

**MANUAL DE PREPARACIÓN Y ESTANDARIZACION DE
SOLUCIONES EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS FÍSICO-
QUÍMICO DE LECHE, EN EL LABORATORIO DE
CONTROL DE CALIDAD DE LA COOPERATIVA LECHERA
COLANTA.**

Presentado por:

CESAR AUGUSTO CASTAÑO HURTADO

71081

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA DE QUIMICA
ARMENIA, noviembre de 2006**

**MANUAL DE PREPARACIÓN Y ESTANDARIZACION DE
SOLUCIONES EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS FÍSICO-
QUÍMICO DE LECHE, EN EL LABORATORIO DE
CONTROL DE CALIDAD DE LA COOPERATIVA LECHERA
COLANTA.**

(PROYECTO PASANTIA EMPRESARIAL)

CESAR AUGUSTO CASTAÑO HURTADO

71081

Presentado a:

CONSEJO CURRICULAR

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA DE QUIMICA
ARMENIA, noviembre de 2006**

CONTENIDO

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. TITULO DEL PROYECTO | 4 |
| 2. INTRODUCCION | 5 |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 6 |
| 4. JUSTIFICACION | 7 |
| 5. OBJETIVOS | 8 |
| 6. MARCO TEORICO | 10 |
| 7. METODOLOGIA | 81 |
| 8. CONCLUSIONES | 83 |
| 9. BIBLIOGRAFIA | 85 |

1. TITULO DEL PROYECTO

MANUAL DE PREPARACIÓN Y ESTANDARIZACION DE SOLUCIONES EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LECHE, EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA COOPERATIVA LECHERA COLANTA.

2. INTRODUCCION

Mediante esta práctica industrial realizada en la cooperativa lechera Colanta de Armenia, se recopiló, clasificó y se dio a conocer todas las técnicas de análisis y la preparación de todos los reactivos que se utilizan a diario en el laboratorio de control de calidad en los análisis fisicoquímicos de la leche, incluyendo también, aquellos reactivos que se utilizan en los llamados “análisis especiales” cuya finalidad es la determinación de sustancias adulterantes como harinas, almidones, sacarosa, cloruros, colorantes y agentes de conservación. Para esto se hizo un manual de preparación y estandarización de reactivos para los diferentes análisis fisicoquímicos de la leche.

Este manual será una obra didáctica que ofrecerá conocimientos básicos y técnicos puestos al día y presentado con la preocupación constante de facilitar su comprensión y que pueda constituir un instrumento de trabajo apropiado para los analistas fisicoquímicos y practicantes de control de calidad de la planta de procesamiento de leche “Cooperativa Lechera Colanta” de Armenia.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la planta de procesamiento de leche “Cooperativa Lechera Colanta Ltda.” de Armenia, se practican todos los días como mecanismo de control interno, y criterios de aceptación, liberación y rechazo de leche cruda y leche procesada, análisis de rutina y análisis especiales. Estos análisis se hacen con una serie de técnicas que requieren unos reactivos que no se preparan en el laboratorio de control de calidad de Armenia. No existe un manual de referencia para la preparación de las soluciones empleadas en los análisis fisicoquímicos, siempre son enviados estos reactivos de la planta principal en Medellín; ello implica costos de envío, y a veces dejar de hacer algunas pruebas por la demora en la llegada de estos reactivos, además de no saber como se preparan y cual es el principio químico de las reacciones que ocurren en cada análisis.

Considerando estos hechos, es de gran importancia la elaboración de un manual que facilite la preparación y estandarización y comprensión de todas las soluciones empleadas en el análisis fisicoquímico de la leche en el laboratorio de control de calidad.

4. JUSTIFICACION

Un elemento clave en la demostración de la calidad de los productos que procesa la planta de Colanta Armenia, es el resultado de los diversos análisis que permiten verificar el cumplimiento de todos los requisitos establecidos como características de calidad de un alimento. De la confiabilidad del resultado generado en el laboratorio de control de calidad, dependerá el concepto sobre la calidad de los productos, por este motivo se crea un manual que especifica como preparar y estandarizar todos los reactivos que se utilizan para los diferentes análisis físico-químicos de la leche.

Esto se puede lograr gracias a los conocimientos adquiridos en el transcurso de mi carrera como químico, y el trabajo que desempeñé como auxiliar de laboratorio de reactivos en la universidad del Quindío, y además por el trabajo que desempeño actualmente como analista de laboratorio de control de calidad en la Cooperativa Lechera Colanta.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVOS GENERALES

Elaborar un manual de referencia, de fácil manejo que sirva de guía para la preparación y estandarización de las soluciones empleadas en los análisis fisicoquímicos de la leche que se practican en el laboratorio de control de calidad de la Cooperativa Lechera Colanta de Armenia.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar las técnicas de análisis fisicoquímicos que la Cooperativa Lechera Colanta realiza a diario a la leche, las cuales son exigidas por organismos como el Ministerio de Salud de Colombia.
- Señalar los conceptos básicos de seguridad, para reconocer los posibles riesgos que se presentan a diario en el laboratorio.
- Identificar todos los reactivos que se utilizan en cada uno de los análisis que se realizan a la leche.
- Realizar los procedimientos de cada una de las soluciones empleadas en los análisis fisicoquímicos de la leche.
- Enumerar las reglas importantes de comportamiento en el laboratorio
- Describir la preparación y estandarización de la solución de Hidróxido de sodio 0.1 N, que requiere este grado analítico para la determinación de la acidez en leche.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 COLANTA.

Colanta es una cooperativa, fundada en Don Matías (Antioquia) en 1964. Fiel a su filosofía solidaria, no tiene ánimo de lucro, los excedentes los retribuye en servicios a los asociados y en tecnología para lograr una excelente calidad en sus productos.

La Cooperativa es patrimonio de todos los colombianos. Sus dueños son 12.000 campesinos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Córdoba, Armenia, Caldas, Risaralda, Valle y Nariño.

Colanta es la empresa que mas leche vende en Colombia. Procesa diariamente dos millones quinientos mil litros, en sus plantas de Medellín, San Pedro, Armenia, Funza y Planeta Rica.

En la planta de leche U.H.T instalada en Funza, se realiza el más moderno proceso de ultra pasterización. Este tratamiento permite conservar la leche hasta 6 meses sin refrigeración.

Los mejores y más económicos derivados lácteos del país, los produce Colanta en su planta de San Pedro Antioquia. En su portafolio de productos lácteos ofrece: leches liquidas, en polvo y larga vida, quesos

frescos y madurados, yogur, mantequilla, arequipe, crema de leche, jugos y agua.

La Cooperativa produce cárnicos en la planta de San Pedro de los Milagros, Antioquia, y cuenta con su propia planta de sacrificio: FRIGOCOLANTA en Santa Rosa de Osos.

Dentro de la línea de embutidos y carnes de temporada, se cuenta con el chorizo de ternera; único en el mercado en esta especialidad, chorizo campesino de res y cerdo, jamón, mortadela, jamonada, hamburguesa, tocineta, cábano, salchichas, salchichón fino y cervecero, además tiene la línea de carnes especiales para temporadas como el pollo, pernil de cerdo ahumado, panceta rellena, lomo de cerdo ahumado, chuleta de cerdo ahumada y jamón ahumado. La cooperativa posee además su gran cadena de carnicerías donde se comercializa carnes frescas y maduradas de ganado tipo europeo.

Así mismo, fabrica su línea de sales, concentrados y fertilizantes en el municipio de Itagui. Estos insumos los comercializa COLANTA en su gran cadena de 48 almacenes Agropecuarios ubicados estratégicamente en el país. (Colanta, 2005).

6.2 PROCESO DE LA LECHE PASTEURIZADA.

La leche que recibe Colanta proviene de animales sanos, se recolecta en buenas condiciones higiénicas y se transporta lo suficientemente fría, a menos de 6 °C hasta las plantas de procesamiento; para evitar la multiplicación de bacterias, se lleva rápidamente desde las fincas en carrotanques isotérmicos como se observa en la figura 1.



Figura 1 “recolección en carros isotérmicos”

La leche cruda de vaca no se destina directamente al consumo humano, debe someterse a tratamientos térmicos para destruir las bacterias dañinas y evitar los riesgos que conllevan al consumo de leche cruda.

La leche de vaca fresca se somete a pruebas de laboratorio por parte del analista en cada etapa del proceso para garantizar el cumplimiento de las características de calidad, como se puede observar en la figura numero 2.



Figura 2 “análisis de laboratorio”

La leche Colanta es adicionada, enriquecida y fortificada con hierro y vitaminas A, D, B₁, B₂, B₆, niacina, biotina y ácido fólico para hacerla más nutritiva. (Colanta, 2005).

Se empaca en un polietileno especial (figura 3), para evitar el daño que el oxígeno y la luz causan sobre algunos componentes y debidamente sellada, para facilitar el manejo y garantizar integridad del producto.



Figura 3 “bolsa de polietileno”

En las plantas de procesamiento se somete a un tratamiento combinado de temperatura y tiempo para destruir las bacterias patógenas.

El proceso de pasteurización se efectúa en intercambiadores de calor a 74 ° C durante 15 segundos y se enfría a 4° c. con este calentamiento se destruyen las bacterias nocivas o patógenas, causantes de enfermedades. (Veisseyre, 1988).

6.2.1 ETAPAS DEL PROCESO.

- Estandarización
- Homogenización
- Fortificación de vitaminas y minerales
- Pasteurización
- Enfriamiento y empaque
- Distribución

6.2.1.1 ESTANDARIZACION.

Es un proceso por el cual se igualan los componentes de la leche, de manera que contengan los componentes reglamentados por los organismos oficiales de salud encargados del control de alimentos.

Mediante la estandarización se garantiza en cada unidad de empaque de leche, la misma cantidad de grasa, proteínas, sólidos, minerales, vitaminas y lactosa. (Madrid, 1996).

La leche puede clasificarse en varios tipos según su contenido de grasa.

Leche entera: tiene mínimo 3% de grasa.

Leche semidescremada: de 1.5% a 2.0% de grasa

Leche descremada: de 0.1% a 0.5% de grasa.

Leche entera fortificada con hierro: mínimo 3% de grasa

Las leches semidescremada y descremada por su menor contenido de grasa presentan un color más claro y su sabor más insípido, pero los nutrientes y el contenido de vitaminas son equivalentes a los de la leche entera.

6.2.1.2 HOMOGENIZACION.

Cuando la leche cruda se deja en reposo, la grasa flota formando una capa en la superficie. Durante el proceso de homogenización, la leche se somete a la alta presión para reducir los glóbulos de grasa a tamaño más pequeño y distribuirlo de manera uniforme en toda la leche. Esta leche homogenizada tiene mejor aspecto y es mas fácilmente digerible en el organismo.

6.2.1.3 FORTIFICACIÓN DE VITAMINAS.

Las vitaminas son nutrientes básicos en la alimentación, son reguladores en nuestro cuerpo y necesarios para la salud. Las vitaminas sirven para diversas funciones en el organismo, que ningún otro nutriente puede reemplazar.

Son líderes la vitamina A, C, B₁ o Tiamina, B₂ o Riboflavina y la Niacina o B₃. Las vitaminas en su forma natural, se encuentran en las frutas, verduras, carne, leche y cereales. (Bender, 1994).

Durante la pasteurización, Colanta adiciona a la leche vitaminas y hierro para aumentar su valor nutritivo. Las vitaminas que se adicionan son:

- Vitamina A o Retinol: es necesaria para el crecimiento, ayuda a mantener sanos los ojos para prevenir la ceguera y mejorar la visión nocturna; además, es anti-infecciosa.
- Vitamina D o Calciferol: favorece la absorción y depósito del calcio y el fósforo en el intestino, previene el raquitismo en niños y la osteomalacia en adultos.

- Vitamina B₁ o Tiamina: sirve para el buen funcionamiento del corazón, es esencial en la transmisión nerviosa, previene la debilidad muscular. Su deficiencia produce beriberi.
- Vitamina B₂ o Riboflavina: ayuda a generar energía, es especial para el crecimiento, la reproducción, para la salud de la piel, la boca, la lengua y los labios, para la buena visión en la luz brillante.
- Niacina o Vitamina B₃: también se conoce como ácido nicotínico. Es esencial para el funcionamiento del tracto gastrointestinal, evita enfermedades de la piel, inflamación de las encías, es necesario para convertir los alimentos en energía. Ayuda a prevenir la prelagia (enfermedad grave caracterizada por inflamación de la piel, trastornos digestivos y nerviosos).
- Vitamina B₆ o Piridoxina: indispensable para la regulación de los procesos mentales y en la formación de la hemoglobina

(sangre). Combate la anemia y la dermatosis, ayuda a prevenir las enfermedades nerviosas y de la piel.

- Vitamina B₈ o H, o Biotina: interviene en el metabolismo de las proteínas. Protege la piel, combate la depresión y favorece la actividad del hígado. Se encuentra en riñones, huevos, lácteos, carnes, pescados, cereales integrales, leguminosas, verduras y frutas. (Lehninger, 1993).
- Vitamina B_c o ácido Fólico: ayuda a la madre durante la gestación a prevenir defectos en el cerebro y la médula espinal denominados defectos del tubo neural, cuando se ingiere antes y durante las primeras semanas del embarazo; igualmente previene otros defectos como el labio leporino y la fisura palatina y ayuda en la producción de glóbulos rojos. Se encuentra en las carnes, huevos, productos lácteos, hortalizas de color verde, tomates, papa, cítrico, melón y cereales de grano entero integral. (García, 1990).

Leche fortificada con hierro: es leche entera. Durante su proceso de pasteurización, homogenización y estandarización, se adiciona hierro y ocho vitaminas: A, D, B₁, B₂, B₆, Niacina, Biotina y Acido Fólico para mejorar las propiedades nutricionales.

El hierro es uno de los minerales más importantes que debe consumir el ser humano. Sin el, nuestros cuerpos estarían privados de oxígeno y decaerían muchas de las funciones vitales. Para transportar el oxígeno de los pulmones al resto del cuerpo, necesitamos nuevas células de glóbulos rojos, las cuales contienen hemoglobina, un componente que requiere del hierro para su formación.

6.2.1.4 PASTEURIZACION.

Es un proceso de higienización el cual la leche fresca se calienta a 74 ° C por tiempo de 15 segundos y se enfría inmediatamente a 4° C. Este tratamiento se conoce como pasteurización HTST del inglés High Temperature Short Time, que significa Alta Temperatura Corto Tiempo. Esta combinación de temperatura y tiempo destruye todos los microorganismos (patógenos) que pueden producir enfermedades y solo sobreviven algunas bacterias que no causan daño (inocuas), sin

disminuir la calidad nutricional. (Ministerio de la protección social, 2006).

Cuando se tiene la inadecuada costumbre de hervir la leche en casa, se disminuye el valor nutricional, se separa la grasa y se deterioran o destruyen otros elementos sensibles al calor, como las vitaminas; y además se afecta el gusto con sabor a cocido.

6.2.1.5 ENFRIAMIENTO Y EMPAQUE.

La leche pasteurizada se empaca en bolsa de polietileno en muy buenas condiciones de inocuidad y control de equipos especializados en el empaque.

6.2.1.6 DISTRIBUCION.

La leche pasteurizada se distribuye en cajas plásticas en carros dotados con aislamiento térmico en pisos y paredes que conservan la leche a temperatura de refrigeración de 2° C a 6° C hasta el momento de entrega. La interrupción de la refrigeración de la cadena de frío ocasiona deterioro en las características de calidad y disminución de la vida útil de la leche.

6.3 LA LECHE

La leche es compuesto líquido, opaco, de color blanco marfil y con el doble de viscosidad que el agua, su sabor es delicado, suave, ligeramente azucarado; su olor no es muy intenso, aunque sí característico. En cuanto a su composición la leche es un producto rico en proteínas, lípidos, glúcidos, sales minerales, vitaminas y agua; haciendo que este sea un medio óptimo para el crecimiento de muchos microorganismos. Sin embargo, la leche recién ordeñada posee, dentro de ciertos límites propiedades germicidas o bacteriostáticas.

Cuantitativamente, el agua es el elemento más importante, representa, aproximadamente, 9/10 de la leche. Los otros elementos constituyen el extracto seco total, que alcanza habitualmente la cifra de 125-130 g por Litro de leche.

El extracto seco magro o sólidos no grasos, expresa el contenido de la leche en materia seca libre de grasa. Esta cifra es mucho más constante que la del extracto seco total y casi siempre esta muy próxima a 90 g por Litro.

Algunos componentes de la leche están presentes en cantidades sensibles, y por tanto, pueden determinarse con mayor o menor facilidad. Otros por el contrario, se encuentran solo en cantidades vestigiales y su determinación es más difícil.

Entre los primeros pueden citarse: la grasa, la lactosa, las sustancias nitrogenadas y las sales minerales.

Entre los segundos: las enzimas, los pigmentos y las vitaminas.

El carácter esencial de la composición de la leche es la armonía o equilibrio en que se encuentran sus componentes, lo que lo hace un alimento de valor nutritivo inestimable, en particular para los niños.

En efecto, la leche contiene la mayoría de los elementos necesarios para la edificación de los tejidos animales (Veisseyre, 1988).

6.3.1 COMPOSICIÓN.

La composición media de los diferentes tipos de leche, incluida la de la mujer, se presenta en la tabla 1, como se ve, existen diferencias apreciables de composición.

| Tabla 1 | | | | | | | |
|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Composición de la leche de diferentes especies(*) | | | | | | | |
| | mujer | vaca | oveja | cabra | burra | yegua | camella |
| Calorías..... | 7,6 | 68 | 104 | 75 | 45 | 47 | 66 |
| Proteínas..... | 1,1 | 3,3 | 5,5 | 3,8 | 1,6 | 2,1 | 3,4 |
| Grasas..... | 4,5 | 3,6 | 7 | 4,3 | 1,1 | 1,7 | 4,1 |
| Hidratos de carbono..... | 7,6 | 4,8 | 4,3 | 4,6 | 6,5 | 6,1 | 3,8 |
| Agua..... | 87 | 87 | 84,4 | 86,3 | 90,4 | 89,5 | 87,2 |
| Cloro..... | 39 | 109 | 122 | 132 | --- | 26 | 107 |
| Calcio..... | 35 | 140 | 207 | 138 | --- | 102 | 142 |
| Fósforo..... | 15 | 90 | 140 | 100 | --- | 60 | 102 |
| Potasio..... | 50 | 140 | 185 | 160 | --- | 81 | 110 |
| Vitamina A..... | 0,7 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | --- | 0,02 | 0,04 |
| Vitamina B..... | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | --- | 0,03 | 0,05 |
| Vitamina C..... | 5 | 1 | 3 | 2 | --- | 10 | 5 |

(*) Calorías por cada 100 gramos. Propinas, hidratos y agua, en %. Sales y vitaminas, en miligramos por cada 100 gramos.

Fuente: Pieter, 1984. Química y física lactológica.

Como la leche de vaca es la más utilizada para industria, en la tabla 2 se muestra el rango en que puede variar los porcentajes de los distintos componentes, que dependen de muchos factores:

- Raza
- Tipo de alimentación
- Estado sanitario del animal
- Época del año
- Etcétera.

| Tabla 2 | |
|---|-------------|
| Composición de la leche de vaca fresca | |
| | % |
| Proteínas..... | 2,8 - 4,9 |
| Grasa..... | 2,6 - 4,8 |
| Hidratos de carbono..... | 3,7 - 5,4 |
| Sales minerales..... | 0,6 - 1,0 |
| Extracto seco total..... | 85,6 - 89,5 |

Fuente: Grande C, F. (1985). *Alimentación y nutrición*

La composición de la leche es muy variable y no se deben tomar valores fijos, en la tabla 3 se indica la composición media de la leche de vaca procedente de diversas razas.

| Tabla 3 | | | |
|--|---------|--------|-----------|
| composición media de la leche de vaca de diversas razas | | | |
| Componentes | Frisona | Jersey | Shorthorn |
| Humedad..... | 88,05 | 85,45 | 87,5 |
| Proteína..... | 3,2 | 3,7 | 3,3 |
| Grasas..... | 3,4 | 5,1 | 3,6 |
| Hidratos..... | 4,6 | 5 | 4,9 |
| Sales..... | 0,75 | 0,75 | 0,7 |

Fuente: Pieter, 1984. Química y física lactológica.

6.3.1.1 PROTEINAS.

Las proteínas son sustancias compuestas por carbono, hidrogeno y nitrógeno, con la presencia de algún otro elemento como el fósforo, hierro y azufre. La palabra proteína viene del griego <<protos>> que quiere decir primero, ya que desde antiguo se conoce el importante

papel jugado por estas sustancias como componentes esenciales de los organismos vivos.

Están compuestos por aminoácidos de fórmula $\text{NH}_2\text{-CHR} - \text{COOH}$, unidos entre sí por enlaces peptídicos. Estos enlaces son el resultado de la unión del grupo amino ($-\text{NH}_2$) con el grupo carboxílico ($-\text{COOH}$), con la pérdida de una molécula de agua ($-\text{CO-NH-}$, H_2O).

El peso molecular de las proteínas es alto, oscila entre 15000 y más de 200000, y tienen diversas actividades biológicas (como enzimas inhibidoras, anticuerpos), además de ser la trama principal de los organismos vivos. (Ford, 1995).

Por lo regular, las proteínas se presentan en estado sólido o en suspensiones y no son solubles en alcohol, éter, cloroformo o benceno.

En el caso de la leche, sus proteínas más importantes son la caseína y las proteínas sericas (albúmina y globulina).

La caseína es la proteína más abundante de la leche, representando aproximadamente del 77% al 82% de sus proteínas totales. Por la

acción del cuajo o ácidos, la caseína precipita, propiedad que se aprovecha para la producción de quesos.

La caseína se encuentra en la leche en estado coloidal, en forma de miselas que son agrupaciones de numerosas unidades de caseína. Esas unidades de caseína están formadas por cadenas de aminoácidos, y según sean esas cadenas se distinguen varios tipos de caseína (α , β , k y otras), cuya proporción en la micela aparece reflejada en la tabla 4.

| Tabla 4 | |
|--|----------|
| Distintos tipos de caseína que forman las miselas (en tanto por ciento) | |
| α caseína..... | 38 - 42% |
| β caseína..... | 34 - 36% |
| k caseína..... | 14 - 16% |
| Otros tipos..... | 9 - 11% |

Fuente: Ford, 1995. composición of the caseine containing particles of milk

La α caseína es la mas abundante, existiendo a su vez cuatro variantes de α caseína según el numero de aminoácidos de la cadena. La β caseína se suelta de la misela en que se encuentra, y cuando se vuelve a calentar la leche se vuelve a unir a ella, pero formando una capa protectora a su alrededor que envía su coagulación. Cuando las

miselas de caseína se rompen queda libre nitrógeno, que puede ser utilizado por microorganismos para su desarrollo, produciendo aromas y sabores que forman parte del mecanismo de maduración de los quesos.

En cuanto a las proteínas sericas de la leche, las más importantes son la lactoalbúmina y la lactoglobulina. Son solubles en agua y precipitan fácilmente por la adición de ácidos (tricloroacético al 12%, por ejemplo). La acción del calor (temperaturas de 90/100 °C) provoca también la precipitación de albúminas y globulinas. El calentamiento prolongado a temperaturas elevadas (superiores a 100 °C) y el ácido clorhídrico 6 N a 110 °C provocan hidrólisis total. También se pueden conseguir esa hidrólisis por enzimas (proteasas).

Cuando la leche se calienta, la β lactoglobulina forma agregados que reaccionan con la κ caseína, lo puede dar lugar a tiempos más largos de coagulación y a la formación de coágulos más blandos, con mayor contenido en humedad.

6.3.1.2 LA GRASA DE LA LECHE.

Las grasas son compuestos de carbono, hidrogeno y oxigeno, con predominio de hidrogeno y que incluyen en un grupo más general (los lípidos), que se dividen en:

- Ceras. Son esterres de ácidos grasos con alcoholes monovalentes de la serie grasa.
- Grasas neutras: son esterres de la glicerina con ácidos grasos.
- Lipoides: son un grupo más o menos complejo, de propiedades físicas y químicas similares y que incluye sustancias tales como lecitinas, cefalinas, celebrósidos, etc.

La grasa de la leche esta compuesta sobre todo por las grasas neutras (triglicéridos) con algunos lipoides (fosfolípidos, tocoferoles, aldehídos, etc.), que, aunque en pequeñas proporcione, tienen una gran influencia en la elaboración del queso, ya que contribuyen a su aroma y color.

Las grasas se oxidan fácilmente en presencia de oxigeno. En el proceso de oxidación se forman ácidos grasos inferiores que son volátiles y fuertemente olorosos. Ello da lugar al enranciamiento,

fenómeno que se puede evitar o amortiguar por procedimientos físicos tales como la conservación a bajas temperaturas, el envasado y manipulación al abrigo del aire, etc.

La grasa se encuentra en la leche en una suspensión de pequeños glóbulos de dimensiones variables de 0.1 a más de 20 micras (la micra es la milésima parte de un milímetro). Su diámetro medio es de 3 a 4 micras. Se cree que es favorable la presencia de glóbulos de diámetro pequeño en la leche cuando se usa para fabricar queso, ya que los glóbulos grandes se rompen con facilidad.

Cuando se enfría la leche, la grasa aparece en forma cristalina.

Cuando se homogeniza la leche a alta presión el tamaño de los glóbulos de grasa se reduce, lo que puede ser beneficioso en la elaboración de queso y en la estabilidad de la leche de consumo de larga duración. Por otro lado, el número de glóbulos es de 10.000 veces mayor en la leche homogenizada y se produce rotura de las membranas lipoproteínas de protección. Es decir que las membranas que protegen a los glóbulos originales que se han roto, formándose más glóbulos con la misma cantidad de superficie de membranas, quedando, por lo tanto, sin protección gran parte de los nuevos

glóbulos formados. Esto se traduce en el aumento de ácidos grasos libres (lipólisis).

Los ácidos grasos representan el 90% aproximadamente de la grasa láctea.

La tabla 5 muestra el porcentaje de los distintos ácidos grasos presentes en la leche, así como su punto de fusión.

| Tabla 5 | | |
|--|-------------|-----------------------|
| ácidos grasos presentes en la grasa de la leche | | |
| Acido graso | % del total | punto de fusión (°C) |
| saturados | | |
| acido butírico | 3,2 - 4,5 | -7,9 |
| acido caproico | 1,3 - 2,3 | -1,5 |
| acido caprílico | 0,8 - 2,6 | 16,5 |
| acido cáprico | 1,8 - 3,8 | 31,4 |
| acido laúrico | 2,1 - 5,1 | 43,6 |
| acido mirístico | 7,0 - 11,0 | 53,8 |
| acido palmítico | 25,0 - 29,0 | 62,6 |
| acido esteárico | 7,0 - 12,9 | 69,3 |
| | | |
| Insaturados | | |
| acido oleico | 30,0 - 40,0 | 14 |
| acido linoléico | 3,0 - 3,0 | -5 |

Fuente: Veissyre, 1988. Lactología Técnica.

Los ácidos grasos insaturados son los que tienen uno o más dobles enlaces en su cadena. Se les considera como más saludables en la alimentación humana y parecen no aumentar el nivel de colesterol en la sangre. Sin embargo, a los ácidos grasos saturados se les acusa de poder inducir el riesgo de enfermedades del corazón. Por esta razón se han hecho experiencias para cambiar de alguna forma el porcentaje de ácidos grasos en la leche, aumentando el de insaturados.

Los ácidos oleico, palmitico, esteárico y mirístico son los mas abundantes en la leche.

Los ácidos butíricos, caproico y caprílico son líquidos a temperatura ambiente, mientras que los ácido cáprico, laúrico, mirístico, palmitico y esteárico son sólidos a dicha temperatura.

Cuando se procede al enfriamiento de la leche, la grasa cristaliza en capas. Dentro de los glóbulos de grasa, los triglicéridos de más alto punto de fusión solidifican antes en el interior de dichos glóbulos, cerca de su centro. Los triglicéridos de más bajo punto de fusión solidifican mas tarde, cerca de la periferia. (Veissyre, 1988).

LOS HIDRATOS DE CARBONO.

Prácticamente la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existan poliósidos libres y glúcidos combinados en pequeña proporción. Durante el periodo calostrual se ve aumentada la cantidad de estos compuestos.

Los orígenes de la lactosa se deben a:

- Síntesis a partir de la glucosa de la sangre. Parte de la glucosa presente en la sangre es isomerizada en galactosa, que con el resto de la glucosa da lugar a la molécula de lactosa, este es el principal camino para la síntesis de la lactosa y tiene lugar en la mama.
- Síntesis de la lactosa a partir de ácidos grasos volátiles, también en la mama. Este camino para la síntesis del azúcar de la leche es menos importante y solo se ha comprobado su existencia en rumiantes.

La solubilidad de la lactosa aumenta en caliente y, por tanto, cristaliza al enfriar soluciones concentradas, propiedad que se aprovecha para la

preparación de azúcar de leche a partir del lactosuero, concentrado primeramente y enfriado después.

La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación a otros azúcares. Dietéticamente esto es una cualidad, ya que esto hace más soportables las dietas lácteas. En parte también su sabor dulce es enmascarado por la caseína. En el suero (ausencia de caseína) el sabor dulce es más acentuado que en la leche. (Pieter, 1984).

La lactosa por tener un grupo aldehído libre tiene carácter reductor, que se ve multiplicado por 1.37 en la hidrólisis de la misma.

Las propiedades más importantes de la lactosa son:

- Las bacterias lácticas la atacan transformándola en ácido láctico y otros.
- Es un azúcar muy raro que prácticamente se encuentra en la leche y en una composición constante.
- Es soluble en agua, por lo que la fermentación láctica o coagulación para la producción de queso aparece en el suero resultante.
- La solubilidad de la lactosa aumenta en caliente, cristalizando al enfriarse cuando esta en soluciones concentradas.

- Tiene un débil sabor dulce en comparación a otros azúcares (sacarosa, glucosa).
- A temperaturas altas (110 – 150 ° C) y periodos prolongados de tiempo (10 a 20Minutos) se degrada, coloreando la leche y dándole un sabor a cocido.

6.3.1.4 SALES MINERALES EN LA LECHE

El contenido en sales de la leche no llega al 1% de su composición total, pero a un así, es de gran importancia. Las sales en la leche se encuentran disueltas o formando compuestos con la caseína. Las más numerosas son las de calcio, potasio, sodio y magnesio, que se encuentran como fosfato calcio, cloruro sódico, caseinato sódico, caseinato cálcico, etc. Otras sales minerales, aunque no tan abundantes, también son importantes por ser necesarias para la formación de determinadas vitaminas y enzimas. En la tabla 6 se puede observar las concentraciones de sales en leche de vaca.

En la leche de final lactación o de vacas enfermas aumenta de forma anormal el contenido en cloruro sódico, con la consiguiente reducción

en otras sales como el calcio, fundamental en el proceso de coagulación de la caseína.

El calcio se encuentra en dos formas en la leche. El 30% aproximadamente en solución y el restante 70% en forma coloidal. El fosfato cálcico forma parte del complejo caseínico producido en la coagulación de la leche, al fabricar el queso, contribuyendo al aumento del tamaño de las miselas de caseína. Por ello, la adición de cloruro sódico a la leche favorece la coagulación de la caseína, que así forma miselas mayores.

| Tabla 6 | |
|---|----------------------|
| composición de sales minerales de la leche de vaca | |
| (en miligramos/100 g) | |
| sales minerales | leche de vaca |
| Calcio..... | 120 - 140 |
| Sodio..... | 45 - 70 |
| Potasio..... | 140 - 175 |
| Cloro..... | 100 - 110 |
| Fósforo..... | 78 - 100 |
| Magnesio..... | 10 - 15 |

Fuente: Pieter, 1984. Química y física lactológica.

VITAMINAS DE LA LECHE.

La leche es rica en vitaminas solubles en la grasa (A y D) y en vitaminas solubles en el agua (complejo vitamínico B y vitamina C), como se observa en la tabla 7.

| Tabla 7 | |
|--|----------------------|
| Composición media en vitaminas de la leche de vaca | |
| (en miligramos/100g y en microgramos/100g) | |
| vitaminas | concentración |
| vitamina A | 0,03 - 0,04 mg |
| Vitamina D | 0,1 - 0,2 microg |
| Vitamina B ₁ | 40 - 50 microg |
| Vitamina B ₂ | 0,15 - 0,16 mg |
| Vitamina B ₃ | 0,2 - 0,3 mg |
| Nicotinamida | 0,2 - 0,3 mg |
| Vitamina C | 1 - 2,3 mg |

Fuente: Veissyre, 1988. Lactología Técnica.

La vitamina A se encuentra en la leche absorbida en los glóbulos de grasa. Si la leche es sometida a tratamientos térmicos apenas se produce pérdida de esta vitamina. Sin embargo, es sensible a la luz. La

vitamina se mide en Unidades Internacionales (U.I.), siendo igual a 0.0003 miligramos.

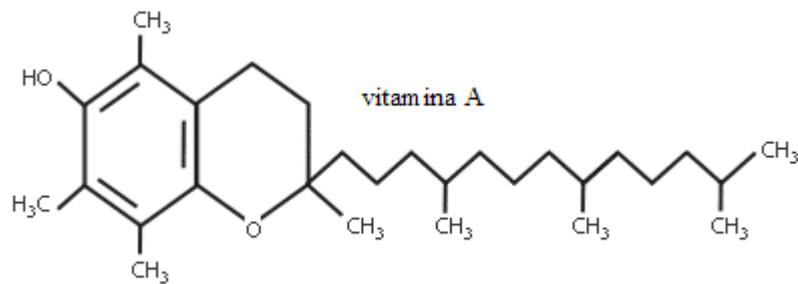


Figura 4 “vitamina A”

El contenido de vitamina A en verano y primavera se multiplica por 10 y su actividad es complementada por provitaminas tales como los carotenos.

Los carotenoides son sustancias de color amarillo fuerte, y al aumentar su cantidad en la leche la hacen de un color más amarillo.

La vitamina D o calciferol se le conoce también como antirraquítica, ya que previene y cura el reblandecimiento de los huesos, favoreciendo la absorción depósito de calcio y fósforo en los mismos.

Por la luz ultravioleta la provitamina D pasa a vitamina D. lógicamente, la leche de verano será la que mayor proporción de vitamina D contenga. Es resistente al calor y a la oxidación.

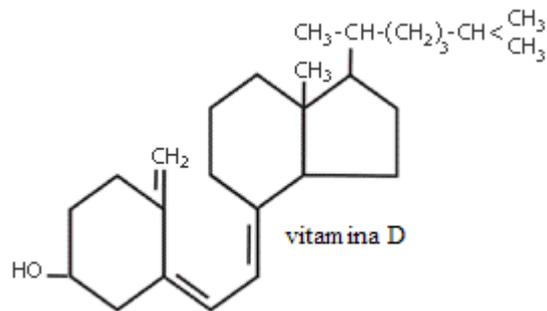


Figura 5 “vitamina D”

La vitamina E, tocoferol o antiestéril, es resistente al calor, pero se oxida fácilmente. Los tocoferoles protegen a la grasa contra la oxidación y los problemas asociados con la misma (rancidez).

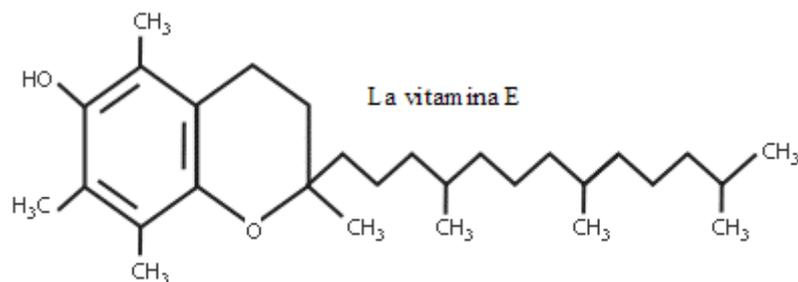


Figura 6. “Vitamina E”

La vitamina K o antihemorrágica se le llama así porque su carencia provoca hemorragias. Es resistente a tratamientos térmicos, pero se oxida con cierta facilidad.

Dentro del complejo vitamínico B las más importantes son:

- vitamina B₁₂ o antianémica, que lleva cobalto en su fórmula. Estimula el crecimiento de los organismos. Es soluble en agua y resiste a los tratamientos térmicos.
- vitamina B₁ o tiamina, se le denomina también Beri-Beri, enfermedad carencial (fatiga, debilidad, vómitos, diarreas, etc.). esta vitamina se destruye en parte por los tratamientos térmicos, llegando a desaparecer a temperatura de 120/130° C mantenidas durante 15 a 20 min.

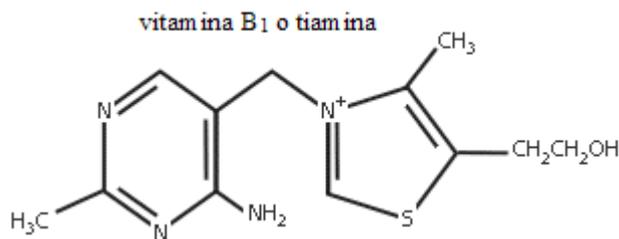


Figura 7. “vitamina B₁”

- La vitamina B₂ o riboflavina es sintetizada por los microorganismos presentes en el rumen de los animales rumiantes y es un factor importante en el crecimiento. (Grande, 1985).

6.3.1.6 ENZIMAS DE LA LECHE.

Las enzimas son proteínas producidas por los organismos vivos, que actúan como biocatalizadores, es decir, inician y activan reacciones vitales, sin ser consumidas en el proceso.

Las enzimas presentes en la leche son de dos orígenes:

- enzimas producidas en las ubres y que pasan a la leche.
- Enzimas producidas por bacterias que se desarrollan en la leche.

Parte de estas bacterias se encuentran originalmente en la leche ordeñada y otras se desarrollan posteriormente.

Entre las enzimas mas importantes presentes en la leche tenemos:

- peroxidasas
- lactasas
- proteasas
- catalasas
- fosfátasas
- lipasas
- amilasas
- estearasas
- ribonucleasas

- amilasas
- oxidasas
- reductasas

Las peroxidasas son enzimas que toman el oxígeno del peróxido de hidrógeno y lo trasladan a otras sustancias oxidables. Se destruyen a una temperatura de 80° C mantenida unos pocos segundos, por lo que las leches calentadas a temperaturas superiores no presentan actividad peroxidásica. Esta propiedad permite determinar si una leche ha sido calentada a más de 60° C. La peroxidasa se encuentra presente en el sangre, por lo que si esta pasa a la leche aumenta su proporción. Este fenómeno ocurre en ubres de animales enfermas.

La lactasa es una enzima que ataca a la lactosa o azúcar de la leche, desdoblándola en sus dos componentes (galactosa y glucosa).

La lactasa es de gran aplicación en queserías. Por un lado se utiliza para el tratamiento del suero, ya que al desdoblar la lactosa en sus dos azúcares ya citados su sabor dulce aumenta a más del doble, y si desmineralizamos el suero y lo concentramos por evaporación se obtiene un jarabe azucarado que se puede utilizar para los mismos propósitos que se utilizan los jarabes de glucosa, es decir, para la

fabricación de helados, chocolate, bebidas refrescantes, productos de pastelería, etc. (Veissyyre, 1988).

Las proteasas son enzimas que tienen la capacidad de romper los enlaces de las estructuras proteínicas, dando como resultado la liberación de sus aminoácidos componentes cuando la ruptura es total, o bien la descomposición en péptidos, peptonas, etc. La desnaturalización de las proteínas de la leche por proteasas influye en el sabor, cuerpo y aroma de los quesos. Las proteasas lácteas son producidas por microorganismos y se destruyen por calentamiento a 75/80° C.

La catalasa que desdobra el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno queda libre y puede oxidar a las grasas y otras sustancias. Cuando mayor es la cantidad de catalasa presente en la leche, mayor es la cantidad de oxígeno liberado. Se ha comprobado que la cantidad de catalasa es mayor en la leche procedente de vacas con ubres enfermas, por lo que puede servir para comprobar la sanidad de los

animales. La catalasa se destruye a $75/80^{\circ}$ C durante 50 a 60 segundos.

Las fosfátasas son enzimas que se encuentran en las membranas que protegen a los glóbulos de grasa. Son capaces de romper los esteres del ácido fosfórico, lo que se utiliza para detectar su presencia o ausencia en la leche. Así, si a una leche se le añade un ester de ácido fosfórico y se descompone en ácido fosfórico y alcohol indica la presencia de fosfatasa activa. La pasteurización a $72/75^{\circ}$ C durante 20 segundos la destruye, por lo que se utiliza un test basado en la fosfatasa para controlar la pasteurización. Si no hay presencia de fosfatasa es señal que se ha alcanzado la temperatura y tiempo fijados.

Las lipasas son enzimas que tienen la capacidad de descomponer las grasas de la leche en sus ácidos grasos componentes y glicerina. La pasteurización a $72/75^{\circ}$ C durante 20 a 30 segundos las destruye en gran medida. Para su destrucción total se necesitan temperaturas superiores a los 100° C. Las lipasas de la leche se encuentran en las membranas de los glóbulos de grasa y también en el suero, o bien unidas a micelas de caseína.

6.4 GENERALIDADES.

Tomado de: Acevedo, H. (2001). Instructivos. Análisis fisicoquímicos.

La 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 o a elaboración posterior. La leche natural es el producto integro, no adulterado y sin calostros del ordeño higiénico, regular, libre de toxinas, antibióticos, completo e interrumpido de vacas, búfalas y cabras sanas y bien alimentadas.

Incluye tres aspectos fundamentales:

6.4.1 Producto integro: es aquel que comprende el inicio de la secreción Láctea, la mayor parte de ella y su final, que desciende de los conductos galáctoforos como consecuencia de la secreción de oxitócica.

6.4.2 No adulterado y sin calostros: aunque el contenido de grasa, proteína, carga microbiológica puede variar, se considera leche la secreción mamaria después de los cuatro días del parto.

6.4.3 Ordeño higiénico, regular, completo e interrumpido de vacas sanas y bien alimentadas: se establece un periodo de ordeño de 305 días y el animal productor de leche por excelencia es la vaca.

6.5 DISPOSICIONES GENERALES Y DEFINICIONES

Tomado de: MINISTERIO DE SALUD DECRETO NUMERO 2437 DE 1983.

6.5.1 Leche cruda entera: se trata del producto normal, que no ha sufrido ningún proceso de pasteurización, irradiación, ultrapasteurización o esterilización, sin alterar su valor nutritivo ni sus características organolépticas.

6.5.2 Leche reconstituida: es el producto que se obtiene mediante un proceso apropiado de incorporación a la leche en polvo de la cantidad necesaria de agua potable y de grasa de leche, si es necesario, sometiéndola, posteriormente, a homogenización para que presente las características fisicoquímicas y organolépticas de la leche líquida correspondiente.

6.5.3 Leche semidescremada y descremada: para cada una de las categorías anteriores, pueden presentarse productos en los cuales se ha eliminado, parcial o totalmente, la grasa.

6.5.4 Leche adulterada: es aquella a la que se le han sustraído, adicionado o reemplazado, total o parcialmente, sus elementos constitutivos naturales o adicionado otros extraños, en condiciones que puedan afectar la salud humana o animal o modificar las características fisicoquímicas u organolépticas.

6.5.5 Leche alterada: es aquélla que ha sufrido transformaciones en sus características fisicoquímicas u organolépticas o en su valor nutritivo, por causa de agentes fisicoquímicos o biológicos, naturales o artificiales.

6.5.6 Leche falsificada: es aquélla con apariencia y características generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada, que se denomina como este, sin serlo, o que no procede de sus verdaderos fabricantes.

6.5.7 Leche pasteurizada: Es el producto obtenido al someter la leche cruda, termizada o re combinada a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad

de flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización son aquellas que tiene efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72°C - 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo) o 61 °C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración (Ministerio de la Protección Social, 2006)

6.5.8 Calidad: Leche de calidad también significa una consideración hacia aspectos éticos en manejo de animales y producción de alimentos por esta razón en las industrias lecheras lo mas importante es sacar al mercado un producto fresco, higiénico y duradero; esto se logra desde la finca realizando correctamente las practicas de ordeño al igual que un adecuado transporte y almacenamiento de la leche.

Las centrales lecheras están poniendo cada vez mas atención a esporas productoras de ácido butírico y esporas de *Bacillus cereus*, pues tienen influencia en el tiempo de almacenaje de la leche líquida.

Debido a que la industria lechera día a día esta elaborando productos larga y media vida la presencia de bacilos formadores de esporas incrementa el problema en cuanto a calidad y almacenamiento se refiere.

6.6 ANÁLISIS DE LA LECHE

La leche que se produzca, transporte, procese, envase, comercialice o consuma en el territorio nacional debe someterse a las reglamentaciones que ha impuesto el Ministerio de Salud mediante el Decreto 2437 (30 de Agosto de 1983), y la Resolución 02310 (24 de Febrero de 1986), para cumplir con estas normas se deben hacer los siguientes análisis:

6.6.1 ANÁLISIS SENSORIAL DE LA LECHE

Evaluación de atributos sensoriales (olor, sabor, color y apariencia) de la leche cruda y pasteurizada a través de los sentidos (gusto, olfato o vista).

La muestra de leche debe estar en la temperatura establecida y bien homogenizada, y tomar mínimo 20 ml de leche en un vaso plástico destinado para ello. Cuando presenta duda con respecto a las características sensoriales de una muestra de leche cruda, es recomendable confirmar el resultado con una segunda apreciación por

parte del personal más capacitado (analistas control de calidad o supervisores evaluadores seleccionados). Los resultados se dan con una calificación de 1 a 5; siendo 4 y 5 aptas para el consumo.

6.6.2 ACIDEZ CUANTITATIVA.

Esta prueba se basa en el principio de la neutralización de un ácido con una base en presencia de un indicador de color (reacción ácido-base). El porcentaje de acidez es expresado como ácido láctico entre 0.13 – 0.17%. Este parámetro puede variar de acuerdo a las políticas de la Cooperativa como criterio de selección.

Porcentaje de acidez entre 0.13 – 0.17%. Leche normal, cumple con la especificación. Porcentaje menor de 0.13% o mayor de 0.17% es leche adulterada, alterada o en descomposición anormal. No se acepta para el proceso de pasteurización. Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTC 4978:2001.

6.6.3 DENSIDAD POR AEROMETRÍA

Se basa en la aplicación del principio de Arquímedes; el peso de un cuerpo (termolactodensímetro) es igual al volumen del líquido desalojado. Se refiere a la relación de las masas, de volumen de leche con respecto a igual volumen de agua a 15 °C.

Se determina con un areómetro, el cual está constituido por un cilindro hueco provisto de un lastre en la parte inferior y una columna superior graduada. Este cuando está sumergido en un líquido, flota y se hunde verticalmente, dependiendo de la resistencia que ofrece el líquido hacia él. Una vez se alcanza estabilidad en la posición del instrumento flotando sobre el líquido, se toma la lectura en la escala respectiva. En la tabla 8 se encuentran los parámetros de los diferentes tipos de leche pasteurizada.

Tabla 8. “Parámetros de la leche”

| Requisitos | Leche pasteurizada entera | | Leche pasteurizada parcialmente descremada | | Leche pasteurizada descremada | |
|---|---------------------------|---------|--|---------|-------------------------------|---------|
| | Mínimos | Máximos | Mínimos | Máximos | Mínimos | Máximos |
| Densidad 15 °C/15 °C (Gravedad específica) | 1.030 | 1.033 | 1.030 | 1.033 | 1.033 | 1.036 |

Fuente: NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 506

Densidad inferior al mínimo valor del rango es propia de leche con alto contenido de grasa o recién ordeñada, o adulterada.

El descremado aumenta la densidad.

La adición de solutos aumenta la densidad.

La densidad se emplea para la conversión de peso a volumen (kilogramos a litros).

6.6.4 TEMPERATURA

Se basa en el principio de la expansión por efecto del calor que se cuantifica en una escala graduada. La leche de carro tanques y de los silos de almacenamiento debe estar a una temperatura $<10^{\circ}\text{C}$. Para leche en el tanque de almacenamiento de leche pasteurizada: $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Puede emplearse termómetro de mercurio (Hg), alcohol, carátula, o digital.

Para el análisis de temperatura se debe introducir el termómetro en la muestra de leche contenida en una jarra o probeta, durante aproximadamente un minuto para permitir que estabilice, luego se saca el termómetro y se efectúa inmediatamente la lectura. Si el

termómetro es de carátula se debe realizar la lectura con el vástago del termómetro sumergido en el líquido. (Acevedo, 2001)

6.6.5 PUNTO CRIOSCOPICO

Se analiza con un Crioscopio, cuya temperatura de enfriamiento es de (-7°C) en la unidad de congelación (4D2).

Utiliza como base de método, el descenso del punto de congelación el cual es proporcional a la concentración de los solutos en el solvente, la adición de un solvente significa una disminución de la concentración de solutos.

Punto crioscópico (leche cruda y pasteurizada) de:

540 ± 10 m°H: leche con concentración normal de solutos.

Mayor de 550 m°H: leche ácida o adulterada con solutos.

Menor de 530 m°H: leche adulterada con agua.

El valor base puede variar de acuerdo al punto crioscópico de la región, por composición de la leche o por condiciones estacionarias.

Algunas muestras pueden reportar crioscopia inferior a 530 sin haber sido adicionadas con agua, corresponden a leches anormales por malas condiciones de pastoreo, intensa sequía, precipitación inferior a 50 mm por mes, mala condición de sanidad de la vaca, mastitis, infección de la ubre, volumen por vaca inferior a 10,0 litros por día, baja densidad, o individualidad en el hato.

Leche con una crioscopia mayor de 550 sin presentar acidez alta, ni adición de solutos, se debe a residuos de desinfectantes, o proveniente de hatos individuales o de vacas de última época de lactación o con alto contenido de minerales.

Se puede relación m°H con °c así:

$$^{\circ}\text{H} = \text{m}^{\circ}\text{H} / 1000$$

$$^{\circ}\text{C} = [(0.1915 * (-^{\circ}\text{H}) - 0.0004785) / 0.199]$$

6.6.6 CONTENIDO DE GRASA POR EL METODO GERBER

La leche es tratada con ácido sulfúrico 90-91% para dirigir o desnaturalizar las proteínas y favorecer la separación de la grasa. Esta que es menos densa que la mezcla de reacción se desplaza hacia la superficie y por centrifugación se separa en una capa de color amarillento, que es medida en una escala convencional, graduada en el cuello del butirómetro en unidades ± 0.1 . Se efectuará de acuerdo con lo indicado en la NTC 4722:1999

6.6.7 DETERMINACION DE FOSFATASA

Este ensayo tiene por objeto comprobar la total destrucción de las enzimas fosfatásicas durante el tratamiento térmico de los productos lácteos. Es bueno anotar que estas enzimas son más difíciles de destruir por la acción del calor que el bacilo de la tuberculosis.

Los métodos oficiales prescriben ensayos en los cuales se determina cuantitativamente la fosfatasa “residual”, sin embargo, es suficiente un ensayo que demuestre satisfactoriamente la ausencia de la fosfatasa.

El ensayo se basa en comprobar la acción de la muestra que se analiza en un medio amortiguado, sobre el p-nitro-fenilfosfato disódico. En presencia de fosfátasa, este último es hidrolizado y el p-nitro-fenol liberado comunica una coloración amarillenta (AOAC, 2000).

6.6.8 DETERMINACION DE PEROXIDASAS

Las peroxidasas (de origen bacteriano), se ponen de manifiesto por la capacidad de descomponer el agua oxigenada liberando oxígeno, lo cual se demuestra por la coloración que comunica a una solución de guayacol.

Esta prueba se hace con la finalidad de comprobar que la pasteurización es exitosa, por el manejo de las temperaturas, ya que si excede del límite de temperatura se inactiva esta valiosa enzima para la leche, proporcionándole a la leche un sabor a cocido.

6.6.9 PRUEBA DE TIEMPO DE REDUCTASA (TRAM)

Algunos de los microorganismos que se encuentran en la leche, al multiplicarse inducen procesos de oxidación y reducción que se pueden evidenciar por el cambio de color del azul de metileno, (AM)

ya que este compuesto, es sensible a la reducción perdiendo el color azul característico que tiene cuando está oxidado. Dependiendo de la cantidad y clase de microorganismos presentes en la muestra, el tiempo necesario para la decoloración es variable y se toma como un indicador de la calidad del producto.

Existen algunos aspectos que se pueden modificar los tiempos de decoloración del AM, generando resultados que no corresponden a la calidad de la muestra analizada, por ejemplo:

- La asepsia del material y reactivos que se utilizan.
- La temperatura de incubación para el ensayo.
- La temperatura y tiempo de almacenamiento de la leche previamente al ensayo.
- La temperatura de almacenamiento del reactivo en solución madre.
- La concentración y el estado de la solución de metileno.
- Los residuos de jabones, detergentes, desinfectantes, conservantes, modificadores de pH, inhibidores de crecimiento o cualquier adulteración del producto.

Cada muestra de leche se monta en una incubadora a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, luego de estabilizarse la temperatura se agrega el reactivo de AM, y se da comienzo al ensayo, tomando este como tiempo cero. A los primeros 30 minutos se agitan todos los tubos por inversión, y se compara con un tubo de control, si se encuentra igual a el, es decir decolorado, se toma este como el tiempo de reductasa de la muestra. Si conserva parte de la coloración azul, se continúa la incubación hasta la siguiente hora de lectura. La prueba se reporta desde 30 minutos hasta 9 horas como máximo (Sistema Nacional de Análisis de Leche Fresca [SISLAC], 2005).

6.6.10 DETERMINACION DE ADULTERANTES

6.6.10.1 Desarrollo histórico:

En un principio la legislación alimentaría se ocupaba preferentemente del control de la masa y peso y de otras adulteraciones de los alimentos. Durante mucho tiempo se admitieron los intereses de la publicidad, pero también la corruptibilidad de los alimentos. En el siglo XVI se concretaron las determinaciones sobre las sustancias conservadoras de alimentos, con objeto de controlar los abusos. (Strahlmann, 1970).

Por ejemplo en el 10 congreso internacional de higiene del año 1900 en Paris se ordeno la prohibición total de los conservadores químicos. Las corporaciones legislativas no siguieron esta propuesta que se oponía a los deseos de muchos fabricantes y muchos consumidores. Se reconoció además que el empleo de sustancias conservadoras en forma razonable y limitada es digno de defensa y que sin conservadores químicos es imposible el abastecimiento racional y seguro de muchos núcleos de población.

Hasta bien entrado el siglo XX las disposiciones legales sobre alimentos en muchos países se limitaban a prohibir el uso de sustancias nocivas para la salud, refiriéndose específicamente a algunas de ellas. Este procedimiento que a la larga era insuficiente para proteger al consumidor ha sido entre tanto sustituido por el sistema de las llamadas listas positivas, lo que significa que en principio están prohibidas todas las sustancias que no han sido expresamente permitidas. Las sustancias conservadoras para los alimentos se admiten principalmente cuando su actividad lo justifica. Las cantidades permitidas incluyen un amplio margen de seguridad.

6.6.10.2 Normas de tolerancia:

En la actualidad la mayoría de los países están de acuerdo en que una sustancia debe ser permitida como conservador de alimentos si cumple las condiciones siguientes:

Las sustancias conservadoras no deben ofrecer ningún peligro para la salud. Los conservadores solo deben usarse cuando su empleo esté justificado técnicamente debido a la imposibilidad de conservar el alimento por cualquier otro sistema. El empleo del conservante debe

estar siempre en beneficio del consumidor y no debe estar destinado a engañarle en ningún sentido, como por ejemplo sobre la calidad y frescura del alimento tratado. Tampoco debe perjudicar el valor nutritivo del alimento.

Los posibles adulterantes presentes en la leche, pueden ser diversos dependiendo de las condiciones o costumbres de la región de donde procede la leche, que pueden influir en forma negativa sobre la calidad de la leche,

Entre los adulterantes mas frecuentes, se pueden encontrar los siguientes:

6.6.10.3 Harinas y almidones: se utiliza como solución reveladora de la presencia de estos dos adulterantes, la solución de yodo-yoduro de potasio, donde la aparición de una coloración azul indica que la prueba es positiva, si la coloración es amarillenta significa un ensayo negativo.

6.6.10.4 Sacarosa:

Proveniente de la caña de azúcar, llegó a Europa en el año 700 a.c. desde los países del sudoeste asiático. Y desde aquí se extendió después a América. En Alemania el uso de la remolacha como fuente industrial de azúcar procede del siglo XVIII. Al principio el azúcar debido a su escasez y a su elevado precio constituía un artículo de lujo o médico. En el transcurso del tiempo fue empleándose cada vez más para endulzar los alimentos y posteriormente para su conservación. Hoy en día el empleo del azúcar como único o principal conservador forma toda una rama de la industria conservera.

El azúcar se emplea en forma sólida o en solución (jarabe). Frente a la sacarosa los demás azúcares tienen una importancia mínima para la conservación de alimentos.

La sacarosa disminuye la actividad de agua de un sistema (valor a_w) y con ello las posibilidades de vida de los microorganismos. Los alimentos que han de conservarse se sumergen en soluciones más o menos concentradas de sacarosa o bien se puede añadir en forma sólida. Por efecto osmótico se establece en el alimento una actividad de agua determinada cuyo grado depende del contenido en azúcar.

La combinación del azúcar con métodos de conservación físicos, sobre todo desecación y calor, tiene una gran importancia práctica, así como en la combinación con otras sustancias conservadoras.

La sacarosa no tiene una acción directa sobre los gérmenes, por el contrario en concentraciones pequeñas le sirve de alimento.

Debido a que la sacarosa actúa disminuyendo la actividad del agua, las exigencias de cada organismo en este sentido son las que determinan su actividad. La sacarosa además disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua, por lo que en los productos con un elevado contenido de azúcar solo queda una pequeña cantidad de oxígeno a disposición de los microorganismos aerobios.

Junto a su acción conservadora la sacarosa tiene la propiedad de su intenso sabor dulce; que en muchos casos es el principal motivo de su empleo como componente de alimentos. Las concentraciones en las que se emplea para dar sabor dulce son mucho menores que las necesarias para conservar. En concentraciones pequeñas, sobre todo inferiores al 10%, no tiene actividad antimicrobiana, si no que por el

contrario constituye un alimento para muchos gérmenes, bien directamente o después de desdoblarse en glucosa y fructuosa.

En la leche cruda se utiliza para adulterar la parte del punto crioscópico y la cantidad de sólidos no grasos. (Nat, 1977).

La adición de un reactivo constituido por una solución de bilis de Buey en medio ácido, produce una coloración rojo-violeta en presencia de sacarosa, en ausencia de esta la coloración es rojiza tenue.

6.6.10.5 Cloruros:

En un ensayo tentativo se determina la cantidad de cloruros, expresados como cloruro de sodio. Como sustancia conservadora de alimentos la sal se conocía ya en el antiguo Egipto, en Oriente y en Roma. Servía para condimentar y conservar alimentos de tipos diversos. En el norte y centro de Europa la sal constituía en la edad media un importante artículo comercial. Aunque en aquella época la sal tenía un precio relativamente alto ha sido durante siglos la sustancia más empleada. La importancia de la sal ha persistido hasta

nuestros días, aunque en la actualidad no se le suele emplear sola, si no en combinación con otras sustancias. (Nat, 1977).

6.6.10.5.1 Aspectos sanitarios del cloruro de sodio:

Toxicidad aguda: la DL_{50} de sal común administrada oralmente en solución acuosa concentrada a ratas hambrientas es de 3.75 g/kg de peso corporal.

Toxicidad subcrónica. Administrando sal de cocina en solución acuosa concentrada a ratas hambrientas durante 100 días, es decir durante 1/100 de su periodo vital la DL_{50} resulto ser de 2.7 g/kg de peso corporal. Para ratas alimentadas este valor se convierte en 6.14 g/kg de peso corporal, lo que puede atribuirse a la dilución de sal en el alimento y a un retraso de la resorción. Si la sal se adiciona al alimento se soportan concentraciones superiores.

Si la cantidad de este es superior a 2.3 g/dm^3 , la muestra es sospechosa de haber sido adicionada con cloruros y debe efectuarse una determinación cuantitativa exacta.

Toxicidad crónica. La adición de 2.8 – 5.6 % de sal comunal alimento retrasa el crecimiento y acorta el periodo vital. (Meneely, G. R., Tucker, R.G., Darby, W.J., Auerbach, S.H.1953).

6.6.10.6 Peroxido de hidrogeno:

A finales del siglo XIX se descubrió que el agua oxigenada era apropiada para conservar la leche, protegiéndola del ataque bacteriano. El procedimiento fue desarrollado sobre todo por BUDDE (1497), por lo que la leche tratada de esta manera se la llamaba “budizada”, que consistía en la adición de 0.02 – 0.05% de peroxido de hidrogeno a la leche fresca y se deja actuar durante un tiempo y el exceso se destruye por calor. Este tratamiento destruye tanto las bacterias de la alteración como a los gérmenes patógenos. En la actualidad este sistema se utiliza únicamente en países tropicales, además de inhibir el crecimiento bacteriano neutraliza rápidamente la

formación de ácido láctico, y debido a su descomposición moderada en un determinado tiempo se reduce la acidez.

El empleo de agua oxigenada como protector para los alimentos no está permitido, ya en la mayoría de los países, porque puede reaccionar como oxidante con los componentes del alimento y actúa como blanqueante. En la leche destruye casi por completo la vitamina C, en cambio la grasa y las vitaminas liposolubles no sufren cambio.

Acción contra los microorganismos. El peróxido de hidrógeno es más bien un desinfectante que un conservador, ya que destruye rápidamente a los microorganismos, siempre que se emplee en la concentración apropiada. Su acción no es duradera ya que se descompone rápidamente.

Su efecto germicida se debe sobre todo a su acción oxidante que ocasiona alteraciones irreversibles de diverso tipo en la célula microbiana, especialmente en los sistemas enzimáticos. (Johnson, A.H. and Peterson, M, 1974).

Aspectos sanitarios: El peróxido de hidrógeno en forma pura y en solución al 30% actúa como corrosivo. Prescindiendo de esto no

presenta ningún problema toxicológico ya que en presencia de materia orgánica se descompone rápidamente en agua y oxígeno.

Normas legales. El empleo del agua oxigenada como protector para los alimentos no está permitido ya que en la mayoría de países, porque puede reaccionar como oxidante con los componentes del alimento y actúa como blanqueante.

El agua oxigenada puede conferir a los alimentos tratados con ella ciertos sabores extraños debido a la oxidación de las sustancias aromáticas. Para muchos alimentos se ha abandonado el uso de peróxido debido a su efecto blanqueante, que puede hacer que el consumidor se retraiga.

Por tratamiento con agua oxigenada la vitamina C casi se destruye por completo, en cambio el complejo B apenas se altera (Luck, H. Schillinger, A, 1958).

El peróxido en presencia de pentóxido de vanadio en medio ácido, da una reacción colorimétrica, de fácil apreciación.

6.6.10.7 Hipocloritos y cloroamidas:

El hipoclorito y las cloroamidas son sustancias que libera el cloro activo, el cual se empezó a usar a principios del siglo XIX como desinfectante en medicina. En el año 1847, SEMMEL WEIS consiguió un éxito espectacular en su lucha contra la fiebre puerperal al desinfectar con cloro las manos y el instrumental.

Posteriormente se introdujo el uso del cloro en la desinfección de los utensilios empleados para la preparación y conservación de alimentos y para el agua de bebida y uso domestico. El cloro cada vez iba desplazando al ozono, que tiene más tradición pero es más caro, como desinfectante del agua de bebida. (Nat, 1977).

Tanto las cloroamidas como el hipoclorito destruyen rápidamente a los microorganismos, siempre que se emplee en la concentración apropiada; por ello se trata más de un desinfectante que de una sustancia conservadora.

El efecto antimicrobiano del cloro activo que tienen estas sustancias, se basa en su fuerte acción oxidante y en su rápida combinación con las proteínas. Ambas reacciones provocan numerosas alteraciones en el metabolismo de los microorganismos. (Trueman, J.R, 1971).

La presencia de material orgánica disminuye sensiblemente la acción del cloro al combinarse en parte con él. La acción antimicrobiana del cloro activo aumenta sensiblemente con el calor. Las esporas de los bacilos mueren a 50° C 10 veces más deprisa que a 20 ° C, con la misma concentración de cloro.

El cloro muestra su mayor actividad en la zona neutra o ligeramente ácida. A pH 6 actúa de 2 a 60 veces más deprisa, de acuerdo con el tipo de gérmenes, que a pH 10.

La acción antimicrobiana del cloro es muy amplia. Actúa sobre todo contra las bacterias, incluidas las esporas, levaduras y hongos, pero también contra algas, protozoos y muchos virus. En condiciones óptimas muchas bacterias mueren ya a concentraciones de 0.05 – 0.1 ppm. Los bacilos tuberculosos, salmonelas, proteus y pseudomonas, son algo más resistentes. Para matar a los mohos son necesarias concentraciones de cloro unas 10 veces más superiores a las que hacen falta para las bacterias.

Al tratar la leche con yoduro de potasio en diferentes condiciones, se obtienen coloraciones según la cantidad de cloro activo presente.

6.6.10.8 Neutralizantes: la prueba presuntiva, comprueba la presencia de neutralizantes por cambio de color (aparición de una coloración rojo-violeta) con una solución alcohólica de alizarina. En la prueba confirmativa, al agregar fenolftaleína a una muestra de leche previamente hervida y adicionada de oxalato de potasio, una coloración rosada indica la presencia de alcalizantes en la leche. (Acevedo, 2001).

6.7 SOLUCIONES DE LAVADO CIP DE SILOS, CARROTANQUES Y PASTEURIZADOR

Tomado de: Acevedo: Instructivos: Soluciones de lavado CIP.

Son soluciones que son empleadas con el propósito de remover toda la materia orgánica u suciedad que permanece en los silos de almacenamiento de leche, carrotanques y el equipo que conforma el pasteurizador.

Las soluciones de lavado se preparan en silos especializados para tal fin, cuya capacidad varia de 500 a 2000 litros.

Existen dos tipos de lavado, el lavado alcalino que se realiza con soda cáustica, y el lavado acido, que se puede utilizar acido nítrico o acido fosfórico, pero no la mezcla de los dos.

Antes de realizar estos lavados, se verifica la temperatura y la concentración de la solución alcalina y la solución acida. Existen 2 tipos de lavado para los silos y carrotanques: lavado parcial diario y

lavado total (una vez por semana), referidas en la tabla 9 y tabla 10 respectivamente.

| Tabla 9. LAVADO CIP PARCIAL. DIARIO | | | | |
|--|------------------|----------------------|--------------------|---------------|
| actividad | producto | concentración | temperatura | tiempo |
| pre-enjuague | agua | | ambiente | 2 ± 1 min |
| limpieza alcalina | soda cáustica | 0,5 ± 0,1% | 74 ± 10° C | 3 ± 1 min |
| enjuague alcalino | agua | | ambiente | 3 ± 1 min |

| Tabla 10. LAVADO CIP TOTAL. una vez por semana | | | | |
|---|-----------------|----------------------|--------------------|---------------|
| actividad | producto | concentración | temperatura | tiempo |
| pre-enjuague | agua | | ambiente | 2±1min |
| limpieza alcalina | soda cáustica | 0,5 ± 0,1% | 74 ± 10° C | 3±1min |
| enjuague alcalino | agua | | ambiente | 3±1min |
| limpieza acida | acido nítrico | 0,64 ± 0,1 % | 60 ± 10° C | 3±1min |
| | acido fosfórico | 0,64 ± 0,1 % | 74 ± 10° C | 3±1min |
| enjuague acido | agua | | ambiente | 3±1min |

Las soluciones de limpieza ácida o alcalina se descartan cuando presenta excesiva turbiedad, sedimento y/o olor no correspondiente.

En el caso de los equipos que integran al pasteurizador, se hace un lavado parcial cuando el equipo lleva 8 ± 2 horas de funcionamiento, como se puede observar en la tabla 11.

| Tabla 11. SOLUCIONES DE LAVADO CIP PARA PASTEURIZADOR. PARCIAL | | | | |
|---|-----------------|----------------------|------------------------------|---------------|
| descripción | solución | concentración | temperatura | tiempo |
| pre-enjuague | agua | | ambiente | 5 ± 1 |
| lavado alcalino | soda cáustica | $1,5 \% \pm 0,1$ | $74 \pm 10^{\circ} \text{C}$ | 20 ± 5 |
| enjuague alcalino | agua | | ambiente | 10 ± 3 |

Cuando se termina de pasteurizar se hace un lavado total (tabla 12).

| Tabla 12. SOLUCIONES DE LAVADO CIP PARA PASTEURIZADOR. Total | | | | |
|---|-----------------|----------------------|------------------------------|------------------------|
| descripción | solución | concentración | temperatura | tiempo |
| pre-enjuague | agua | | ambiente | $5 \pm 1 \text{ min}$ |
| lavado alcalino | soda cáustica | $1,5 \% \pm 0,1$ | $74 \pm 10^{\circ} \text{C}$ | $20 \pm 5 \text{ min}$ |
| enjuague alcalino | agua | | ambiente | $10 \pm 3 \text{ min}$ |
| lavado acido | acido nítrico | $1,0 \% \pm 0,1$ | $60 \pm 10^{\circ} \text{C}$ | $20 \pm 5 \text{ min}$ |
| | acido fosfórico | $1,0 \% \pm 0,1$ | $74 \pm 10^{\circ} \text{C}$ | $20 \pm 5 \text{ min}$ |
| enjuague acido | agua | | ambiente | $10 \pm 3 \text{ min}$ |

6.7.1 ACIDO NITRICO.

Líquido incoloro y corrosivo cuya fórmula química es HNO_3 . Los alquimistas medievales lo conocían como *aqua fortis* (agua fuerte). El ácido nítrico se obtiene comercialmente por la acción del ácido sulfúrico sobre nitrato de sodio. También se puede preparar por oxidación catalítica del amoníaco. Es un ácido fuerte y un agente oxidante poderoso. Sobre la piel produce una coloración amarillenta al reaccionar con ciertas proteínas y formar ácido xantoproteico amarillo.

El ácido nítrico concentrado de uso comercial contiene un 71% de HNO_3 y el resto de agua. El ácido nítrico fumante, también empleado comercialmente, está compuesto de ácido nítrico y óxido de nitrógeno gas en solución. Presenta un color rojizo o pardo y es más activo que otras formas de ácido nítrico. Tanto el ácido nítrico común como el fumante tienen numerosas aplicaciones. Se emplean en síntesis químicas, en la nitración de materiales orgánicos para formar compuestos nitrogenados (compuestos que tienen un grupo NO_2) y en la fabricación de tintes y explosivos. El ácido nítrico tiene un punto de fusión de $-42\text{ }^\circ\text{C}$ y un punto de ebullición de $83\text{ }^\circ\text{C}$.

6.7.2 ACIDO FOSFORICO.

De fórmula química H_3PO_4 , ácido que constituye la fuente de compuestos de importancia industrial llamados fosfatos. A temperatura ambiente, el ácido fosfórico es una sustancia cristalina con una densidad relativa de 1,83. Tiene un punto de fusión de $42,35\text{ }^\circ\text{C}$. Normalmente, el ácido fosfórico se almacena y distribuye en disolución. Se obtiene mediante el tratamiento de rocas de fosfato de calcio con ácido sulfúrico, filtrando posteriormente el líquido resultante para extraer el sulfato de calcio. Otro modo de obtención consiste en quemar vapores de fósforo y tratar el óxido resultante con vapor de agua. El ácido es muy útil en el laboratorio debido a su resistencia a la oxidación, a la reducción y a la evaporación. Entre otras aplicaciones, el ácido fosfórico se emplea como ingrediente de bebidas no alcohólicas, como pegamento de prótesis dentales, como catalizador, en metales inoxidables y para fosfatos que se utilizan, como ablandadores de agua, fertilizantes y detergentes.

6.7.3 SODA CAUSTICA.

Sustancia que produce iones hidróxido, OH^- , al disolverse en agua. El término procede del árabe *al-qili*, "cenizas de la planta de almajo", que hacía referencia a los hidróxidos y carbonatos de potasio y sodio, lixiviados de las cenizas de aquella planta. Los hidróxidos de sodio y potasio producen iones hidróxido en concentración suficientemente alta para destruir la carne; por esta razón se llaman álcalis *cáusticos*. Las disoluciones de álcalis colorean de azul el tornasol rojo, neutralizan los ácidos, tienen un tacto jabonoso y son conductores eléctricos.

El hidróxido de sodio (sosa cáustica), NaOH , es un producto comercial importante que se usa para hacer jabón, rayón y celofán. También se emplea para procesar pasta de papel, en las refinerías de petróleo, y para obtener otros productos químicos. Se fabrica principalmente por medio de la electrólisis de una disolución de sal común, dando lugar a hidrógeno y cloro como subproductos importantes.

7. METODOLOGIA

Primero es la recopilación de todas las técnicas de análisis que se practican en el laboratorio físico-químico de control de calidad de la Cooperativa Lechera Colanta de Armenia, mediante el uso de los libros de instructivos y procedimientos de análisis de leche que se encuentran en la biblioteca del mencionado laboratorio.

Luego a cada una de las técnicas de análisis, se analiza los tipos de soluciones empleadas y los reactivos utilizados en ellas. Se investiga la forma en que se prepara cada una de las soluciones, y en las que son de grado analítico se dará a conocer la forma de estandarizarlas. Esta parte se hace con la ayuda de tan estudiados libros de analítica aplicada a la industria de alimentos, y los manuales de soluciones de laboratorio empleadas por los docentes de la facultad de química de la universidad del Quindío.

Al tener todas las formas de preparación y estandarización de las soluciones empleadas en los análisis físico-químicos de la leche, se procede a elaborar un manual de preparación y estandarización de

soluciones empleadas en el laboratorio de control de calidad de Colanta.

Este manual se hará de forma didáctica, para encontrar de forma rápida la técnica o análisis requerido por el lector. Por este motivo se dividirá por secciones que agrupan soluciones de empleo similar.

El manual se hace de tal manera, que facilite la comprensión por parte del lector (analistas y practicantes de control de calidad), ya que en él, se ofrece los conocimientos técnicos y científicos puestos al día, el cual constituirá una herramienta de trabajo óptima para el laboratorio.

8. CONCLUSIONES

- Se suministro con éxito un manual de referencia, conciso y de fácil manejo que sirve de guía para la preparación y estandarización de las soluciones empleadas en los análisis fisicoquímicos de la leche que se practican en el laboratorio de control de calidad de la Cooperativa Lechera Colanta de Armenia.
- Con este manual se da a conocer todos los reactivos que se involucran en cada uno de los análisis que se le realizan a la leche, incluyendo su importancia, y en algunos casos se explica por reacciones químicas lo que acontece en cada análisis.
- La elaboración del manual es de gran importancia, ya se encuentra a la mano de cualquiera de los que laboran en el laboratorio de control de calidad, y no se dependería de una sola persona que realizara la preparación de estas soluciones, como se venía haciendo.

- Al conocer como se preparan estas soluciones, se ahorra tiempo y dinero con los reactivos que eran enviados de la planta principal de Colanta en Medellín.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, H. (2001). Instructivos: Análisis Físicoquímicos. Armenia: Cooperativa Colanta.
- Acevedo, H. (2000). Instructivos: Soluciones de Lavado CIP. Armenia: Cooperativa Colanta.
- AOAC 2000, 17TH 33.2.54 (991.24), Alkaline Phosphatase Activity in Fluid Dairy Products.
- Bender, A. E. (1994). *Diccionario de nutrición y tecnología de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Colanta. (2005). Lácteos para toda la vida (cartilla didáctica).
- Ford, T. Ranmsdell, G. 1995. Composition of the caseine containing particles of milk. J Dairy Sci., **38**, 843-857

- García R, M. (1990). *Alimentación humana. Errores y sus consecuencias*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Grande C, F. (1985). *Alimentación y nutrición*. Barcelona: Ediciones Salvat.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas [ICONTEC]. (1999). NTC 4722: Leche y productos lácteos. Método para determinar el contenido de grasa. Método gravimétrico. Método de referencia. Bogota: Autor.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas [ICONTEC]. (2001). NTC 4978: Leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable. Método de referencia. Bogota: Autor.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas [ICONTEC]. NTC 506: Productos lácteos leche pasteurizada. Bogota: Autor.

- Johnson, A.H. and Peterson, M (1974). Hydrogen peroxide: enciclopedia of food technology. Westport: AVI, S.510-511
- Lehninger, Albert L.(1993). *Principios de bioquímica*. 2ª ed.. Barcelona: Ediciones Omega.
- Luck, H. Schillinger, A. (1958). Untersuchungen zur H₂O₂-behandlung der milch, I. mitteilung. Einflub auf die bestandteile der wäbrigen phase. Z. lebensm. Unters. Forsch. 107, 512-520 (1958)
- Madrid, A (1996). Curso de industrias lácteas. 1ª edicion. España: mundi-prensa.
- Meneely, G. R., Tucker, R.G., Darby, W.J., Auerbach, S.H.(1953). Chonic sodium choride toxicity: hipertensión, renal and vascular lesions. Ann.Int.Med. 39, 991-998.

- Ministerio de la Protección Social. (2006). Decreto número 616.
Colombia: Autor
- Ministerio de Salud. (1983). Decreto número 2437. Colombia:
Autor.
- Nat, P. Lück, E. (1977). Conservación química de los
alimentos. Zaragoza España. Editorial Acribia, S. A.
- Pieter, W. Robert, J. (1984). Química y física lactológica.
Zaragoza España. Editorial Acribia, S. A.
- Sistema Nacional de Análisis de Leche Fresca [SISLAC].
(2005). Técnicas analíticas. determinación del tiempo de
reducción del azul de metileno “TRAM” en leche. Bogota:
Autor
- Strahlmann, B. (1970). Bestrebungen um eine internationale
lebensmittelrechtliche regelung der lebensmittelzusätze seit
beginn des letzten jahrhunderts. Lebensm. Wiss. Technol.

- Trueman, J.R. (1971). The halogens. inhibition and destruction of the microbial cell. London – New York: Academic Press
- Veisseyyre, R. (1988). Lactotecnolgia técnica: Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche (2ª ed.). Zaragoza, España: Editorial Acribia.