



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

# “PRÁCTICAS DE LABORATORIO: CONTROL DE CALIDAD DE LECHE DE VACA”

AUTORIA <b>M<sup>a</sup> PAZ GARCÍA RODRÍGUEZ</b>
TEMÁTICA <b>CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS LÁCTEOS</b>
ETAPA <b>FORMACIÓN PROFESIONAL</b>

## Resumen

En este artículo se muestran los análisis clínicos que se llevan a cabo en la industria alimentaria para determinar el buen estado de un producto alimentario, la leche. Dichos análisis pueden constituir prácticas de laboratorio del Ciclo Formativo de Grado Superior de Técnico Superior en Laboratorio de Análisis y Control de Calidad.

## Palabras clave

Leche de vaca  
Control de calidad  
Valoración ácido-base

## 1. INTRODUCCIÓN

Como bien es conocido, la leche es un líquido blanquecino segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos tras el nacimiento de las crías. Tiene un alto valor nutritivo, por ello constituye el alimento de las crías en la primera etapa de su vida.

Los principales componentes que constituyen la leche son:

- Lípidos: principalmente triglicéridos.
- Proteínas: albúminas, caseínas y globulinas.
- Glúcidos: esencialmente lactosa.
- Sales minerales.

La leche más comercializada hoy día para consumo humano es la de vaca. Constituye la materia prima con la que se elaboran numerosos productos lácteos, como la mantequilla, el queso y el yogurt. Es muy frecuente el empleo de los derivados de la leche en las industrias agroalimentarias, químicas y



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

farmacéuticas en productos como la leche condensada, leche en polvo, caseína o lactosa. La leche de vaca se utiliza también en la alimentación animal.

## 2. PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL DEL TRATAMIENTO DE LA LECHE.

Para que la leche de vaca sea apta para el consumo humano, es decir, que pueda ser ingerida sin riesgo alguno para la salud, es necesario realizar algunas operaciones. El procedimiento industrial llevado a cabo comprende los siguientes pasos:

### 1º) La lactación

Tras el nacimiento de un ternero, la vaca produce leche durante un periodo que suele durar 210 a 250 días, en este tiempo la vaca se vuelve a preñar y dos meses antes del nuevo parto, deja de segregar leche, con el fin de que al nacer el ternero, el ciclo productivo continúe.

### 2º) Ordeño y almacenamiento.

Diariamente mediante sistema mecánico, la leche se ordeña en las explotaciones ganaderas. Las vacas producen diariamente una media de 35 litros al día, llegando en algunos casos a los 50 litros al día, gracias a la alimentación que recibe el ganado vacuno lechero. La leche extraída pasa a tanques de frío donde se conserva a 4 °C.

### 3º) Transporte.

Cisternas isotermales recogen la leche de las explotaciones. Todas las cisternas están dotadas de un laboratorio que desestima el producto que no cumpla los parámetros exigidos. Se realiza un análisis de estabilidad, otra de acidez y otra de inhibidores.

### 4º) Almacenamiento.

La leche pasa a los depósitos donde se enfría a 4 °C y se agita suavemente para que por efecto de la gravedad la nata no suba a la superficie.

### 5º) Tratamientos previos:

Pueden distinguirse tres procesos:

- Higienización: se eliminan las impurezas que pueda tener la leche, como restos de paja, tierra, etc.
- Homogeneización: en la leche, la grasa se encuentra en emulsión, formando pequeños glóbulos de grasa, que cuando se sitúan en la superficie forman la nata. Para evitar este proceso en la leche envasada se rompen esos glóbulos en partículas más pequeñas.
- Normalización: consiste en ajustar el contenido en grasa, respecto al tipo de leche: entera, semidesnatada o desnatada. La nata retirada se pasteuriza y se trata para ser comercializada.

### 6º) Esterilización.

El proceso UHT (Ultra High Temperature) constituye un progreso en la preparación de leches líquidas de larga duración. Una vez la leche ha sido estandarizada en sus niveles de grasa, extracto seco y proteína, es sometida a un sistema directo que consiste en la inyección de vapor que eleva su



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

temperatura a 148 °C durante dos segundos y tres décimas. Posteriormente se extrae el vapor y se disminuye la temperatura a 25 °C.

El objetivo fundamental de aplicar el proceso UHT, es la destrucción de todos los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en la leche cruda, evitando así cualquier riesgo de transmisión de enfermedades al consumidor. Por otro lado, con este tratamiento se mantienen las características de la leche fresca con todo su sabor y nutrientes.

7º) Envasado.

Se realiza en condiciones asépticas en Tetra Brik, indicándose en éste su lote y fecha de caducidad.

8º) Distribución de los productos en transporte especializado.

### 3. VARIEDADES DE LECHE DE VACA EN EL MERCADO.

En la actualidad, la demanda de los consumidores (que buscan alimentos más sanos y nutritivos), ha derivado en la diversificación de los productos que ofertan las centrales lecheras. Ejemplo de ello son las opciones que se muestran a continuación:

- Leche entera: Contiene de forma natural un 3,5 % de materia grasa.
- Leche semidesnatada: Se obtiene a partir de leche entera, a la que primero se quita toda su grasa y posteriormente se añade la cantidad de nata requerida para conseguir que la grasa represente entre el 1,5% y el 1,8% del producto, rango establecido por la normativa para la leche semidesnatada.
- Leche desnatada: Su nivel de grasa es aún menor, conteniendo un 0.5 %.
- Leche enriquecida con vitaminas: La mayoría de los fabricantes añaden también vitaminas liposolubles (solubles en grasa), ya que durante el desnatado, junto con la grasa se eliminan estas vitaminas de la leche. Algunas de ellas son:
  - Vitamina A : Regula la función visual y es esencial durante el crecimiento.
  - Vitamina D: Regula la asimilación de calcio.
  - Vitamina E: Regula la formación, funcionamiento y conservación de los tejidos, glóbulos rojos, músculos, etc. Además presenta acción antioxidante.
- Leche enriquecida en calcio: Se pueden añadir a la leche sales minerales de calcio, caseinatos o caseínas, leche en polvo o leche concentrada.
- Leche modificada en grasa omega-3 y ácido oleico: Se sustituye la grasa característica de la leche de vaca, que es sobre todo saturada, y el colesterol, por grasas de tipo monoinsaturado o poliinsaturado como los ácidos grasos oleico y omega-3. Algunos de estos ácidos grasos se



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

denominan esenciales, lo que significa que no pueden ser sintetizados por nuestro organismo y deben incorporarse a través de la dieta. Presentan ventajas para la salud, ya que previenen

enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, depresión, fibrosis quística y artritis, entre otras.

- Leche en polvo: se obtiene mediante la evaporación del agua de la leche pasteurizada.

#### **4. CONTROL DE CALIDAD DE LECHE: EXPERIENCIAS DE LABORATORIO.**

Para garantizar que los productos lácteos se encuentran en buen estado y son aptos para el consumo humano se realizan varios análisis en el laboratorio. Para ello se analiza cada partida de leche envasada.

Las experiencias prácticas que se muestran a continuación pueden ser realizadas en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Técnico Superior en Laboratorio de Análisis y Control de Calidad, ya que no requieren material de laboratorio muy específico ni montajes muy complejos.

##### **4.1. Determinación de la acidez.**

La leche de vaca presenta un pH comprendido entre 6.6 y 6.8 siendo la acidez total debida a una suma de reacciones fundamentales y a una cuarta de carácter eventual. Estas son:

- 1) Acidez proveniente de la caseína.
- 2) Acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos.
- 3) Reacciones secundarias debidas a los fosfatos presentes en la leche.
- 4) Acidez desarrollada, debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración.

Las tres primeras representan la “acidez natural” de la leche. La cuarta puede existir debido a condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas. Si han actuado bacterias lácticas, parte de la lactosa de la leche se degrada a ácido láctico, lo que hace que aumente la concentración de protones y por tanto la acidez.

En general, la determinación de la acidez de la leche es una medida indirecta de su calidad sanitaria. Este análisis es aplicado de forma habitual a la leche cruda, así como a la leche tratada térmicamente.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

### Fundamento de la práctica

La **acidez valorable** se expresa en grados DORNIC (°D). Un °D corresponde a 0,1g de ácido láctico por litro de leche. La valoración de los compuestos ácidos de la leche se lleva a cabo valorando 10mL de ésta con NaOH 0,1M en presencia de fenoftaleína.

La medida de la acidez Dornic (por ejemplo: 17°D) no significa que la leche contenga 1,8g de ácido láctico por litro, sino que contiene constituyentes con características ácidas que pueden reaccionar con la sosa.

M/9 es una forma de expresión debida a que el ácido láctico presenta una masa molecular de 90mg/mol, siendo su fórmula  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ . Esto hace que en una valoración de 10mL de leche la acidez en °D viene dada por:

$$^{\circ}D = V(10ml)_{\text{NaOH}(M/9)} \times 10$$

Por tanto 1°D = 1mg de ácido láctico en 10ml de leche

En la leche enriquecida en calcio se realiza la medida de pH con un electrodo de pH en vez de la valoración con NaOH. De esta forma es más fácil asegurar que el calcio se encuentra disuelto, ya que este es soluble en un rango de pH determinado.

### Procedimiento experimental

- Se toman 10 mL de leche con una pipeta y se depositan en un erlenmeyer.
- Se adicionan unas gotas de fenolftaleína.
- Se llena una bureta con disolución de NaOH 0,1M, y se enrasa.
- Se lleva a cabo la valoración dejando caer la disolución de NaOH sobre la muestra de leche del erlenmeyer hasta que la coloración de la misma sea rosa claro permanente.
- Se anota el volumen de NaOH consumido en la valoración y se determina la acidez en grados DORNIC (°D).



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

#### 4.2. Determinación del contenido en grasa mediante butirómetro.

Se realiza para medir el porcentaje de grasa en batidos, leche y nata. Se realiza mediante el método Gerber.

##### Fundamento de la práctica

El método Gerber consiste en separar la grasa dentro de un recipiente medidor, llamado butirómetro, medir el volumen e indicarlo en un tanto por ciento en masa.

La grasa existe en la leche en forma de pequeños glóbulos de diferente diámetro, que oscila entre 0,1 y 10 micrómetros. Los glóbulos grasos forman una emulsión permanente con el líquido lácteo. Todos los glóbulos de grasa están rodeados por una capa protectora, una membrana compuesta por fosfolípidos, proteínas de envoltura de los glóbulos de grasa y agua de hidratación. La envoltura de los glóbulos de grasa evita la coalescencia de los mismos y estabiliza el estado emulsionado.

La separación completa de la grasa precisa la destrucción de la envoltura protectora de los glóbulos grasos. Esto se lleva a cabo por medio del ácido sulfúrico concentrado, el cual oxida e hidroliza los componentes orgánicos de la envoltura protectora de los glóbulos de grasa, las fracciones de las albúminas de leche y la lactosa.

Se produce calor por la dilución y también un fuerte calor debido a la reacción. El butirómetro se calienta considerablemente. Los productos de la oxidación tiñen la solución resultante de color marrón. La grasa liberada de esta forma se separa a continuación por la centrifugación.

Añadiendo alcohol isoamílico se facilita la separación de la fase y, al final, resulta una línea divisoria clara entre la grasa y la solución ácida.

En la escala del butirómetro se puede leer el contenido en grasa de la leche como contenido de masa en un tanto por ciento.

##### Procedimiento experimental

- Se adicionan 10 mL de ácido sulfúrico al 90% en un butirómetro con la ayuda de una pipeta.
- Sobre él se vierten 11mL de muestra, ya sea leche, batido o nata.
- Por último se añade 1mL de alcohol isoamílico.
- Se tapa el butirómetro con un tapón y se agita.
- Se introduce en la centrífuga durante 20 minutos a 65 °C.

- La cantidad de materia grasa puede leerse directamente en la escala del butirómetro. La función del alcohol amílico es facilitar la completa separación entre la grasa y la mezcla digerida.



Fig 1. Butirómetro

### 4.3. Prueba de estabilidad de proteínas

#### Fundamento de la práctica

La leche contiene dos tipos distintos de proteínas: las caseínas y las proteínas del suero.

Las caseínas constituyen aproximadamente el 80% de las proteínas totales. Son fosfoproteínas que contienen entre 5 y 13 grupos de fosfoserina. En la leche se encuentran formando micelas de un tamaño medio de 100 nm. La estructura micelar consiste en una red de caseínas unidas por fosfato cálcico. Se ha comprobado que los grupos éster de serina fosfato tienen una participación fundamental en la estructura del fosfato cálcico coloidal.

Las principales reacciones de las proteínas de la leche son las de desestabilización de las micelas de caseína. Los efectos más simples son los originados por el descenso del pH de la leche. Inicialmente se produce la solubilización del fosfato cálcico y como consecuencia, se desintegra la estructura original de las micelas de la caseína. A pH 4,6 que es el punto isoeléctrico de las caseínas, se produce la precipitación de estas proteínas (junto con la de las proteínas del suero desnaturalizadas).



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

La leche es químicamente muy estable a pH neutro, pero la estabilidad se reduce por efecto del calor, en presencia de alcohol y como consecuencia de la concentración. El factor que controla la estabilidad al alcohol es fundamentalmente la actividad de calcio iónico en el medio. Los factores que modifican el calcio iónico, como el pH y la fuerza iónica, también alteran la estabilidad al alcohol.

#### Procedimiento experimental

- Con la ayuda de una pipeta tomar 2 mL de leche u otro producto lácteo y añadirlos en un tubo de ensayo.
- Adicionar 1mL de etanol de 86°.
- Tapar el tubo de ensayo y agitar.
- Se comprueba que no aparecen precipitados manchando las paredes del tubo, en este caso se adiciona 1mL más de etanol y se agita de nuevo.
- La ausencia de precipitados asegura que las proteínas de la leche se encuentran formando micelas y no precipitadas.

#### **4.4. Determinación del punto de congelación.**

El punto de congelación es una de las propiedades de la leche menos variable, y su determinación nos lleva al conocimiento de su posible adulteración con agua. La adición de agua a la leche altera su punto de congelación al diluirse las concentraciones de los compuestos disueltos en el agua de la leche. El descenso del punto de congelación es proporcional a la concentración de los solutos en el agua.

El valor del punto de congelación de una leche normal puede variar por diversas causas, dentro de ciertos límites, siendo su valor medio  $-0,521^{\circ}\text{C}$ .

La determinación del punto de congelación se realiza mediante un crioscopio.

#### **5. CONCLUSIONES.**

Las experiencias prácticas mencionadas no suponen procedimientos excesivamente complejos, por lo que pueden ser realizadas por el alumnado, el cual ya debe tener conocimientos sobre el manejo del material del laboratorio.

Estos análisis son usados de forma diaria en la industria lechera, aunque hay que tener en cuenta que la automatización en el laboratorio es cada día mayor. Podemos encontrar instrumentos especializados, que miden algunos parámetros de la leche como su contenido en grasa, el porcentaje de proteínas, o el extracto seco, sin más que introducir la muestra en los mismos.





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 12 – NOVIEMBRE DE 2007

#### 4. BIBLIOGRAFÍA.

- Early, R. (1998). *Tecnología de los productos lácteos*. Zaragoza: Acribia.
- Casado, P. (1991). *Guía para el análisis químico de la leche y los derivados lácteos*. Madrid: Ayala.
- [www.covap.es](http://www.covap.es)

#### Autoría

---

- M<sup>a</sup> Paz García Rodríguez
- Córdoba
- [garcampaz@gmail.com](mailto:garcampaz@gmail.com)