

## **Sección 3**

# **Calidad composicional, higiénica y sanitaria**

Section 2

Quality composition,  
hygiene and sanitation

# CAPÍTULO 10

## CALIDAD FÍSICA DE LA LECHE

*José de la C. Molina Arango, Zoot .Esp. Cienc. y tecnol. de alimentos.  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. (djose@une.net.co)*

### 1. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE

**1.1. Color:** La leche recién ordeñada y de buena calidad, es de color blanco porcelana. Dicha coloración puede cambiar cuando se presentan, entre otras, las siguientes circunstancias:

**Calostro:** Da color amarillo intenso, y hay incremento en la acidez.

**Mastitis:** El color es intenso, se torna alcalina.

**Heridas:** Puede ser rojiza, cuando hay presencia de sangre.

**Pasteurización:** Rebaja la intensidad del blanco porcelana.

**Aguado y Descremado:** Toma un tono azulado.

**Presencia de cobre:** Disminuye su coloración normal.

**Colorantes:** Modifican total o parcialmente su color normal, y generalmente enmascaran el aguado.

**Cocción o Esterilización:** Vira hacia una coloración pardusca.

**1.2. Sabor:** La leche de características normales, cuando sale de la glándula, tiene un sabor dulce, que algunos denominan "dulzón". Esta característica es susceptible de modificarse, la leche puede presentar diferentes sabores, cuando ocurren, situaciones entre otras, como las siguientes:

**Sabor a forraje:** Sucede por cambio de pasto, o por consumo de malezas.

**Sabor a establo:** Por condiciones de suciedad o mala ventilación.

**Salado:** Presencia de mastitis, o terminación de lactancia, o por genética.

**Rancio:** Terminación de la lactancia, o mal enfriamiento.

**Sabor a malta:** Debido a suciedad, o a contaminación, o ausencia de enfriamiento.

**Agrio:** Ocasionado por vacas sucias, o alto recuento bacteriológico, o por dificultades en la cadena de frío.

**Sabor a oxidado:** Por exposición a la luz, o por contenido de Fe, o Cu, o debido a aspectos genéticos.

**Sabor a químicos:** Producido por el empleo de medicamentos en el tratamiento de ubres, o por productos asperjados en el establo, como desinfectantes, insecticidas, etc.

Las verificaciones efectuadas en el momento de la recepción de la leche corresponden específicamente a la comprobación del volumen y de las características de calidad.

La verificación de volumen se hace por peso; es importante la determinación de peso a volumen. Un litro de leche a 15°C pesa 1.030 g o lo que es lo mismo, 1.000 g de leche representan 971 cc. Durante la recepción y el pesaje, la pérdida es del 0.3 % como mínimo. El enfriado provoca la contracción de la leche y da una disminución del 0.2 % y por lo tanto el conjunto, puede dar una merma del 0.4 %.

## 2. VERIFICACIONES DE VOLUMEN Y DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN LA LECHE.

La densidad de la leche varía debido a adulteraciones del producto. En el siguiente cuadro se muestran las diferentes densidades, dependiendo de la adulteración

AGUADO	Disminuye la densidad.
DESNATADO	aumenta la densidad por retirar la grasa
ADICION DE LECHE DESCREMADA	aumenta la densidad
AGUADO Y DESNATADO:	Neutraliza el efecto

La densidad de la leche está dada por cada uno de sus componentes; es así como la grasa, los sólidos no grasos y el agua participan en este factor:

	peso	volumen	densidad
Sólidos no grasos	8.5	5.33	1.6
Grasa	3	3.19	0.93
Agua	88.5	88.5	1.0
leche entera	100	97.02	1.0308

La densidad puede medirse como la densidad absoluta, que es la masa de la unidad de volumen; y como densidad relativa, equivalente al cociente que resulta al dividir el valor de la masa de un volumen de leche, por la masa de un volumen igual de agua, a 4°C. Para medir la

densidad normal de la leche hay varios rangos según el país, entre 1.029 a 1.033 g/ml, a 15°C.

Las variaciones normales de la densidad, son debidas a:

- Si la temperatura a la cual se hace la lectura es alta, el valor disminuye. Si la temperatura es baja, el valor aumenta. Esto se debe a que las sustancias presentes en la leche se pueden contraer, o expandir con los cambios de temperatura.
- Con el tiempo transcurrido desde el ordeño, durante las seis horas que siguen a éste, y mientras la leche se enfría, la densidad aumenta hasta una milésima, debido a la solidificación de una pequeña parte de la grasa.
- Los componentes del extracto desengrasado la aumenta, y la grasa la rebaja, debido a que este último elemento tiene menos densidad que la leche misma.
- Factores de ordeño (intervalo entre ordeños). Cuando se realizan más de dos ordeños/día, es posible esperar una disminución de la densidad, por la posibilidad de reducción de los sólidos.
- Tiempo de lactancia. Al final de la lactación, y en especial en intervalo entre partos prolongados, se incrementan las proteínas y las sales.
- Raza de los animales. Genéticamente, algunas razas, como la Pardo, o la Jersey, producen mejor calidad de sólidos lácteos, y por ende, la densidad es mayor.

Se usan dos métodos para determinar la densidad, que: la picnometría y la aerometría.

### 2.1. Picnometría

El picnómetro es un frasco de peso estándar, de 25 ml y con termómetro incorporado. Para hacer la prueba, se homogeniza la muestra, agitando o invirtiendo el recipiente varias veces; si la leche contiene grumos de crema, se debe calentar a 38° C en baño maría, antes de mezclar.

Se llena el picnómetro con agua destilada, se seca por fuera; observar que no presente burbujas de aire, y pesarlo a 20°C; eliminar el agua, enjuagar el picnómetro con leche, llenarlo con la muestra, limpiarlo por fuera y pesarlo a la misma temperatura que se pesó el agua. La densidad relativa se refiere siempre a 20° C.

$$D_{20C} = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1}$$

P3 = Peso del picnómetro con la leche

P2 = Peso del picnómetro con agua

P1 = Peso del picnómetro vacío

## 2.2. Aerometría

Para determinar la densidad, se utiliza el lactómetro o lactodensímetro de Quevenne, introducido en una probeta. La lectura debe realizarse a 15°C (±) 5°. Los lactodensímetros contienen una escala adaptada a los límites de gravedad específica de la leche; en dicha escala no está inscrito el valor total, sino la segunda y tercera cifra decimal del mismo.

Las divisiones de la escala del lactodensímetro se extienden, en la mayoría de los casos, de 25 a 35°C ó de 15 a 40°C grados, lo cual corresponde a densidades de 1.025 a 1.035, y de 1.015 a 1.040. Algunos más modernos poseen un termómetro incorporado, y se les conoce con el nombre de termo-lactodensímetros. El uso de los termo-lactodensímetros está muy generalizado en las plantas lecheras, pues permite obtener resultados muy rápidos y con bastante exactitud. Este equipo se debe chequear y calibrar por picnometría como mínimo cada 3 meses.

Para realizar la medición, se procede a homogenizar la muestra, agitando suavemente; se agrega la leche a la probeta, inclinándola para evitar la formación de espuma. Se introduce el termo-lactodensímetro con cuidado, provocando un ligero movimiento de rotación. Se espera hasta que el termo-lactodensímetro se estabilice, y se lee la densidad que aparece sobre el vástago del areómetro, en la cúspide del mismo (L); además, se lee la temperatura (T)

$$PE = \frac{LLM + C + 1}{1000}$$

PE: Peso específico

L.L.M: Lectura lacto-métrica

C: Correcciones

## 3. PRUEBAS DE ESTABILIDAD PROTEICA DE LA LECHE

### 3.1. Prueba de alcohol en la leche:

El alcohol afecta la estabilidad de la suspensión coloidal, sobre todo con presencia de ácido láctico, o de una elevada (anormal) concentración de sales en la leche. Las leches con un contenido alto de calcio al final de la lactancia, pueden coagular con el alcohol, sin ser ácidas.

Para realizar el procedimiento, se gotea una muestra de leche (2-5 ml) en un tubo de ensayo a temperatura entre 18 y 24°C. Una cantidad de alcohol (68-70%), igual a la que se usó de leche, se agrega al tubo, agitándolo mientras gotea. Inmediatamente se observa la reacción.

La prueba es positiva (+) si se observan partículas de cuajada (coaguladas) en la pared del tubo de ensayo. Esto sucede cuando la acidez es mayor de 0.23 ó 0.24 %, como ocurre cuando hay calostro, o cuando la leche tiene un mayor contenido de sales, evento que es frecuente en los estados avanzados de gestación o en la mastitis; esta leche no se puede pasteurizar.

### 3.2. Prueba de ebullición en la leche

Al hervir una muestra de leche, se pueden encontrar coágulos suaves y firmes, dependiendo de la acidez y/o de la concentración de sales en la leche. Esta prueba es más confiable que la del alcohol, ya que puede dar positiva (+) con 0.22 ó 0.23 % de acidez.

Se toman 2-5 ml de leche en un tubo de ensayo, se somete a ebullición, preferiblemente en baño María, agitando frecuentemente. Se observa si la leche coagula. Si no ocurre, el resultado es negativo (-)

Cuando la leche coagula el resultado es positivo (+). Esto quiere decir que la leche está ácida, o con un mayor contenido de sales (mastitis, calostro, animales en estado avanzado de gestación). Si los grumos son muy pequeños, se deben observar con lupa, porque pueden encontrarse partículas como coágulos esféricos, y ello puede deberse a aire incorporado, y no a floculación.

#### 4. DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ÓXIDO REDUCCIÓN (REDOX, EH) EN LA LECHE

El potencial redox de los alimentos está determinado por la presencia de elementos reductores (que ganan oxígeno, o pierden electrones), y oxidantes (que pierden oxígeno, o ganan electrones). El Eh puede tener valores positivos cuando la sustancia, o el alimento, se comporta como oxidante; o negativos, cuando se comporta como reductor. El oxígeno disuelto en la leche contribuye a que la misma posea un Eh de +250 a +350 mV (milivoltios). Los microorganismos al multiplicarse, debido a su metabolismo, liberan electrones y consumen oxígeno, lo cual hace que el Eh disminuya. En medios no "bufferados", una pequeña parte de microorganismos (105 /g) pueden causar cambios en el potencial; en cambio, en alimentos bien amortiguados, una población mayor (108 /g) apenas modificará el Eh.

Según las necesidades de oxígeno, los microorganismos se clasifican en:

- Aerobios Estrictos:** Los que necesitan oxígeno para desarrollarse; no se multiplican en ambientes anaeróbicos. Ejemplo: *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, mohos.
- Anaerobios Facultativos:** Son microorganismos que pueden crecer en presencia o ausencia de oxígeno. Ejemplo: Enterobacterias, *Staphilococcus*.
- Anaerobios Estrictos:** microorganismos que solo crecen en ausencia de oxígeno. Ejemplo: *Clostridium*, *Propionibacterium*
- Microaerofilos:** Aquellos que, para crecer, necesitan sólo una pequeña concentración de oxígeno en la atmósfera. Ejemplo: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*

Por lo general, en ciertos alimentos, el desarrollo inicial de los microorganismos es aeróbico, y, posteriormente, al reducirse el Eh, comienza el desarrollo de los anaeróbicos. En la leche las bacterias ácido-lácticas se consiguen en abundancia, y por ser varias de ellas anaerobias facultativas, pueden desarrollarse en ambos ambientes.

En la leche, el valor normal varía entre +0.2 y +0.3 voltios. El equipo se compone de un vaso, en el que el aparato se mantiene en la oscuridad; un matraz cónico, don-

de se pone el material a analizar; un agitador; un electrodo; una bureta que se emplea en la medida; un electrodo de platino, y un medio de entrada y salida de nitrógeno.

El potencial óxido reducción de la leche, varía según algunos factores

- De acuerdo con la época del año: Trimestralmente se encuentran variaciones en el potencial, pero manteniéndose en el rango normal.
- Según el mayor o menor contenido en ácido ascórbico de la leche.
- Con el envejecimiento de las leches.
- Con el valor de pH: Si la leche tiene pH 3, sube las dos primeras horas, y luego, cae; si tiene pH 5.9, crece mucho más las dos primeras horas, y su caída no alcanza el valor inicial. Con pH 6.5, crece como el anterior, pero luego cae por debajo del valor inicial.
- Si la leche contiene formol; disminuye el potencial.
- La presencia de cobre, o hierro eleva el potencial.
- El calentamiento fuerte de la leche, provoca un descenso rápido del potencial.
- A mayor riqueza bacteriana, cae el potencial

Existe una relación entre el potencial de óxido reducción y el sabor oxidado de la leche, que se puede ver en el cuadro siguiente:

Potenciales	Grados de oxidación			
	Negativo	débil	oxidado	súper oxidada
0040 - 0.000	67%	5.5%	0.5%	0%
0.000 - 0.004	33%	8.5%	2.3%	0%
0.04 - 0.08	0%	9.2%	47.5%	49
0.08 - 0.12	0%	0.2%	29%	34%
0.12 - 0.16	0%	0%	0%	17%

Esto indica que una forma de detectar anomalías en el sabor de la leche, por causa de la oxidación, puede ser a través de este método.

## 5. ADICIÓN DE MEDICAMENTOS (ANTIBIÓTICOS) A LA LECHE

El uso de antibióticos para preservar la leche cruda está prohibido ya que tiene efectos en las poblaciones de microorganismos, creando resistencia a los mismos y eventualmente efectos nocivos en el consumidor. Los antibióticos más frecuentes son: penicilina, clorotetraciclina, oxitetraciclina, cloramfenicol y estreptomina. La presencia de estos productos en la leche puede causar toxicidad, hipersensibilidad, aparición de cepas resistentes, y en la industria causa problemas con los cultivos iniciadores.

Determinación según la técnica del "DELVOTEST": En tubos de ensayo, mantenidos al baño maría, a cada muestra de leche se le agrega una ampolla que contiene *Bacillus stearo thermophylus*; se toma, por medio de la jeringa, 0.1 ml de la muestra y se deposita en la ampolla sobre el agar y la tableta. En un soporte se colocan las ampollas al baño maría, a 64°C, por 2.5 horas.

Si se presenta una coloración amarilla en todo el medio sólido, será negativo (0 - 0.003 UI / ml de leche). Si presenta una coloración parte amarilla y parte púrpura, será levemente positiva (0.004 - 0.005 UI / ml de leche). Si todo el medio es de color púrpura, será positiva (0.006 - 0.008 UI / ml de leche).

## 6. ADICIÓN DE ADULTERANTES (agua, suero, leche en polvo, formol, peróxidos)

### 6.1. Adición de agua

6.1.1. Determinación de sólidos no grasos por el lactómetro de Bertuzzi: El lactómetro de Bertuzzi indica exactamente las sustancias sólidas que contiene la leche (lactosa, albúmina, sales minerales y proteína). Este valor en leche pura nunca es menor de 8.5, y puede ser más de 9.0. Este instrumento permite la medición de la masa deseada y desengrasada de la leche sin necesidad de desnatar previamente la muestra; por este método, se facilita el examen oficial de una leche sospechosa de estar aguada.

El lactómetro de Bertuzzi es un refractómetro provisto de 2 prismas: uno fijo y otro móvil. Posee, además, un ocular que puede estar montado sobre un soporte, con

dispositivo de alumbrado por baterías o corriente eléctrica. Aunque es un aparato óptico de precisión y de construcción sólida, se deben tener algunos cuidados en su manejo: una vez efectuada la lectura, se deben lavar los prismas con agua, y secar con algodón; según la frecuencia de su uso, limpiar los prismas con éter para eliminar las grasas. El aparato posee una escala graduada de -1 a 14, con los números impares colocados a la izquierda y los pares a la derecha, y con 5 líneas entre grados.

Para la lectura en el lactómetro se mezcla cuidadosamente la muestra de leche que se desea examinar, se calibra el lactómetro depositando algunos gotas de agua sobre los prismas cuya lectura debe corresponder a cero (si la temperatura ambiente es de 15°C), o sino un poco más abajo. Se debe tener en cuenta, si por ejemplo, se lee 0.6 (tres líneas) bajo el cero, esta diferencia habrá de agregársele a la lectura del residuo; si en cambio, da 0.2 (una línea) sobre el cero, habrá que sustraérsela.

Estando los prismas abiertos, se depositan algunas gotas de leche sobre la superficie del prisma fijo, y se coloca el prisma móvil sobre éste. Se espera un minuto, dejando el instrumento lo más quieto posible. Se orienta el instrumento hacia una fuente luminosa, y se gira el ocular hasta que la escala se vea nítida.

La lectura se efectúa cuando la línea de separación entre el campo claro y el campo oscuro sea clara. Siempre se lleva a cabo la corrección de la temperatura y la lectura indica el porcentaje de volumen de residuo no graso.

El cálculo del agua adicionada, se lleva a cabo de la siguiente forma: Cuando la lectura de la leche da cifras, para extracto seco desengrasado (ESD), por debajo de las que se tienen como referencia para la región, el porcentaje de agua adicionada se calcula, así:

$$\% \text{ agua adicionada} = [\text{patrón de la región} - \text{lectura corregida de la muestra}] \times 11$$

Para facilitar la labor de campo, existen tablas que permiten el cálculo de la leche aguada, según el índice encontrado con el lactómetro de Bertuzzi. En la tabla siguiente se presentan las diferencias entre las lecturas efectuadas con leche genuina y con leche aguada, y que se encuentran en la escala graduada del lactómetro.

%RF	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
%agua	2.2	4.4	6.6	8.8	11.0	13.2	15.4	17.6	19.8	22.6	24.2	26.4	28.6	30.8	33.0

%RF: Es el valor determinado en el lactómetro de Bertussi, luego de aplicar la fórmula que indica la diferencia entre los % de sólidos solubles entre dos leches (un patrón reconocido como excelente, y otro como problema y en proceso de análisis). La escala está graduada en 1/5; por lo tanto, cada línea corresponde a 0.2 % de RF; cada número (5 líneas) corresponde a 1 % de RF.

¿Cómo se consulta el cuadro? Si la leche genuina de una determinada zona, da siempre con el lactómetro un residuo de sólidos solubles de 8.8 (lectura 8 y cuatro líneas), y de la misma zona se examina una partida de leche con un contenido de residuo de 8.2 (lectura 8 y una línea), la diferencia entre los grados de la leche genuina y la leche sospechosa será de  $8.8 - 8.2 = 0.6$ . En el cuadro, a una diferencia de 0.6 corresponde una diferencia de 6.6 % de la leche aguada.

Ejemplo:

Patrón de la región :	8.6 % ESD
Lectura con agua :	10.7 %
	corrección por temperatura
Lectura de la leche :	8.8
Lectura corregida :	$8.8 - 0.7 = 8.1$
%Agua adicionada :	$(8.6 - 8.1) \times 11 = 0.5 \times 11 = 5.5 \%$

El desarrollo de la acidez puede enmascarar, parcial o completamente, el efecto del agua agregada. La British Standard Institution propone una corrección de  $0.0034^{\circ}\text{C}$  por cada 0.01 % de acidez, expresada como ácido láctico sobre 0.18 % (hasta un límite de 0.30 %).

### 6.2. Adición de suero

Esta adición se considera una adulteración de la leche, salvo si se utiliza en bebidas análogas de leche. Para determinar se incuban 20 ml de la leche a  $37^{\circ}\text{C}$ , durante 30 minutos. A 5 ml de esta muestra se adiciona una gota de agua oxigenada (al 35%), y se pone a hervir. Si la muestra contiene suero, coagulará, y, en este caso, se considera como positivo. Esta prueba no sirve para leche con acidez mayor a 0.18% de ácido láctico

Este método de control de adición de suero, se calibra ocasionalmente, con el método de referencia, o la determinación del punto crioscópico de la leche, que no es más que la determinación del punto de congelación de la leche, que es muy constante ( $-0.530$  a  $-0.566$ ). A su vez, es otro método de referencia para detectar el aguado en la leche (si está por debajo de  $-0.530$ , puede ser que di-

cha muestra haya sido adulterada con agua. Si por el contrario, el punto crioscópico está por encima de  $-0.560$ , puede estar adicionada de suero).

La adición del 1% de agua hace variar este punto en  $0.005^{\circ}\text{C}$ . Con la adición de preservativos, o por acidez, baja un poco. La adición de solventes como el agua, implica una disminución de la concentración de los solutos. Para determinar el punto de congelación se utiliza el crioscopio. Existen diferentes tipos y marcas de crioscopos, entre ellos el Gerber eléctrico, el Digimatic 4D2, el Crioscopio 4D3 y el automático 4400.

### 6.3. Adición de Formol o solución de formaldehído

Es un compuesto a base de amonio cuaternario tóxico, y su uso sólo es permitido para la conservación de muestras en el laboratorio. La toxicidad se debe principalmente al contenido de metanol. Su acción es bactericida, y en la leche produce mal sabor. La adición de este producto a la leche destinada para consumo humano esta prohibido totalmente

Para la determinación, se toma 2 ml de ácido sulfúrico concentrado en un tubo de ensayo, se añade 0.5 ml de una solución de cloruro férrico al 1 %, se mezcla, y se agregan 5 ml de muestra por las paredes del tubo de ensayo, tratando de no mezclar. La presencia de formaldehído da un color violeta en el sitio de unión de la leche con los reactivos.

### 6.4. Adición de leche en polvo

En muchos casos, se usa la adición de leche en polvo, o leche condensada, a la leche cruda, o a la leche líquida pasteurizada. Se permite el uso hasta del 30% de leche reconstituida.

Para la detección se usa el método de C.I. Clay, M.B. Burke y G. Junquer que se basa en el hecho de que la leche industrial ha pasado por un proceso de calentamiento, lo cual la hace diferente a la leche cruda.

Para realizar la técnica, se prepara una curva con 0.1147 g de ferrocianuro potásico con 3 moléculas de agua, en un litro; se diluye a fin de que contenga 0.05 mg/ml, en cada dilución. A 15 ml de leche, se le agregan 15 ml de agua y 3 ml de ácido acético (o tricloro acético) al 5%. Se centrifuga 3 minutos a 1000 r.p.m, se decanta el

sobrenadante, y se lava el residuo con 15 ml de agua; luego, añadir 3 ml de solución saturada de urea, llevar hasta 15 ml con agua; agregar 5ml de tri-cloro-acético al 10%; filtrar, descartando las primeras gotas. Mezclar 5ml de agua, con 5 ml del filtrado y un 1 ml de de cloruro férrico (0.1%); y leer a 600 mili-micras. Se compara con la escala preparada.

Este valor varía para la leche natural, entre 0.90-4.18; cuando fue adicionada con leche en polvo presenta un promedio de 2.44. Aunque se realice la pasterización, siempre se detectará la adulteración, presentando el valor dentro del rango indicado.

### **6.5. Determinación de peróxidos o agua oxigenada**

El agua oxigenada o peróxido de hidrógeno es un potente agente oxidante. Se descompone en agua y oxígeno. La catalasa, enzima presente en la leche, destruye el peróxido rápidamente, con producción de agua y oxígeno.

El Ministerio de Protección social en Colombia, prohíbe su adición en la leche que va a ser destinada para consumo directo, sin higienizar; por el riesgo de ocultar el mal manejo operacional por parte de los manipuladores; sin embargo, la FAO recomienda su utilización en los países tropicales, como método de conservación de la leche

La adición con agua oxigenada puede hacerse con dos fines:

-Como tratamiento de corta duración, para reducir la contaminación bacteriana sin necesidad de pasterización, pero sin sustituir.

-Como agente preservativo, para prolongar la duración de la leche.

Su aplicación se da en leches que van a ser pasterizadas. Allí, el agua oxigenada ejerce una acción más eficaz que en la cruda, ya que la temperatura de pasterización destruye la mayor parte de la catalasa, y, entonces, no se descompone el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, que en pequeña cantidad no es perjudicial.

Es recomendada su aplicación por la FAO, durante la recogida de la leche, siempre y cuando dicha leche vaya a ser procesada industrialmente, para evitar que queden restos de agentes conservantes. En la industria, además, es recomendada su adición en situaciones de emergen-

cia por daño de equipos, organización deficiente de la recogida de la leche y la producción en climas cálidos y en zonas con problemas de infraestructura carretable. El agua oxigenada se adiciona a las cuatro horas post-ordeño, y la cantidad a agregar depende del contenido de catalasa presente en la leche, se permite utilizar entre 0.035 y 0.08 %.

La leche tratada con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, no presenta sabores desagradables después de degradar el peróxido; si la leche contiene cantidades apreciables sin descomponerse, presenta un sabor metálico. Respecto a la acción sobre las vitaminas, el peróxido sólo produce un cambio en las vitaminas C y A, que se reducen.

Cuando a la leche se le adiciona H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> se oxidan las proteínas, y se producen aldehídos, acetonas y ácidos. El queso elaborado con leches tratadas con peróxido es de calidad inferior y se presenta con textura pastosa y blanda. Puede llegar a inactivar el cultivo iniciador. De usarlo en estos casos, se recomienda eliminar los residuos de peróxido en la leche, por adición de catalasa, una enzima normalmente presente en la leche. La mantequilla no presenta diferencias en el aroma, o rendimiento, el suero puede conservarse hasta diez días al usar 0.2 % de peróxido.

Para detectar H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a 10 ml de la muestra se añaden, 0.5 ml de ácido vanádico al 1 %, preparado en ácido sulfúrico concentrado. Éste se añade por las paredes del tubo de ensayo. La aparición en la zona de contacto de un anillo rojo salmón, indica la presencia de agua oxigenada en la muestra.

### **6.6. Adición de sustancias extrañas (vermífugos, pesticidas)**

Para la determinación de estas sustancias, existe, entre otros métodos, la cromatografía de gases que puede detectar hasta 5 x 10<sup>-12</sup> de insecticidas como Lindano, Heptacloro, Aldrin, Dieldrin. Si se emplea la grasa extraída por el sistema Babcock en tratamiento ácido, hay pérdida de insecticidas y en el caso del Endrin, hay desaparición completa. El tratamiento con álcali y saponificación de la grasa, destruye algunos, y altera, entre otros, el DDT, el DDD y el DDE. El método para extraer la grasa, sin pérdida de los insecticidas, es a partir de 25 g de tetrafosfato sódico; 12 ml de triton X-100; 25 mg de urea; 50 ml de alcohol iso-propílico, y agua en cantidad suficiente para los 500 ml.

## BIBLIOGRAFÍA

- Clay C.I., M.B. Burke y G. Junquer. Journal association oficial Agricultura Chemist, 1965 pp 310-318.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Documento Conpes 3376 Departamento Nacional de Planeación POLÍTICA SANITARIA Y DE INOCUIDAD PARA LAS CADENAS DE LA CARNE BOVINA Y DE LA LECHE Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Ministerio de Comercio, Industria y Turismo DNP: Dirección de Desarrollo Rural Sostenible; Dirección de Desarrollo Social, Dirección de Desarrollo Territorial Versión aprobada Bogotá, D.C., 5 de septiembre de 2005.
- García, Álvaro D. Células somáticas y alto recuento bacteriano ¿Cómo controlarlos? Dairy Science COLLEGE OF AGRICULTURE & BIOLOGICAL SCIENCES / SOUTH DAKOTA STATE UNIVERSITY / USDA 2004.
- Goded y Mur Antonino. Técnicas Modernas al análisis de leche. Ed Dossat. Madris 1966.
- Holmann, Federico et al. Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico latinoamericano y su interrelación con los mercados: un análisis del caso colombiano. CIAT. Mayo, 2003.
- IICA - FINCA S.A. Análisis de competitividad y ventajas comparativas de la ganadería de leche en Colombia. 2003.
- Martínez Héctor y Ximena Acevedo. La Cadena de Alimentos Balanceados para Animales (ABA) en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica. Documento del Observatorio Agro-cadenas No 1. 2002.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia, Documento de Trabajo No. 74, LA CADENA DE LÁCTEOS EN COLOMBIA UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA. 1991 2005- <http://www.agrocadenas.gov.co>, [agrocadenas@iica.int](mailto:agrocadenas@iica.int). Bogotá, Marzo de 2005.
- PBEST Asesores y J.M. Castells. Estudio sobre la competitividad y la productividad de la Cadena de Lácteos en Colombia. Bogotá. 1997.
- Pérez, Gerson Javier, Los Ciclos Ganaderos en Colombia, 1950 - 2001, Documentos de Trabajo sobre Economía Regional del Banco de la República, No. 46, junio de 2004.
- Philpot, W.N. and S.C. Nickerson. 1991. Mastitis: Counter attack. Babson Bros. Co. II., USA.
- Ramírez, Manuel y Héctor Martínez. Relaciones de precios entre los diferentes eslabones de las cadenas agroproductivas en Colombia. Documento de Trabajo No 50. Observatorio Agrocadenas. 2004.
- Monografías. Com: <http://www.monografias.com/trabajos17/antibioticos/antibioticos.shtml>
- Álvarez Orejón Juan [http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D8519%2526ISID%253D427,00.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D8519%2526ISID%253D427,00.html).