y sus subproductos son alimentos perecederos. Altos estándares de calidad a lo largo de todo el procesado 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 la finca 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. 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.

#### **9.1.5.6 FACTORES AMBIENTALES Y DE MANEJO**

Como la alimentación, el clima y el sistema de ordeño. Estos factores influye principalmente en el rendimiento lechero pero es poco perceptible en la composición de la leches. Sin embargo la ración alimenticia puede modificar el contenido y la composición de grasa. Una dieta pobre en proteínas ocasiona una disminución en el contenido proteico, pero una dieta rica en proteínas aumenta el porcentaje de nitrógeno no proteico (Pascual, 2000).

También es posible que la leche sea contaminada por sustancias extrañas como los antibióticos, pesticidas y otras sustancias contaminantes, ocasionando problemas en el proceso de la leche y también en la salud a los consumidores (Pascual, 2000).

## **9.2 CALIDAD HIGIÉNICA DE Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE**

Debido a las características nutricionales de la leche, se pueden desarrollar una gran cantidad de microorganismos entre los cuales están los que producen la fermentación de la lactosa obteniéndose el ácido láctico que conduce a la floculación debido al componente proteico, que en términos caseros se le denomina “leche cortada” ( Magariños, 2000).

La leche fresca tiene un período de duración muy corto por lo que se considera un alimento altamente perecedero, ello obliga a tener especiales medidas sanitarias y de Buenas prácticas de manufactura (B.P.M.) para evitar la proliferación de microorganismos patógenos que afecten su calidad así mismo permitir la inactivación de enzimas, durante su procesamiento ( Magariños, 2000).

A nivel de finca, hay varios momentos en los cuales se puede contaminar la leche:

### **9.2.1 EN EL ANIMAL ANTES DEL ORDEÑO:**

Se recomienda en primer lugar eliminar los primeros chorros de leche, descartando la posibilidad de la presencia de leches con grumos, ya sean calostros o por consecuencia de la mastitis que suele afectar a estos animales, evitando de esta manera que se mezcle con la leche de producción (Magariños, 2000).

### **9.2.2 DURANTE EL ORDEÑO:**

El personal no debe abandonar esta actividad para realizar sus necesidades fisiológicas, u otro tipo de actividad que incida a la contaminación de la leche (Magariños, 2000).

Las cantinas y baldes donde se deposita la leche no deben ser empleados para otros fines ajenos a esta labor, como para almacenar soluciones o químicos, ya que esto aumenta la posibilidad de contaminación. Antes de depositar la leche en la cantina donde posteriormente se transporta, se debe pasar por un filtro con el propósito de disminuir la presencia de materiales extraños como pastos, pelos, estiércol, etc., las cantinas deben estar limpias y cerrarse herméticamente (Magariños, 2000).

### **9.2.3 DESPUÉS DEL ORDEÑO:**

La leche se debe conservar en un lugar bajo la sombra hasta que llegue el carro recolector, evitando dejar las cantinas mal tapadas. Una vez entregada la leche, se debe disponer al lavado inmediato de las cantinas con agua limpia, jabón y desinfectante, evitando que la leche se pegue a las paredes y se convierta en un foco de contaminación (Magariños, 2000).

### **9.3 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LA LECHE**

La leche, por ser un producto muy perecedero, fácilmente contaminable y muy sensible a las altas temperaturas (por los efectos que esta causa), sugiere especiales consideraciones en su recolección, transporte y fundamentalmente en el aspecto higiénico.

Teniendo en cuenta estoy considerando que la temperatura de producción de la leche (en el ordeño) es de aproximadamente 37°C (que es una temperatura óptima para el desarrollo de microorganismos), se deduce que el mejor método para lograr mantener por más tiempo la leche fresca es enfriarla, y hacerlo a temperaturas inferiores a 10°C en las dos primeras horas de su ordeña y mantenerla en lo posible a estas temperaturas bajas (preferentemente 4°C) hasta el momento de su tratamiento industrial.

Lo ideal sería el enfriamiento en el propio tambo, y así se hace en aquellos que por su dimensión productiva lo permiten, pero cuando se trata la recolección en granjas pequeñas, razones de orden económico impiden implementar un sistema de enfriamiento.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la recolección de leche sugiere tres alternativas posibles:

1º) Envío inmediato de la leche, luego de su ordeño; esto es válido siempre que el lugar de producción sea relativamente cercano a la planta industrial.

2º) Tratamiento de frío en el lugar de producción.

3º) Envío de la leche a un centro recolector y de ahí se la transporta a la planta industrial.

La primera alternativa es válida (amen de la localización cercana) para unidades de producción relativamente grandes y que además tengan métodos de producción similares, pues de lo contrario se puede dar el caso de mezclas de leches de muy distintas valoraciones. Se hace en camiones cisternas de capacidad mayor de 4000

I. Generalmente el camión al coleccionar la leche, mide la cantidad y saca o recoge muestras para su análisis y valoración.

En cuanto a la segunda alternativa, el tratamiento de frío a la leche se realiza luego de la ordeña en la misma unidad de producción. Hay casos en que la leche es enfriada y en esta condición térmica enviada luego a la industrializadora, en otros casos existen tanques de enfriamiento y almacenamiento. En los casos de enfriadores se utiliza agua helada o gases refrigerantes como medio para alcanzar las temperaturas deseadas utilizando intercambiadores de calor que reemplaza en la mayoría de los casos a los enfriadores de cortina que consiste en una serie de tubos horizontales por donde fluye el medio refrigerante, mientras que la leche cae sobre ellos formando una cortina, a pesar de ser económico y rápido tienden a ser reemplazados pues expone la leche a la contaminación por contacto con aire y polvo, siendo además difícil de higienizar eficientemente. En el otro caso, la existencia en el tambo de tanques de enfriamiento y almacenamiento permite que la leche pueda recolectarse cada dos días o más. Son fabricados generalmente en acero inoxidable y con capacidades desde 100 hasta 2000 litros o más; la leche es enfriada alrededor de 4°C.

Finalmente, la tercer alternativa, ya se comentó que era la instalación de centro de recolección que recibe diariamente la leche de los productores de la zona que abarca. El tamaño y las características de estos centro de recolección varían según de acuerdo a las condiciones de producción de la zona. A estos centros de recolección la leche llega en tarros o en camiones cisternas y su capacidad es de 400 a 1500 litros en un centro chico y de 3000 a 10000 litros en los centros grandes. En estos lugares de recolección generalmente se instalan equipos de enfriamiento y/o almacenamiento, pues la leche que reciben es la que recién se ordeña; efectúan el control de peso de cada abastecedor y pueden sacar muestras de cada uno de ellos, además (y especialmente si se trata de centros de recolección grande) selecciona la leche y la clasifica para su pago. Suelen estar provistos también con equipos de laboratorio para análisis elementales y por supuesto, los equipos y tanques necesarios para el enfriamiento de la leche.

### **9.3.1 TRANSPORTE DE LA LECHE**

Hasta no hace mucho tiempo los tarros lecheros eran el medio más usado para el transporte, pero han sido reemplazados por los camiones cisterna; pero aún se usan (en algunas partes), teniendo en cuenta que hay muchos pequeños productores de 50, 100 y 200 litros diarios solamente. Dichos tarros son de 40 y 50 litros generalmente, eran de diseño estandarizado y construidos de hierro estañado, acero inoxidable o aluminio. Actualmente es de uso generalizado los tanques cisternas que llevan la leche hasta la planta industrial desde los centros de

recolección o bien desde la misma unidad de producción si esta es de gran producción (los pequeños productores, envían en tarros la leche hacia los centros de recolección). Estos tanques se utilizan para el transporte por medio de camiones, son generalmente de acero inoxidable; también los hay de aluminio. Los tanques son construidos con doble pared y aislados, en general, con corchos; su sección es circular o elíptica (el circular es de más fácil higienización y el elíptico permite mayor estabilidad en el viaje). Generalmente los tanques están divididos en secciones para evitar el batido de la leche pues puede ocasionar la separación de la grasa.

### **9.3.2 RECEPCIÓN DE LA LECHE.**

En la recepción de la planta industrial láctea, se recibe, se verifica y se registra la cantidad de leche que entra; a su vez se descarga la leche en un tanque de recepción y de allí se pasa a un tanque de almacenamiento; generalmente, como paso previo a su almacenaje, la leche pasa por un enfriador y de un filtro o clarificador.

Antiguamente, cuando el medio de transporte más frecuente eran los tarros, había en la recepción plataformas de descarga, cintas transportadoras de tarros, lavaderos de tarros (externos e internos), etc. pero en la actualidad estas operaciones resultan facilitadas pues al utilizarse los camiones cisternas se hace más dinámica las operaciones de recepción pues la descarga se hace por bombeo.

Por general, la leche que se descarga, va en primer lugar hacia un tanque de balanza donde se pesa y se extraen muestras; de ahí pasa, previo paso por clarificadores y enfriadores a un tanque de almacenamiento. Suele haber en algunas plantas un tanque intermedio con capacidad hasta el doble del tanque de balanza, de manera que el vaciado de los camiones, no haga del tanque de balanza un “cuello de botella” para la alimentación de los enfriadores.

Estos tanques son en la mayoría de los casos de acero inoxidable, y cuentan con agitadores; esto es importante para uniformizar la leche contenida en ellos, pues de ellos se sacan muestras para análisis que deben ser representativos.

A efectos de medir la cantidad de leche que llega, puede hacerse de distintas maneras: una de ellas es por medida del nivel del tanque de balanza, pero no es un método demasiado exacto, especialmente si los tanques son grandes; otra manera es pesando en la balanza (de donde deriva el monto del tanque); en este caso también se mide la densidad en los casos que se paga por volumen de leche; la tercera manera de medir la cantidad de leche es por medio de un rotámetro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### GRASA

**Tabla 4. Resumen Estadístico para Grasa**

Recuento	400
Promedio	3,6789
Mediana	3,675
Moda	3,66
Varianza	0,189514
Desviación Estándar	0,435332
Coefficiente de Variación	11,8332%
Mínimo	1,11
Máximo	6,47
Rango	5,36

Según calderón Alfonso y col. En 2006, en un estudio realizado como indicadores de calidad en leches en diferentes regiones de Colombia, establece una clasificación de la leche de acuerdo a algunos parámetros. Tabla, que presenta con su respectiva fuente.

**Tabla. 5 Clasificación de las leches de acuerdo con algunos parámetros de calidad**

Parámetro	Excelente	Buena	Regular	Mala
Densidad (gr/ml)	> 1,029	> 1,029	1,028 – 1,029	< 1,028
Lactosa %	> 5,3	5,3 – 4,9	4,9 – 4,6	< 4,6
Proteína %	> 3,2	3,2 – 2,8	2,8 – 2,6	< 2,6
Grasa %	> 3,5	3,5 – 3,3	3,3 – 3,0	< 3,0
Solidos no grasos	> 8,7	8,7 – 8,4	8,4 – 8,0	< 8,0
Solidos totales	>12,2	11,0 – 12,0	11,3 – 11,8	< 11,3

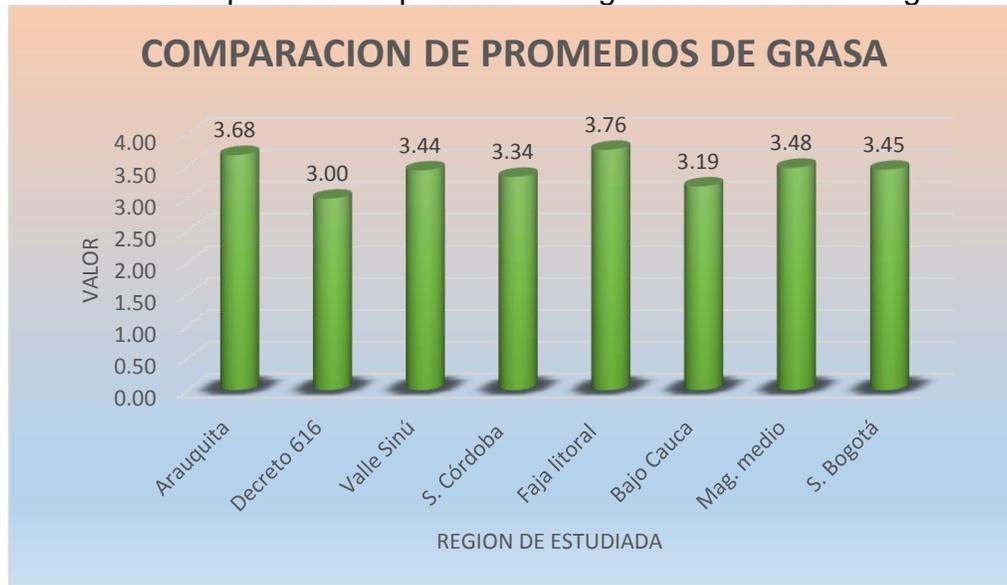
Y donde Las variables fueron analizadas a través de métodos de estadística descriptiva como el número de fincas o de observaciones de los parámetros analizados (n), el promedio (X), la desviación estándar (SD), el valor mínimo (V Min) y valor máximo (V Max). Se usó el programa estadístico SAS (System Analysis Software) y obteniendo resultados como:

**Tabla 6. Análisis estadístico para grasa en la leche en algunas regiones de Colombia**

Variable	Procesadora	Región	Recuento(n)	Promedio (x)	Desviación estándar (SD)	V. Min	V. Max
% Grasa	1	Valle Sinú	60	3,44	0,22	3,04	4,02
		S. Córdoba	35	3,34	0,14	3,06	3,66
	2	Faja litoral	112	3,76	0,43	2,85	4,99
	3	Valle Sinú	5	3.66	0.15	3.50	3.90
		S. Córdoba	44	3.55	0.40	2.80	4.50
		Bajo Cauca	48	3.19	0.30	2.60	3.96
	4	Mag. medio	2237	3.48	0.50	2.50	6.80
	7	S. Bogotá	8018	3.45	0.30	2.60	5.70
		S. Córdoba	45	3,17	0,18	2,88	3,59
		Bajo Cauca	50	3,14	0,18	2,81	3,52

De acuerdo a los datos obtenidos en la presente investigación y comparándolos con los obtenidos los estudios anteriores, podemos clasificar que la leche que actualmente se comercializa por APROCOLEDA en el municipio de Arauquita es de excelente calidad en grasa, y que se encuentra en promedio muy por encima del valor mínimo exigido por el decreto 616, y se confirma lo expuesto por Calderón Alfonso y col. En su estudio donde señalaban que en el Piedemonte Llanero, en el 45.5% de las vacas; el porcentaje de grasa fue superior al 3.5% y destacan estos valores como una ventaja comparativa del sistema doble propósito (Parra A Martínez). De igual forma se afirma que la grasa es el componente más variable en la leche, es al mismo tiempo el que más cambios sufre por efecto genético, fisiológico y nutricional (Sutton A Altering, y col).

**Grafica 1. Comparación de promedios de grasa en diferentes regiones de Colombia**



## SOLIDOS NO GRASOS

**Tabla 7. Resumen Estadístico para SNG de leche comercializada en Arauquita.**

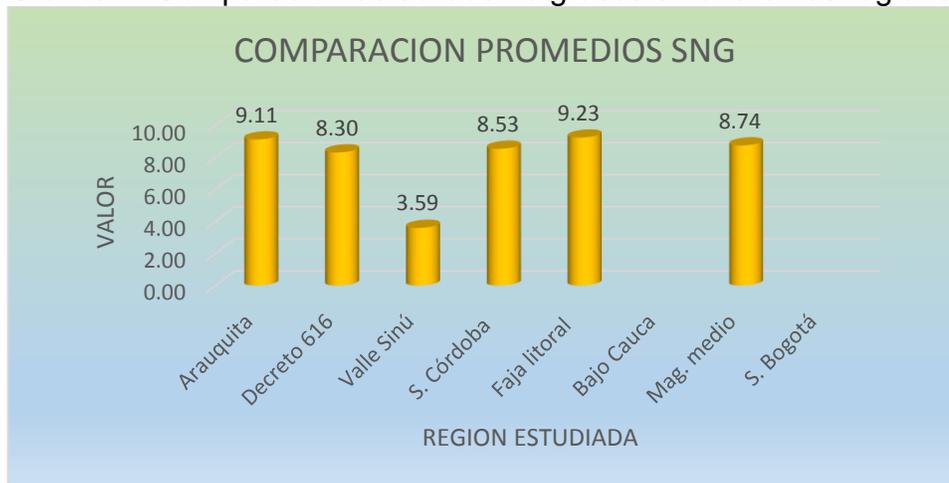
Recuento	400
Promedio	9,11445
Mediana	9,13
Moda	9,26
Varianza	0,0564308
Desviación Estándar	0,237552
Coefficiente de Variación	2,60632%
Mínimo	8,16
Máximo	9,96
Rango	1,8

**Tabla 8. Análisis estadístico para SNG en algunas regiones de Colombia**

Variable	Procesadora	Región	Recuento(n)	Promedio (x)	Desviación estándar (SD)	V. Min	V. Max
% SNG	1	Valle Sinú	60	8.59	0.19	8.15	8.91
		S. Córdoba	35	8.53	0,14	8,29	8.76
	2	Faja litoral	111	9.23	0,36	8,09	10.24
	4	Mag medio	2228	8.74	0,28	6,40	9.86

En el caso de los SNG, se presenta una riqueza composicional que le da a la leche del municipio el poder estar muy por encima al valor mínimo reglamentado en el decreto 616, y que comparado con el estudio realizado por Calderón Alfonso y col. Le permite posicionarse como la segunda mejor leche en SNG de los diferentes lugares analizados, este factor lo podemos relacionar con la baja producción lechera que se presenta en la mayoría de los bovinos debido al efecto de un menor factor de dilución (Campabadall C.).

**Gráfica 2. Comparación de sólidos no grasos en diferentes regiones de Colombia**



## DENSIDAD

**Tabla 9. Resumen Estadístico para Densidad de leche comercializada en Arauquita**

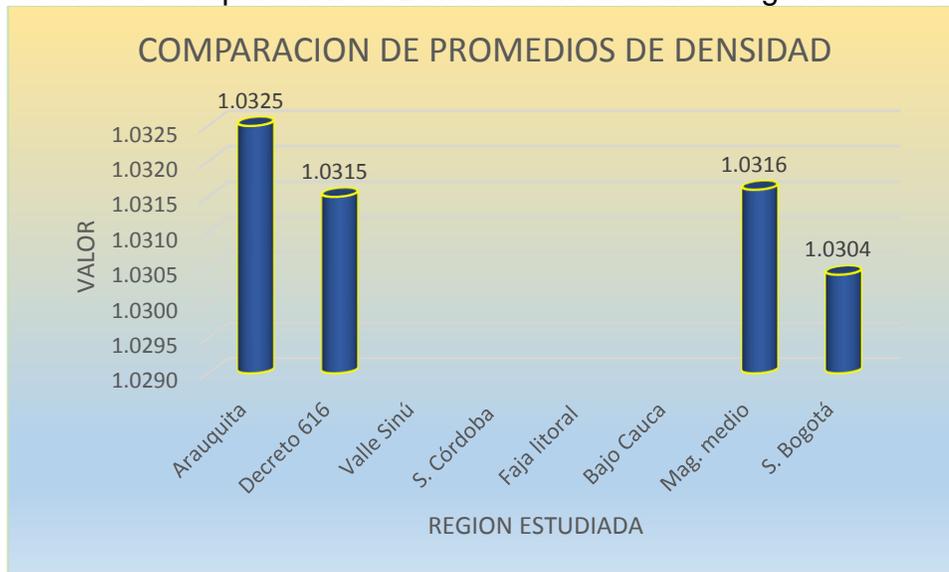
Recuento	400
Promedio	1,03248
Mediana	1,0326
Moda	1,0332
Varianza	0,00000141291
Desviación Estándar	0,00118866
Coefficiente de Variación	0,115127%
Mínimo	1,0285
Máximo	1,0355
Rango	0,007

**Tabla 10. Análisis estadístico para Densidad en algunas regiones de Colombia**

Variable	Procesadora	Región	Recuento(n)	Promedio (x)	Desviación estándar (SD)	V. Min	V. Max
Densidad	4	Mag medio	2250	1,0316	0,0013	1,0080	1,0460
	7	S. Bogotá	8052	1,0304	0,0014	1,0010	1,0349

Los valores obtenidos en el presente análisis permiten catalogar la leche como de excelente calidad, destacando que se encuentran dentro de lo establecido en el decreto 616 de 2006, valores mínimos están asociados a la presencia de agua, y valores máximos podrían estar asociados con altos porcentajes de proteína y sólidos totales, según lo expuesto por (BERNAL et al., 2007).

**Grafica 3. Comparación de Densidad en diferentes regiones de Colombia**



## PROTEINA

**Tabla 11. Resumen Estadístico para PROTEINA de leche comercializada en Arauquita**

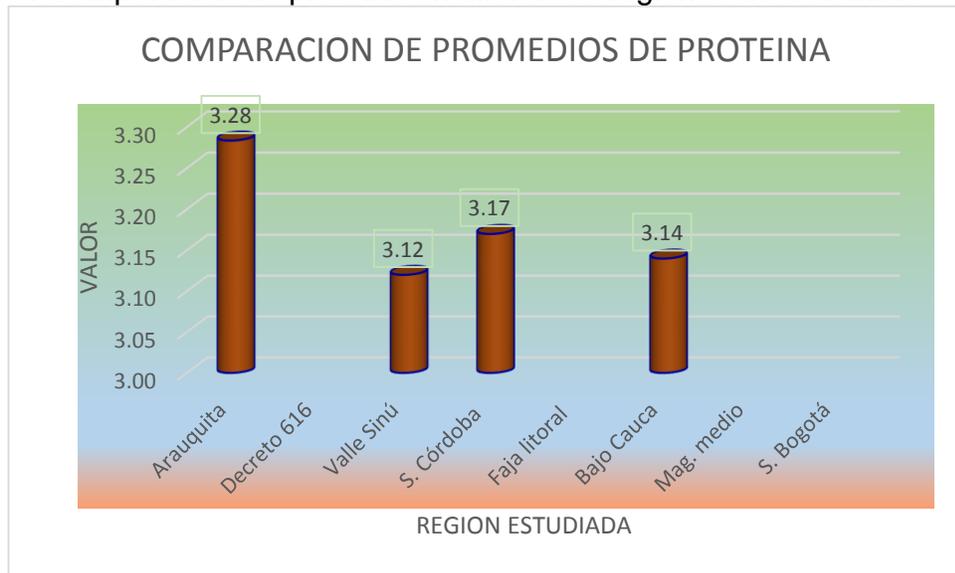
Recuento	400
Promedio	3,28352
Mediana	3,3
Moda	3,3
Varianza	0,0198755
Desviación Estándar	0,140981
Coficiente de Variación	4,29357%
Mínimo	2,07
Máximo	3,56
Rango	1,49

**Tabla 12 Análisis estadístico para Proteína en algunas regiones de Colombia**

Variable	Procesadora	Región	Recuento(n)	Promedio (x)	Desviación estándar (SD)	V. Min	V. Max
% proteína	3	Valle Sinú	5	3,12	0,14	2,96	3,30
		S. Córdoba	45	3,17	0,18	2,88	3,59
		Bajo Cauca	50	3,14	0,18	2,81	3,52

La investigación arrojó en comparación con otros estudios (Calderón Alfonso y col) (Rodríguez R Virgelina), que el % de proteína se encuentra por encima de los encontrados en otras regiones, factores que pueden estar asociados a los bajos niveles de producción de leche por animal, ya que existe un menor factor de dilución (Campabadall C.) y además ratifica lo encontrado por (Calderón Alfonso y col) en su estudio, donde encuentra que en sistemas doble propósito del Piedemonte llanero, en el 84.6% de las vacas, el porcentaje de proteína fue superior al 3.0% y destacó este valor como una ventaja comparativa de la leche del sistema doble propósito, y relaciona estos altos valores a la posibilidad de la mayor proporción de los cruces con razas Bos taurus que predomina en este sistema para esta región (Parra A, Martínez S y col).

Grafica 4. Comparación de proteína en diferentes regiones de Colombia



## CONCLUSIONES

El análisis fisicoquímico es uno de los más importantes pasos para establecer metas a seguir en cualquier empresa láctea en el área del mercadeo de la materia prima y sus productos, que le permite tener la carta de presentación al consumidor o intermediario a cerca de la calidad final que presenta el derivado, producto o materia prima.

Para los análisis fisicoquímicos es de vital importancia contar con la calibración de los equipos que le permitan tener la seguridad y confiabilidad de los resultados obtenidos y mejor descripción del análisis en la estadística.

Para la tabulación de los datos se hace necesario contar con la destreza para manejar y entender el análisis que se debe realizar e interpretar cada una de las variables estadísticas aplicadas a los datos.

Los análisis estadísticos obtenidos en el presente proyecto permiten estar seguros de la calidad composicional de la leche comercializada por APROCOLEDA en el municipio de Arauquita, como también estimar la posible calidad de la che que se comercializa en el resto del departamento.

La caracterización fisicoquímica de la leche cruda que se comercializa por APROCOLEDA, le permite a todos los productores de leche del departamento, solicitar inversiones del orden municipal, departamental y nacional, a través de las diferentes asociaciones campesinas existentes en el departamento, en busca del mejoramiento de la cadena láctea, su comercialización y transformación, asociado con el mejoramiento genético de las ganaderías lecheras teniendo una clara proyección de las características de la genética a utilizar en casos del mejoramiento gético. Además se abren nuevas puertas para la inversión al sector agrario en renglones de sistemas de alimentación bovina ya sea en productos frescos, ensilajes, bancos mistos de proteína entre otros que permitan una mejor y mayor producción de leche.

Con el desarrollo del presente proyecto se brinda una mayor seguridad a la inversión de la cadena láctea en el departamento de Arauca, ya que se resalta la calidad composicional de la leche que se produce en la región, lo que permite fomentar el desarrollo de empresas transformadoras de leche, asegurando una calidad excepcional de cada uno de los derivados lácteos.

La ejecución del presente proyecto le permite a APROCOLEDA, iniciar el cambio en su razón social al pasar de acopio de leche hacia la nueva meta “transformación de leche”

## BIBLIOGRAFÍA

Decreto 616 del 28 de Febrero del 2006, establecida por el Ministerio de Protección Social en Colombia.

Decreto 2838 del 24 de agosto del 2006, establecida por el Ministerio de Protección Social en Colombia.

Decreto 3075 DE 1997, establecida por el Ministerio de Protección Social en Colombia

Walstra, P. y Janes, R. 1997. Química y Física Lactológica. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp. 423

Amiot, J. 1991. Ciencia y tecnología de leche. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp. 33-35.

BONATO, P.; DISEGNA, L.; SPOLAOR, D. Effetto di razza ed ambiente sulle caratteristiche chimiche e reologiche dei latt. Scienza e tecnica lattiero-casearia.

BONATO, P.; DISEGNA, L.; SPOLAOR, D.; ZANATTA, P. Effetto di stagione, stadio di lattazione e tecnica di alimentazione sulle caratteristiche chimiche e reologiche dei latt. Scienza e tecnica lattiero-casearia.

RAMÍREZ, R.; BRAVO, H. Evaluación de la calidad físico química de la leche cruda proveniente de cuatro municipios del estado Portuguesa en tres épocas del año.

Ruvalcaba, S. 1994. Bioquímica de la leche. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. pp. 39

Fernández, L. 2005. Composición química de la leche. Editorial Burgos. México D.F. pp. 42-43.

Wastra, Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos, Ed. Acribia, Zaragoza, 2001. ([www.tecnolacteos.com](http://www.tecnolacteos.com))

Páez, Lucy; López, Nancy; Salas, Keyla; Spaldiliero, Antonio; Verde, Omar Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela Científica, vol. 12, núm. 2, abril, 2002, p. 0 Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal, México

Vanegas D B y Martínez M. Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche en el municipio de Chipaque Cundinamarca y su comercialización (Colombia); Escuela de Ciencias Animales Universidad de los Llanos; Rev. Sist prod agroecol. Vol 2: Núm: 2: 2011

Fernández, A. 2006. Determinación del índice de bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda versus leche pasteurizada que se comercializan en la zona urbana de la Ciudad de Popayán. UNAD. Popayán. pp. 24- 25,33.

Ballen, M. 2002. Manual técnico de derivados lácteos I. UNAD. Bogotá D.C. pp. 73-77.

Bandera, M. 2004. Manual de control de calidad para leche fresca. COOLESAR. Valledupar. pp. 11-12.

Pascual, A. 2000. Microbiología Alimentaria, metodología analítica para alimentos. Segunda edición. Editorial Díaz de Santos S.A. Madrid (España). pp. 281.

WATTIAUX Michel. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera Universidad de Wisconsin Madison [Citado 3 de junio de 2005]. Disponible en:  
<http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/19.es.pdf>

LERCHE, Martín. Inspección veterinaria de la leche. Ed. Acriba; Zaragoza España, 1.69; p 188.

Magariños, H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Segunda edición. Editorial Orbe. Chile. pp. 69-73.

Composición de la leche y valor nutricional Michel A. Wattiaux. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison

LERCHE, Martin. Inspección veterinaria de la leche. Ed. Acribia; Zaragoza España, 1.69; pag 188

WATTIAUX Michel. Instituto Babook para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad de Wisconsin Madison. Disponible en <http://babcok.cals.wisc.edu/downloads/de/19.es.pdf>

Divier Antonio Agudelo Gómez; 2005. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE GANADO VACUNO. Corporación Universitaria Lasallista Antioquia

ALFONSO CALDERÓN, FREDY GARCÍA, GLORIA MARTINEZ. Indicadores De Calidad De Leches Crudas En Diferentes Regiones De COLOMBIA. Revista MVZ Córdoba.

Parra A, Martínez S, Castañeda P, Vargas S. Mastitis y calidad de la leche en el Piedemonte del Meta y Cundinamarca. Boletín de Investigación. No 02. Villavicencio: Corpoica Pronata; 1998.

Sutton D. Altering milk composition by feeding. J Dairy Science 1989.

Campabadall C. Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. Memorias. II Seminario internacional sobre calidad de la leche. Colanta. Medellín, Colombia. 1999.

BERNAL, M.L.R.; ROJAS, G.M.A.; VÁZQUEZ, F.C.; ESPINOZA O.A.; ESTRADA, F.J.; CASTELÁN, O.P.A. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México.

RODRÍGUEZ, R. VIRGINIA MSc., CALDERÓN, R. ALFONSO MSc., VERGARA, G. OSCAR. CALIDAD DE LECHE CRUDAS EN TRES EMPRESAS ACOPIADORAS EN CÓRDOBA.