



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

# CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LÁCTEOS

---

*Autor:*

*CUESTA DE SANTOS, ALICIA*

*Tutor:*

*RODRIGUEZ GARCIA, FELIX JOAQUIN*

Departamento: Química Analítica

Valladolid, Junio 2018.



## RESUMEN

El control de calidad en una industria láctea durante todo el proceso productivo, es fundamental para obtener tanto materias primas como productos elaborados de excelente calidad.

El propósito de este trabajo es el estudio detallado de los controles y los medios necesarios para obtener leche fresca ausente de contaminación y por tanto, derivados lácteos saludables. La realización de controles por personal cualificado asegura llegar a objetivos propuestos y conseguir la trazabilidad de la leche, siempre siguiendo el Programa Nacional de Control Oficial de las condiciones higiénico-sanitarias.

Siguiendo este programa se asegura también la protección de la salud pública así como de los intereses de los consumidores.

Existen multitud de técnicas o pruebas especializadas en el estudio de factores que alteran las características de la leche.

La existencia de un sistema de control que inspecciona los movimientos de la leche cruda, y de su calidad, es fundamental para garantizar la seguridad de los productos elaborados, con esta materia prima.

## PALABRAS CLAVES

CONTROLES. CALIDAD. TRAZABILIDAD. LECHE FRESCA. QUESO

## ABSTRACT

The quality control in all productive process of a dairy industry is fundamental to obtain raw materials as elaborated products, of excellent quality.

The objective of this work is the detailed study of the quality controls necessary to obtain fresh milk free of contamination and therefore, to obtain healthy dairy products. The realization of controls by qualified personal ensures to achieve the proposed objectives, and achieve traceability of the milk, following the National Program of Official Control of hygienic-sanitary conditions.

Following this program also ensures the protection of public health as well as the interests of consumers.

There are many techniques or tests, specialized in the study of factors that alter the characteristics of milk.

The existence of a control system that inspects the processes suffered by raw milk, and its quality, is essential to ensure the safety of the products made with this raw material.

## KEYWORDS

CONTROLS. QUALITY. TRACEABILITY. FRESH MILK . CHEESE

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS .....	9
2. INTRODUCCIÓN .....	11
3. CONTROLES OFICIALES Y CALIDAD DE LA LECHE CRUDA .....	13
4. PERSONAL A CARGO DE LOS CONTROLES.....	14
PERSONAL DE LOS CONTROLES OBLIGATORIOS .....	14
PERSONAL DE LOS CONTROLES OFICIALES .....	14
5. RESPONSABLES EN CADA ETAPA DE PRODUCCIÓN .....	15
6. LABORATORIOS DE CONTROL .....	16
LABORATORIOS NACIONALES DE REFERENCIA (LNR).....	17
LABORATORIOS AUTONÓMICOS DE CONTROL OFICIAL.....	18
LABORATORIOS DE ANÁLISIS.....	19
7. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS EN INDUSTRIAS LÁCTEAS. MÉTODOS DE PRUEBAS PARA EVALUAR LA LECHE .....	19
TOMA DE MUESTRA.....	20
PRUEBAS DE MUELLE (PLATAFORMA) .....	20
PRUEBAS DE LABORATORIO .....	25
8. NORMATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA LÁCTEA .....	28
NORMATIVA BÁSICA DE CONTROL EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.....	28
NORMATIVA RELACIONADA CON EL CONTROL EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.....	29
9. OPERATIVA DE LOS CONTROLES OFICIALES.....	30
CONTROLES ADMINISTRATIVOS PREVIOS.....	30
CONTROLES SOBRE EL TERRENO .....	30
VALORACIÓN DEL CONTROL OFICIAL EJECUTADO.....	34
SEGUIMIENTO DEL CONTROL OFICIAL (SI PROCEDE).....	34
AUDITORÍAS SOBRE EL SISTEMA DE CONTROL (SI PROCEDE) .....	34
10. ORGANIZACIÓN .....	34
11. BASE DE DATOS LETRA Q .....	35
MOVIMIENTOS A COMUNICAR EN LA BASE DE DATOS Q.....	39
12. REGISTROS DE CONTROL Y SISTEMA DOCUMENTAL .....	40
REGISTROS DE CONTROL.....	40
SISTEMA DOCUMENTAL .....	41
13. PLANES DE EMERGENCIA .....	41
14. AUDITORÍA DEL PROGRAMA NACIONAL .....	42

<b>15. TRAZABILIDAD DE LA LECHE CRUDA.....</b>	<b>42</b>
<b>BENEFICIOS .....</b>	<b>43</b>
<b>REQUISITOS.....</b>	<b>43</b>
<b>SUPERVISIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>ESQUEMA DE CONTROLES DE LA LECHE CRUDA EN ESPAÑA.....</b>	<b>46</b>
<b>CONTROLES REALIZADOS EN EL TANQUE DE FRIO DE LA GRANJA.....</b>	<b>46</b>
<b>CONTROLES REALIZADOS EN LA INDUSTRIA.....</b>	<b>46</b>
<b>GESTIÓN DE ALARMAS.....</b>	<b>47</b>
<b>16. CONTROL DE CALIDAD DE UN DERIVADO LÁCTEO. EL QUESO .....</b>	<b>48</b>
<b>CALIDAD DE LA LECHE DESTINADA A LA FABRICACIÓN DEL QUESO.....</b>	<b>49</b>
<b>PRESENCIA O AUSENCIA DE SUSTANCIAS EXTRAÑAS E INHIBIDORAS EN LA LECHE .....</b>	<b>50</b>
<b>ANTIBIÓTICOS.....</b>	<b>50</b>
<b>PESTICIDAS .....</b>	<b>52</b>
<b>METALES PESADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>RESIDUOS DE SUSTANCIAS UTILIZADAS EN LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>APTITUD DE LA LECHE PARA SER COAGULADA POR EL CUAJO.....</b>	<b>54</b>
<b>FACTORES INHERENTES A LA LECHE.....</b>	<b>55</b>
<b>FACTORES POSTERIORES AL ORDEÑO.....</b>	<b>57</b>
<b>COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE.....</b>	<b>59</b>
<b>FACTORES GENÉTICOS QUE INCIDEN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE ..</b>	<b>59</b>
<b>FACTORES NO GENÉTICOS O AMBIENTALES QUE INCIDEN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE.....</b>	<b>60</b>
<b>ELABORACION DEL QUESO .....</b>	<b>63</b>
<b>17. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>18. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>69</b>
<b>19. LISTADO DE ANEXOS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 1: ABREVIATURAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 2: DEFINICIONES DESTACADAS.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES Y ESQUEMAS

Ilustración 1: Lactofiltración .....	22
Ilustración 2. Partes de un lactómetro .....	23
Ilustración 3. Clasificación de la leche tras la realización de la "prueba de 1 hora" .....	28
Ilustración 4. Esquema de sistema de calidad y trazabilidad LETRA Q.....	36
Ilustración 5. Movimientos a comunicar en la base datos LETRA Q.....	40
Ilustración 6. Resumen de los métodos de detección de residuos de antibióticos en leche y sus características. ....	51
Ilustración 7. Butirómetro .....	60
Ilustración 8. Elaboración del queso .....	65



## 1. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el estudio detallado del control de calidad en las industrias de *productos lácteos*, en particular de la *leche cruda* (englobando leche de vaca, oveja y cabra) pues es materia prima principal del resto de derivados lácteos, siguiendo el programa nacional de control oficial de las condiciones higiénico-sanitarias de la producción y de la trazabilidad de la *leche cruda*.

Este programa nacional tiene como objetivo principal la protección de la salud pública así como de los intereses de los consumidores, garantizando siempre el cumplimiento de las normas comunitarias y nacionales relativas a la producción de la *leche cruda* y asegurando la trazabilidad de la leche desde la explotación hasta la línea de producción. Establece la manera de actuar para el control oficial de la higiene de producción y de la trazabilidad de *leche cruda* de vaca, oveja y cabra en todo el territorio nacional.

Algunos objetivos de este Programa Nacional y premisas relacionadas con la seguridad alimentaria de la producción primaria de *leche cruda* son:

- La *calidad de la leche* se controlará en todas las etapas existentes entre el ordeño y el consumo, incluidas ambas.
- La *trazabilidad* deberá garantizarse en todas las etapas de la producción, la transformación y la distribución.
- Si en alguno de los controles, se incumple la normativa, se impedirá el paso a la siguiente etapa mientras no se investigue la sospecha.
- Si tras la investigación anterior se confirmase la sospecha, la leche será retirada del circuito de la alimentación humana, y se actuará conforme a la legislación.

Al final del trabajo se desarrollará de manera menos concreta, el control de calidad de la producción de un derivado lácteo, el queso, analizando la calidad química de la leche fresca, como materia prima principal que es para la elaboración del queso y posteriormente la calidad en el proceso de elaboración de la industria del producto.



## 2. INTRODUCCIÓN

La importancia de un control de calidad como una ventaja competitiva, obliga al cumplimiento de la legislación, a la seguridad alimentaria y tiene implicaciones tecnológicas (costo de producción y productividad).

A la hora de efectuar el control de calidad en las industrias de *productos lácteos*, se hace el estudio y análisis de la *leche cruda* (tanto de leche de vaca, como de oveja y de cabra) pues es la base del resto de derivados lácteos. La calidad de la *leche cruda* es el factor definitivo de la calidad del resto de *productos lácteos*, pues no es posible tener buenos *productos lácteos*, sin una *leche cruda* de calidad óptima.

Una *leche cruda* de alta calidad, se caracteriza, por estar ausente de residuos y sedimentos, no debe estar insípida ni tener color y olor anormales, el contenido en bacterias debe ser bajo, tampoco ha de tener sustancias químicas, como antibióticos y detergentes, y debe tener una composición y acidez normales. Para la evaluación de todo esto se desarrollan una serie de pruebas donde se puede hacer un análisis de todos estos factores que pueden alterar la calidad de la materia prima.

La calidad en la leche cruda viene definida por el recuento en células somáticas (que no es aplicado en el caso de la leche de oveja y de cabra), en colonias de gérmenes a 30°C y la presencia de residuos de antibióticos. Estos parámetros son contemplados en la normativa comunitaria y la nacional y, objeto de controles oficiales establecidos en el Programa Nacional de Control Oficial de las Condiciones Higiénico-sanitarias de la Producción y de la Trazabilidad de La Leche cruda de Vaca, Oveja y Cabra cuyos resultados son registrados en la base de datos Letra Q.

La producción de leche y *productos lácteos* que sean inocuos e idóneos para determinados usos depende básicamente de la calidad higiénica de la leche. Para conseguir esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. Los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos debido a la comercialización, manipulación y procesamiento informal y no reglamentada de los *productos lácteos*, la falta de incentivos financieros para producir mejoras en la calidad, y el nivel insuficiente de conocimientos y competencias en materia de prácticas de higiene.

En el caso de la *leche cruda*, la trazabilidad, queda confirmada a través de la base de datos Letra Q en la que se registra información acerca de las explotaciones productoras y de los centros lácteos en los que se entrega la leche.

La trazabilidad, debe asegurarse en todas las etapas de la producción, la transformación y la distribución, siendo necesaria para garantizar la seguridad de los alimentos y la fiabilidad de la información proporcionada a los consumidores.



### 3. CONTROLES OFICIALES Y CALIDAD DE LA LECHE CRUDA

*Un control oficial es toda inspección que efectúe una Autoridad Competente o Comunidad para verificar que se cumple la legislación sobre alimentos, así como las normas relativas a la salud animal y el bienestar de los animales. R (CE) 882/2004*

Es decir, todo lo que la Administración hace para cumplir con los objetivos de la legislación alimentaria:

- Proteger la salud del consumidor.
- Garantizar las prácticas leales en el comercio (inclusive etiquetado e información a los consumidores).

Los controles se establecen por norma, en tres niveles, Europeas (Reglamentos), Nacionales (RD) y Autonómicas (en menor medida).

Esos niveles de control pueden ser externos: importaciones y exportaciones (nivel estatal) o internos: producción primaria, transformación, distribución y comercialización (CCAA con apoyo de la administración central: MAGRAMA Y AESAN: consejerías de Sanidad, Agricultura, Ganadería y Economía dependiendo de la CA).

Los objetivos del control, se centran en unos controles mínimos, aplicación de unos requisitos en la toma de muestras en tanques y cisternas y unas condiciones que deben cumplir los laboratorios de análisis así como unas bases para la realización de controles oficiales e información y registros de identificación, y resultados obtenidos en tanques y cisternas que deben incluirse en la "base de datos de la LETRA Q".

Para el control de la calidad higiénica se ha establecido un programa de control de la *leche cruda*. El programa de control de la calidad higiénico-sanitaria de la *leche cruda* de vaca, oveja y cabra que se basa en controles administrativos e inspecciones "in situ" de explotaciones.

Para establecer la calidad de la *leche cruda*, se sigue la normativa vigente del Plan Nacional de Control, que estipula, que los centros lácteos deben efectuar unos controles obligatorios a las explotaciones de leche y a las cisternas de transporte de *leche cruda* que reciben, en los que se controlan parámetros de calidad higiénica, calidad comercial y presencia de inhibidores.

Además de respetar los mínimos exigidos, los centros lácteos deben disponer de un Plan de muestreo anual de las explotaciones que debe comunicar previamente e inscribir en LETRA Q las figuras que intervienen, tomadores de muestras en explotación y técnico de calidad, responsable de los controles en el *centro lácteo*.

Si detectase la presencia de inhibidores o si los parámetros de calidad higiénica exceden los umbrales establecidos deben actuar en consecuencia y se registra en LETRA Q notificándose automáticamente a la Autoridad competente.

Además del Plan anual de muestro de explotaciones anteriormente citado, cada *centro lácteo* debe desarrollar y notificar un Plan de muestreo aleatorio de detección de residuos de antibióticos “in situ” en la explotación de vacuno lechero.

## 4. PERSONAL A CARGO DE LOS CONTROLES

### PERSONAL DE LOS CONTROLES OBLIGATORIOS

Las verificaciones previas a la carga de la leche en la cisterna de transporte, así como aquellas previas a su descarga en *centro lácteo*, son realizadas por el operador del centro lácteo o del centro de operaciones, a través del personal capacitado y responsable del centro: tomadores de muestras, operarios y técnicos de calidad en cada caso. Son estos mismos responsables los que ejecutan la toma de muestras en explotación y la toma de muestras de cisterna previa a la descarga.

Los análisis de estos controles se realizan en los laboratorios de análisis y en algunos casos “in situ” en la explotación o en el *centro lácteo*.

Estos controles no son controles oficiales, son realizados bajo la responsabilidad del operador del *centro lácteo* o de operaciones, pero sí pueden desencadenar un control oficial, en el caso de detectar un incumplimiento.

### PERSONAL DE LOS CONTROLES OFICIALES

El personal que lleva a cabo los controles oficiales establecidos en este Programa Nacional es personal funcionario, laboral, por contrato administrativo, habilitado (autorizado) para tales fines, o mediante delegación de tareas.

Debemos mencionar que aquellas situaciones en que estos controles oficiales se ejecuten por personal diferente del funcionario de la Administración General del Estado o de la Comunidad Autónoma, deben interpretarse como una situación eventual.

Cada CA en su Programa Autonómico deberá hacer una descripción concreta de este apartado, que incluya el perfil de los efectivos involucrados en su programa.

Los controles oficiales son ejecutados por personal funcionario (de carrera o interino, excepcionalmente eventual) o laboral, que está sometido a las normas comunitaria y nacional, y por lo tanto a los requisitos establecidos en ella.

Por otro lado, y como aspecto a verificar de este Programa Nacional, resulta imprescindible asegurar que todo el personal de control está libre de cualquier conflicto de intereses, que es imparcial y que es suficiente en número.

También podrán ejecutar controles oficiales en el ámbito de la producción primaria de *leche cruda*, TRAGSA (Empresa de Transformación Agraria, Sociedad Anónima), ya que pueden prestar servicios esenciales en materia al desarrollo rural, conservación del medio ambiente, atención a emergencias.

## 5. RESPONSABLES EN CADA ETAPA DE PRODUCCIÓN

Los trabajadores de las empresas alimentarias son responsables de asegurar la seguridad alimentaria en cada una de las etapas de producción: producción primaria, transformación y distribución.

Por otra parte, las Administraciones Públicas deben controlar y verificar que los operadores llevan esos seguimientos de manera efectiva mediante el sistema de controles oficiales.

El explotador de la empresa alimentaria debe poder garantizar que existe calidad en todas las etapas de la *cadena alimentaria* y es el responsable principal de la seguridad alimentaria.

Así, en la etapa que va del ordeño a la salida de la leche de la explotación, el responsable es el productor, quien tendrá que adoptar todas las medidas necesarias antes, durante y después del ordeño, encaminadas a garantizar la calidad higiénico-sanitaria de la leche que produce, potenciando por lo tanto, en este operador o primer eslabón de esta cadena de producción, los conceptos de autocontrol y responsabilidad.

La autoridad competente deberá supervisar la higiene de la explotación, los registros de la explotación, la identificación del tanque, el procedimiento de ordeño y el tratamiento posterior y el registro del productor. Podrá controlar, entre otros aspectos, la calidad del producto almacenado en el tanque de frío. También podrá controlar las verificaciones en explotación previas a la carga de la leche del tanque en la cisterna de transporte, y la toma de muestras que realiza el tomador de muestras dependiente del *centro lácteo*.

En la etapa que va de la salida del tanque de frío de la explotación hasta la entrada en el silo, el responsable de la calidad higiénico-sanitaria es la industria

láctea, es decir, es el operador del siguiente eslabón de esta cadena de producción alimentaria, quien tendrá que registrar el movimiento y verificar la calidad del producto que tiene bajo su responsabilidad, a fin de garantizar la calidad, seguridad y trazabilidad del mismo.

La autoridad competente debe controlar, entre otros aspectos, la calidad del producto en el momento de su recogida en la explotación, durante el transporte en la cisterna isoterma o previamente en la descarga en la industria láctea, en función de su estructura competencial, así como supervisar a este operador en los autocontroles, la identificación de sus contenedores (cisternas y silos), el registro de movimientos y todas las tareas relativas a los controles de la calidad de la *leche cruda*. Además, la autoridad competente debe involucrar en la obtención de resultados y en la mejora técnica del productor a los equipos veterinarios, de manera que se acelere la mejora de la calidad higiénico – sanitaria de las explotaciones productoras de leche.

El Programa Nacional incluye la exigencia de un examen independiente que verifique que la ejecución de los controles oficiales de la producción primaria de *leche cruda* se hace correctamente, mediante un proceso de auditoría que finaliza con su informe y recomendaciones a tener en cuenta para readaptar la operativa a las necesidades.

## 6. LABORATORIOS DE CONTROL

Existen una serie de laboratorios que encargan de llevar a cabo los controles de calidad higiénico – sanitaria de la *leche cruda* de vaca, oveja y cabra, en sus tres vertientes: nacionales de referencia, muestras oficiales y de muestras obligatorias privadas.

Estos laboratorios se encargan de manera general, de realizar los controles y las determinaciones de la detección de residuos de antibióticos en leche, recuento de colonias de gérmenes a 30°C y recuento de células somáticas (no es aplicable en caso de leche de oveja y cabra).

Existen tres tipos de laboratorios en este ámbito:

- Laboratorios Nacionales de Referencia
- Laboratorios Autonómicos de control oficial
- Laboratorios de Análisis

## LABORATORIOS NACIONALES DE REFERENCIA (LNR)

Los laboratorios existentes en España para las siguientes determinaciones son:

- Para punto crioscópico, grasa, proteína, extracto seco magro, células somáticas, colonias de gérmenes a 30°C y presencia de residuos de antibióticos: Laboratorio Agroalimentario de Santander.

### Laboratorio Agroalimentario de Santander

La función principal es la realización de ensayos físico-químicos, biológicos y sensoriales para llevar un control adecuado de la leche y de los *productos lácteos*, cumpliendo la normativa comunitaria y nacional.

Entre sus funciones se encuentran:

- Coordinación del control analítico de la calidad comercial de la leche y *productos lácteos* en colaboración con las CCAA.
  - Realización de ensayos físico-químicos, microbiológicos y sensoriales de estos productos.
  - Análisis de muestras de *productos lácteos* remitidas por los servicios de inspección de las diferentes Comunidades Autónomas.
  - Análisis de *productos lácteos* remitidas por Otros Organismos Oficiales de Control, la Industria Láctea, otros laboratorios y particulares.
  - Desarrollo de las funciones que tiene encomendadas como Laboratorio Nacional de Referencia.
  - Colaboración con el sector en la caracterización y desarrollo de los *productos lácteos*.
  - Estudio, elaboración y revisión de métodos oficiales de análisis.
  - Establecimiento de convenios y acuerdos de colaboración con otras entidades para la realización de estudios y trabajos en común en el ámbito analítico del sector lácteo.
  - Participación en proyectos nacionales e internacionales orientados al estudio de los *productos lácteos* y su análisis.
  - Apoyo técnico al MAPAMA en las reuniones nacionales e internacionales.
  - Análisis de leche de consumo envasada dentro del protocolo de actuación establecido con la Agencia de Información y Control Alimentarios (AICA) para el desarrollo de determinados aspectos de la Ley 12/2013 de medidas para mejorar el funcionamiento de la *cadena alimentaria*.
- 
- Para presencia de residuos de antibióticos: Centro Nacional de Alimentación.

## LABORATORIOS AUTONÓMICOS DE CONTROL OFICIAL

Son aquellos laboratorios designados por la AC de la CA para el análisis de las muestras oficiales tanto del Programa Nacional como del Programa Autonómico. La AC de las CCAA registrará los laboratorios de muestras oficiales que estén ubicados en su territorio.

Las funciones de estos laboratorios autonómicos de control oficial son la determinación, de las muestras que provienen de controles oficiales, de los siguientes parámetros y según las siguientes técnicas:

- **Detección de residuos de antibióticos**, para ello se utilizará cualquiera de los siguientes métodos, o su combinación:
  - **Métodos de cribado:** métodos de inhibición de crecimiento microbiano, enzimáticos, inmunoensayo, unión a receptores.
  - **Métodos determinativos/identificativos:**
    - **PABA (Para dimetil-amino-benzaldehido):** para detectar presencia de sulfamidas.
    - **PENICILINASA:** para detectar la presencia de -lactámicos.
    - **Métodos microbiológicos de confirmación:** sistema de 3 placas, de 6 placas, de 5 placas, etc....
    - **Métodos enzimáticos.**
    - **Métodos inmunoenzimáticos.**
    - **Métodos de unión a receptores.**
    - **Métodos de confirmación:** cromatografía (HPLC).
  
- **Recuento de Colonias de gérmenes a 30°C** podrán llevarse a cabo de dos formas alternativas:
  - **Técnica de recuento en placa, con las siguientes condiciones:**
    - El resultado de los análisis de los laboratorios se expresa en UFC/ml.
    - Las muestras de leche no deben ser adicionadas con azidol.
    - Las muestras se recibirán en el laboratorio a una temperatura máxima de 6°C, y en un plazo máximo de 24 horas.
  - **Tabla de citometría de flujo con equipos Bactoscan FC. Con las siguientes condiciones:**
    - El resultado de los laboratorios se expresa en Impulsos Bactoscan/ml.
    - Las muestras deben ser adicionadas con azidol en la toma de muestras.

- Para verificar el cumplimiento del límite legal (100.000 UFC/ml) las AC usarán como relación de conversión, la siguiente ecuación:

$$y = 0,884 x + 0,243, \text{ siendo:}$$

$$y = \log \text{ UFC/ml}$$

$$x = \log \text{ impulsos Bactoscan/ml}$$

- Recuento de Células somáticas. Sólo aplicable para la *leche cruda* de vaca.

## LABORATORIOS DE ANÁLISIS

Son aquellos laboratorios que realizan el análisis de las muestras obligatorias que toman los operadores del sector lácteo para el control de la calidad higiénico-sanitaria y comercial de la *leche cruda*.

Estas muestras obligatorias, no son oficiales, son privadas y son tomadas bajo la responsabilidad del operador del *centro lácteo*.

Las funciones, son la determinación, de los siguientes parámetros:

- Determinación de: punto crioscópico, grasa, proteína, extracto seco magro, recuento de células somáticas, recuento de colonias de gérmenes a 30°C, mezcla de leche de diferentes especies, y presencia de residuos de antibióticos.
- Asegurar el adecuado transporte de las muestras del operador desde su origen hasta el *laboratorio de análisis*, si es el personal del laboratorio quien realiza la recogida de las muestras.

## 7. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS EN INDUSTRIAS LÁCTEAS. MÉTODOS DE PRUEBAS PARA EVALUAR LA LECHE

A continuación se muestran las pruebas más comúnmente utilizadas en las industrias lácteas para el análisis de la calidad de la leche con el objetivo de establecer la calidad sanitaria.

De estas pruebas, unas pueden realizarse en el campo o en la receptoría de la planta; como las determinaciones de temperatura, caracteres organolépticos, lactofiltración y de la prueba de lactométrica (peso específico), mediante ellas es posible reconocer algunas leches que no son aptas, evitando así que dañen la leche de buena calidad al mezclarse en camiones cisterna o en tanques de almacenamiento. Otras, como la prueba del

alcohol, las determinaciones de acidez, pH, y las basadas en la reducción de colorantes, son realizadas en un laboratorio con objetivo de determinar la calidad de las leches sospechosas o como técnicas rutinarias de control.

Existen otras técnicas donde se analizan las adulteraciones de la leche como son la adición de inhibidores o la adicción de agua, a veces enmascarada por la adición de cloruros y otros sólidos, la medición del contenido de grasa total, sólidos totales y otros análisis químicos o microbiológicos que requieren de equipos especiales y personal más especializado.

## TOMA DE MUESTRA

Las muestras a tomar del producto que se va a analizar han de ser representativas para obtener buenos resultados, y con una frecuencia que permita establecer si el producto cumple o no con los requisitos mínimos impuestos por la planta.

Cuando el análisis no se realiza inmediatamente después de la toma de muestra, ésta debe guardarse en recipientes estériles, herméticamente cerrados y protegidos de acciones exteriores. La muestra debe estar identificada y mantenida a una temperatura de entre 0 -5 °C. Cuando ocurre esto es necesario anotar en el informe de laboratorio, la hora del muestro y la hora del análisis.

También denotar que cualquier muestra que vaya a ser analizada desde el punto de vista microbiológico, no debe añadirse ningún compuesto químico, deben guardarse en refrigeración y analizarse antes de pasadas 24 horas.

## PRUEBAS DE MUELLE (PLATAFORMA)

Dentro de estas pruebas se encuentran la determinación de temperatura, caracteres organolépticos, peso específico y lactofiltración.

### Temperatura

La *leche cruda* debe ser entregada a la planta en las primeras dos horas que siguen al ordeño para evitar en la medida de lo posible el rápido crecimiento bacteriano que ocasiona la disminución de su calidad y su rápida descomposición. De lo contrario, la leche debe refrigerarse rápidamente después del ordeño y mantenerse entre 0-5 °C. La determinación de la temperatura de la *leche cruda* al ser entregada a la planta es por consiguiente, un buen indicio del cuidado que se ha tenido en la granja o durante su transporte para tratar de conservarla en buenas condiciones.

Para la determinación de la temperatura de la leche deben seguirse las siguientes condiciones:

- Los termómetros deben estar debidamente calibrados y graduados de tal manera que cubran aproximadamente de -10 a +100 °C.
- Deben dejarse suficiente tiempo para que la temperatura del termómetro se estabilice a la temperatura del producto y cuando no pueda leerse directamente del termómetro introducido en la muestra, debe retirarse y leerse con rapidez.
- Los termómetros deben estar libres de contaminación.
- No debe medirse la temperatura directamente en muestras destinadas a análisis microbiológicos, deben hacerse en recipientes por separado.

La toma de temperatura diariamente se determina en los camiones cisterna que llegan, en los tanques de almacenamiento de la planta, en un número representativo de cántaras de cada productor y por lo menos, dos veces a la semana en la leche procesada almacenada en las casas y en la que retoma de las rutas de distribución.

### Caracteres organolépticos

- **Textura:** la viscosidad de la leche es de 1.5 a 2.0 cp a 20°C, ligeramente superior al agua (1.005 cp). Esta viscosidad puede ser alterada por el desarrollo de ciertos microorganismos capaces de producir polisacáridos que por la acción de ligar agua aumentan la viscosidad de la leche.
- **Color:** el color blanco es el color normal de la leche, el cual se atribuye a la reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato- fosfato- cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión. Aquellas leches que han sido parcial o totalmente descremadas o que han sido adulteradas con agua, presentan un color blanco con tinte azul. Las leches de retención o mastíticas presentan un color gris amarillento. Un color rosado puede ser debido a la presencia de sangre o crecimiento de ciertos microorganismos. Otros colores pueden ser producto de la contaminación con sustancias coloreadas o de crecimiento de ciertos microorganismos. Una leche adulterada con suero de quesera puede adquirir una coloración amarilla-verdosa debida a la presencia de *riboflavina*.
- **Sabor:** su sabor natural es difícil de definir, normalmente no es amargo, sino más bien ligeramente dulce debido al contenido en lactosa que posee. A veces se presenta con un cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros que presenta la leche de vaca que se encuentra al final del periodo de la lactancia o que sufren estados infecciosos la ubre. Otras veces el sabor se presenta ácido por el porcentaje de ácido del producto es superior. En general, el sabor de la leche fresca es agradable y puede describirse como característico.
- **Olor:** el olor es también característico y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. La leche puede adquirir, con cierta facilidad sabores u olores extraños, derivando de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancia de olor penetrante o superficies metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante su manipulación.

A nivel de planta, la observación de las características organolépticas de la leche constituye una prueba de plataforma que permite la segregación de las leches de peor calidad.

La técnica más utilizada normalmente, consiste en oler el contenido de una cantara o tanque tras haber sido destapado. Existen personas bien formadas que mediante esta prueba pueden detectar leches que han sido mal refrigeradas, que han estado en contacto con utensilios sucios y hasta leches mastíticas.

En una planta lechera, estas características deben determinarse diariamente en cada camión cisterna que llega, en cantaras representativas de productores, antes del empaque y después de 24h de procesada. En el laboratorio, se harán comparativas de los caracteres organolépticos de varias muestras de *leche cruda*.

### Lactofiltración

Tiene como objeto establecer la presencia de materias extrañas en la leche, las cuales además de ser inaceptables en un producto de buena calidad, indican que éste ha sido producido o procesado bajo condiciones inadecuadas de limpieza y saneamiento que a veces no pueden determinarse por métodos microbiológicos.

Consiste en filtrar determinada cantidad del residuo con una serie de discos patrones preparados con cantidades conocidas de sedimento, o bien con patrones fotográficos.

Procedimiento:

- a) Colocar el disco de algodón en el sedimentador.
- b) Verter la muestra de leche homogénea a través del disco.
- c) Retirar el disco del equipo y colocarlo en el desecador y colocarlo sobre el papel transparente encerado de una tarjeta especial para registrar resultados.
- d) Comparar el disco muestra con los patrones fotográficos.



Ilustración 1: Lactofiltración

Con esta prueba es posible establecer la presencia de impurezas que están presentes en la leche, como pelos, excrementos, fragmentos vegetales, metálicos, tierra, insectos o sus partes, etc., los cuales se separan por filtración y pueden detectarse a simple vista o por medio de una lupa.

Esta prueba es complementaria con inspecciones periódicas en las granjas o plantas procesadoras a objeto de comprobar las condiciones de producción o procesamiento. Esta

práctica es poco empleada ya que actualmente la leche es filtrada inmediatamente después del ordeño o antes de pasar al tanque de almacenamiento.

### Prueba lactométrica (peso específico)

Un lactómetro es un areómetro diseñado para determinar el peso específico de la leche a una temperatura específica, el cual está dotado de una escala especial dividida en grados Quevenne ( $^{\circ}Q$ ) o en grados de la junta de la salud Pública de New York ( $^{\circ}NBH$ ). Estos grados corresponden a la segunda y tercera cifra decimal del valor de peso específico y equivalen a los grados NBH multiplicados por 0,29.

Este lactómetro está calibrado a  $60^{\circ}F$  ( $15.6^{\circ}C$ ) es un areómetro de bulbo voluminoso y vástago graduado para lograr mayor sensibilidad. Está graduado para dar medidas entre  $15-40^{\circ}Q$  con divisiones de 0.5 a  $1^{\circ}Q$ . El lactómetro de la Junta de New York, posee la escala graduada de  $0$  a  $102^{\circ}F$  ( $37.7^{\circ}C$ ) y está graduado de  $26-37^{\circ}NBH$ . Algunos de estos aparatos poseen termómetros que hacen mediciones de temperaturas a las cuales se hace la lectura lactométrica, facilitando la correspondiente corrección de las temperaturas mediante tablas o nomogramas especiales.



Ilustración 2. Partes de un lactómetro

### Procedimiento

- a) Enfriar la muestra de leche a menos de 15 °C y verterla a un cilindro graduado de 500 mL, evitando las burbujas de aire.
- b) Colocar el lactómetro realizando un movimiento circular ligero y dejarlo flotar libremente por espacio de 30 segundos, cuidando de no hacer contacto con las paredes del cilindro.
- c) Tomar la lectura lactométrica cuando el termómetro marque exactamente la temperatura de calibración del lactómetro ( 60 ° F o 15.6 °C).
- d) En caso de que no se tome a la temperatura adecuada, hacer las correcciones usando las tablas especiales, o utilizando el factor de conversión +/- 0.2 °Q por cada grado de diferencia con relación a la temperatura de calibración.
- e) Convertir la lectura lactométrica a peso específico.

La leche posee un peso específico entre 1.028 a 1.034 o 28-34 °Q que varía considerablemente con el contenido de grasa o sólidos totales; así, la leche descremada tiene una mayor densidad (1.034-1.036).

Por lo tanto, permite hacer determinaciones aproximadas en la zona de producción, en la receptoría o en el laboratorio, y detectar adulteraciones de la leche original por separación de la grasa, por adición de la leche descremada o agua. También permite calcular de manera aproximada el contenido en sólidos no grasos a partir del contenido porcentual de grasa y la lectura lactométrica corregida para el factor temperatura.

Conviene recordar que el peso específico de la leche no se mide tras el ordeno, sino que hay que esperar un mínimo de 4 horas, ya que luego la extracción de ella sufre un proceso de contracción o incremento de peso específico hasta que se estabiliza.

También se puede determinar el peso específico con un picnómetro o mediante una balanza de Mohr- Westphal.

La norma exige que el peso específico de la leche a 15 °C deba estar comprendido entre 1.028 y 1.033 g/mL.

## PRUEBAS DE LABORATORIO

Incluyen aquellas pruebas que por la necesidad de equipos o materiales especiales, solo pueden ser realizadas dentro de laboratorios.

Se estudiará la acidez, pH, prueba del alcohol, lactofermentación y tiempos de reducción del azul de metileno y resazurina.

### Acidez titulable

La leche fresca tiene una *acidez titulable* equivalente a 13 – 20 mL de NaOH 0.1 N/100 mL (0.12-0.18 % ácido láctico) debido a su contenido en ácido carbónico, proteínas y algunos iones como fosfato, citrato, etc. Normalmente la leche no contiene ácido láctico, pero la lactosa presente en la leche sufre un proceso de fermentación formándose el ácido láctico y otros componentes que aumentan la *acidez titulable*. De ahí que sea importante su determinación para saber la calidad sanitaria del producto.

Existen diversos métodos para determinar la acidez de la leche, entre ellos se encuentra la titulación con NaOH 0.1 N usando fenolftaleína en solución alcohólica como indicador y el resultado se expresa en términos de mL de leche de NaOH 0,1 N necesarios para neutralizar 100 mL de leche. También se puede determinar la acidez con los grados Soxhlet- Henkel (mL de NaOH N/4 por 100 mL).

Para la determinación de la medida se utilizan *buretas* automáticas o los denominados acidímetros cuya *bureta* representa una graduación de 0 a 1% de ácido láctico que permite hacer lecturas directas de la acidez.

#### Procedimiento

- a) Medir 20 ml de leche homogénea a 20 °C, verter en un Erlenmeyer de 250 mL y diluir con 40 mL de agua libre de  $CO_2$ .
- b) Adicionar 2 mL de la solución indicadora de *fenolftaleína*.
- c) Titular con la solución de NaOH 0,1 N, colocada en una *bureta*, hasta la aparición del primer tinte rosado persistente por 30 segundos.
- d) Expresar la acidez de la muestra de acuerdo a su país.

En la siguiente tabla, se observa los diferentes procedimientos utilizados para la determinación de la *acidez titulable* en la leche

### Determinación del pH

El pH normal de la leche fresca es de 6.5 a 6.7. Valores superiores generalmente se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

La determinación del pH de la leche puede hacerse por un método colorimétrico utilizando indicadores, pero resulta inexacto por la opacidad de la leche que interfiere en la lectura del color y además porque solo da valores aproximados. El método más

empleado es el electrométrico empleando un electrodo de vidrio en combinación con un electrodo de referencia. El potencial se mide directamente en términos de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución de pH conocido

### Prueba del alcohol (reacción de estabilidad proteica)

La presencia de valores altos de acidez y valores bajos de pH se debe a la descomposición bacteriana de leches propias de baja calidad. Esto puede demostrarse mezclando leche con igual volumen de etanol de 72°, ya que el alcohol a esos grados produce coagulación del producto.

Una prueba de alcohol positiva indica también poca estabilidad de la leche al calor, indicando si el producto ha de ser pasteurizado o esterilizado.

También se utiliza para detectar la presencia de leche anormal como calostros o leches con alteraciones en el balance salino, que las hacen más susceptibles a la congelación, pero en este sentido, realmente no es una prueba confiable.

### Prueba de lactofermentación

Cuando una muestra de leche se incuba a una temperatura de 36° C sufre un proceso de fermentación ocasionado por la flora presente en dicha muestra. Las características organolépticas del producto obtenido permiten establecer la calidad de la leche original y clasificarla en categorías:

- **Líquida:** se mantiene líquida y homogénea después de 24 horas. Leche pobre en microorganismos, especialmente en gérmenes lactofermentadores y es considerada leche de buena calidad.
- **Gelatinosa:** en forma de coágulo gelatinoso, corresponde a leche rica en gérmenes lactofermentadores que producen la coagulación. El coágulo puede ser homogéneo y sin gas, o bien puede contener a penas pequeñas burbujas de gas, y por tanto se trata de leche de calidad aceptable.
- **Gaseosa con suero separado:** es leche coagulada que posteriormente se ha producido gas por gérmenes coliformes. Es una leche de baja calidad.
- **Grumosa con gas:** leche de mala calidad, leche que ha sufrido coagulación por gérmenes lactofermentadores, con actividad significativa de gérmenes gasógenos del grupo coliformes y además enzimas, tipo cuajo.
- **Con cuajada tipo queso:** cuajada bien definida, con separación completa del suero. Es ocasionada por la presencia de gran número de gérmenes que producen gran cantidad de enzimas tipo cuajo.

Esta prueba indica solo la calidad de la leche, pero carece de valor concluyente, a no ser que se acompañe del recuento total de microorganismos y si es posible de una observación microscópica.

### Tiempo de reducción del azul de metileno

Se basa en que el potencial de óxido-reducción de la leche fresca aireada es de 0.35 – 0.4 voltios, debido al contenido en oxígeno disuelto en el producto. Si por cualquier causa ese oxígeno es separado, el potencial disminuye. Esto ocurre cuando existe el crecimiento de microorganismos en la leche y consumen el oxígeno. Si el número de microorganismos es muy elevado, el consumo de oxígeno será mayor y por tanto el potencial disminuirá, en el otro caso, si el número de microorganismos es pequeño, el potencial disminuirá lentamente.

Esto se aplica para determinar la calidad sanitaria de la leche, utilizando un indicador como es de óxido- reducción al azul de metileno, que se presenta azul en su forma oxidada e incolora en la reducida. En la leche, por tener un pH menor del neutro, la reducción es completa con un potencial más positivo (0.075-0.225).

La calidad de la leche se clasifica en función de las horas que se tarda en pasar de la forma oxidada a la reducida el azul de metileno bajo condiciones controladas.

Hay que tener en cuenta que esta clasificación anterior no es apropiada siempre pues el tiempo de reducción en la muestra se puede ver modificado por otros factores como el tipo de microorganismos, el número de leucocitos, la cantidad de oxígeno disuelto, etc.

### Tiempo de reducción de la resazurina

La resazurina es un sustituto del azul de metileno. Es más electropositiva y más sensible para detectar cambios en el potencial de oxidación- reducción, por lo que permite obtener resultados más rápidos y mayor sensibilidad para reconocer la presencia de calostros y leches anormales.

La resazurina imparte color azul a la leche. Tras la disminución de las cantidades de oxígeno se reduce en dos etapas: en la primera, cambia de color hasta adquirir rojo-rosa, que produce la formación de un compuesto, si la pérdida de oxígeno continúa, la reducción pasa a una segunda etapa en la cual el compuesto se reduce a otro compuesto incoloro que por oxidación puede pasar de nuevo al compuesto primario (rojo-rosa).

La prueba que se realiza es similar a la del azul de metileno, pero la interpretación de los resultados deben hacerse siguiendo diferentes normas. Así, en la llamada “prueba de 1 hora”, se incuba la muestra durante 1 hora a 36°C y se observa su color con luz fluorescente sobre fondo gris neutro y se hace una clasificación conforme a lo siguiente:

Calidad de la leche	Color
Muy buena o excelente	Azul celeste
Buena	Violeta azulado
Mediana	Violeta rojizo
Mala	Rojo-rosa
Muy mala	Incoloro

Ilustración 3. Clasificación de la leche tras la realización de la "prueba de 1 hora"

También existe otra prueba "prueba de la lectura triple" que es necesario 3 horas y consiste en comparar el color de las muestras incubadas con el de un patrón o "estándar" único a tres intervalos de 1 hora. Se clasifican en función del tiempo en que tardan en llegar más allá del color del patrón (intermedio entre azul y rojo-rosa) en cuatro categorías.

## 8. NORMATIVA PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

### NORMATIVA BÁSICA DE CONTROL EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

El objetivo del Programa Nacional, es garantizar que los controles oficiales de la producción primaria de *leche cruda* de vaca y de oveja y cabra, se organicen siguiendo las normas específicas de los controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano del **Reglamento (CE) N° 854/2004**, y que se cumplan las exigencias establecidas en los **Reglamentos (CE) N° 852/2004** y **(CE) N° 853/2004** en el ámbito de la producción primaria de la *leche cruda* de vaca, y de oveja y cabra y **(CE) n° 178/2002** en el ámbito de la trazabilidad, así como la normativa nacional en el mismo ámbito.

Todos los requisitos de la legislación europea para la producción de leche, se hallan en las normas nacionales para vacuno, ovino y caprino mediante dos RDs. Esos Reales Decretos son **RDs 1728/2007** y **752/2011**.

Con estos reales decretos se pretende conseguir una producción de leche y *productos lácteos* bajo los criterios de trazabilidad y seguridad alimentaria más estrictos, involucrando a todos los agentes de la *cadena alimentaria* (ganaderos,

transportistas, centros lácteos de recogida, transformación y laboratorios de análisis).

## NORMATIVA RELACIONADA CON EL CONTROL EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

La normativa vigente en el ámbito tanto nacional como europeo más empleada para llevar el control de toda industria láctea se resume en los siguientes reglamentos y reales decretos:

- **Reglamento (CE) 853/2004:** higiene de los alimentos de origen animal.
- **Reglamento (CE) 852/2004:** higiene de los productos alimenticios.
- **Reglamento (CE) 854/2004:** controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano.
- **Reglamento (CE) 882/2004:** controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales
- **Reglamento (CE) 2073/2005** criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
- **Reglamento (CEE) 37/2010,** límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal.
- **Reglamento (CEE) 470/2009** límites de residuos de las sustancias farmacológicamente activas en los alimentos de origen animal.
- **Real Decreto 1728/2007,** normativa básica de control que deben cumplir los operadores del sector lácteo, identificación y registro de los agentes, establecimientos y contenedores que intervienen en el sector lácteo, y el registro de los movimientos de la leche.
- **Real Decreto 752/2011,** normativa básica de control que deben cumplir los agentes del sector de *leche cruda* de oveja y cabra.
- **Real Decreto 640/2006,** por el que se regulan determinadas condiciones comunitarias en materia de higiene, producción y comercialización de los productos alimenticios.
- **Real Decreto 217/2004** identificación y registro de los agentes, establecimientos y contenedores que intervienen en el sector lácteo y el registro de los movimientos de la leche.

## 9. OPERATIVA DE LOS CONTROLES OFICIALES

### CONTROLES ADMINISTRATIVOS PREVIOS

- **En explotación.**

Antes de la realización del control sobre el terreno, se hace un control administrativo sobre la documentación de la explotación (datos productivos, resultados de los análisis de laboratorios, controles previos, así como otros datos presentes en las bases de datos: REGA y Letra Q (trazabilidad y calidad)).

- **En cisterna.**

También implica una revisión documental de todos los medios disponibles, de manera que se pueda comparar la veracidad y adecuación a las normas, en tiempos y forma, de lo declarado con lo que se ha ejecutado.

- **En laboratorio.**

En el caso de control oficial en laboratorio, ya sea laboratorio autonómico de control oficial como organismo independiente de control o *laboratorio de análisis*, se actúa igual que en los dos puntos de control anteriores.

Implica una revisión documental en todos los medios disponibles de forma que, “in situ” se pueda contrastar la veracidad y adecuación a las normas, en tiempos y forma, de lo declarado con lo ejecutado.

### CONTROLES SOBRE EL TERRENO

Requieren el desplazamiento del personal al lugar objeto del control oficial, con el objetivo de ejecutar las fases incluidas en este control sobre el terreno:

- **En explotación.**

Inicialmente se requiere un control documental, que incluye la revisión de los registros de la explotación y del libro de registro, donde aparece:

- Naturaleza y origen de los alimentos suministrados a los animales.
- Medicamentos veterinarios u otros tratamientos administrados a los animales: fechas de administración y tiempos de espera.
- Aparición de enfermedades que puedan afectar a la seguridad de los productos de origen animal.
- Resultados de todos los análisis efectuados.

- Sistema de autocontrol establecido por el operador.

Después se requiere un control físico, donde se analiza el estado sanitario de los animales, higiene de los locales y equipos, higiene durante el ordeño, higiene del personal y sistema de autocontrol establecido por el operador.

Seguidamente se procede a una entrevista y una toma oficial de muestras, siguiendo las normas establecidas en el real decreto correspondiente.

Y para finalizar se hace un análisis de la muestra oficial, donde los parámetros a analizar en la muestra de leche son: detección de residuos de antibióticos, recuento de colonias de gérmenes a 30°C y recuento de células somáticas (para la leche de oveja y cabra este recuento no se realiza)

La muestra se envía al laboratorio autonómico de control oficial en un plazo de 24 horas.

La AC recibe los resultados analíticos obtenidos de las muestras oficiales del laboratorio autonómico, en unos plazos fijados:

- **24 horas** desde la recepción de la muestra, en el caso del análisis para detección de residuos de antibióticos.
- **4 días** tras recibir la última muestra para las determinaciones de recuento de células somáticas y de colonias de gérmenes a 30°C.

La AC de la CA registra los resultados en la base de datos Letra Q, en el Módulo específico de muestras oficiales.

Todos los controles finalizan con el levantamiento de la correspondiente “Acta de control oficial de las condiciones higiénico sanitarias de la leche cruda”, que estará firmada y sellada por el/los funcionarios de la Unidad de control y por el productor o su representante.

El resultado del acta se registrará en la base de datos Letra Q, de tal forma que una vez cerrada el acta, se generarán una serie de correos electrónicos de alarma por incumplimientos que llegarán a los responsables de CA.

Las actas incluyen información sobre: el resultado de la inspección y la conformidad o no con la legislación aplicable, medidas correctoras ante incumplimientos e infracciones y sanciones, en su caso. Además incluyen un apartado para el inspector de observaciones y recomendaciones y otro apartado dedicado a las observaciones del interesado.

Estas actas podrán realizarse mediante un dispositivo electrónico que permitirá registrar, el resultado de la misma para posteriormente trasladarlo a la base de datos Letra Q. Una vez registrado el resultado, se generarán una serie de correos electrónicos de alarmas por incumplimiento que llegarán a los responsables de CA.

- **En cisterna.**

Se realiza el control documental inicialmente como en explotación, donde incluye la revisión de los registros utilizados por el tomador de muestras, el técnico de calidad del *centro lácteo* y el propio *centro lácteo*.

- Revisión de los tiempos de transmisión de la información a la base de datos Letra Q.
- Revisión de la representatividad y frecuencia del Plan de muestreo aleatorio “in situ” de residuos de antibióticos en explotación ejecutado por el operador, de sus resultados y operativa en función de los hallazgos.
- Identificación de la cisterna en la base de datos Letra Q.
- Transportista registrado en la base de datos Letra Q.
- Tomador de muestras (y el conductor, en caso de que sean la misma persona) con formación en vigor y registrada en la base de datos Letra Q.
- Identificación de las muestras de tanque. Registro en papel o en soporte informático de las muestras tomadas en explotación durante la ruta.
- Técnico de calidad y operarios registrados en la base de datos Letra Q.
- Formación en vigor de los técnicos de calidad y operarios y registrada en la base de datos Letra Q.
- Revisión de los registros presentes en el *centro lácteo* relativos a la recepción y descarga de la cisterna. En particular, los registros resultantes de la aplicación del sistema de autocontrol establecido por el operador.
- Hoja de registro de lavado de la cisterna: lugar, tiempos de lavado, persona y producto.
- Revisión del “Plan Anual de muestras obligatorias”.

En segundo lugar se realiza el control físico, acto seguido a la descarga de la leche, controlando:

- La temperatura de la leche de la cisterna.
- Las condiciones de limpieza de la cisterna. Revisión de la hoja de registro de lavados que acompaña a la cisterna.
- Las condiciones de transporte hasta el *centro lácteo* de las muestras de leche tomadas en la explotación, según las condiciones legisladas.
- La ejecución de la prueba de determinación de la acidez de la leche o de su estabilidad al alcohol, con una gradación nunca inferior a 68°.
- El sistema de autocontrol establecido por el operador en la recepción y descarga de la leche, incluidas las pruebas anteriores.

- Las pruebas realizadas por los operadores “in situ”, para la determinación de la presencia de residuos de antibióticos.
- La verificación del cumplimiento del “Plan Anual de muestras obligatorias”.
- La verificación del registro de positivos a residuos de antibióticos en leche en la prueba “in situ”.
- Destino de la leche objeto de restricción o de la no apta para consumo humano.

Posteriormente se hace la toma de muestras, para la detección de residuos de antibióticos se debe tomar una única muestra.

Se analiza la muestra y se envía al laboratorio autonómico de control oficial que comunicará a la AC los resultados analíticos obtenidos de las muestras oficiales, en el siguiente plazo:

- **24 horas** desde la recepción de la muestra, en el caso del análisis para detección de residuos de antibióticos.

La AC de la CA registra los resultados en la base de datos Letra Q, en el Módulo específico de muestras oficiales.

Finalmente, se hace el levantamiento del acta.

El resto de la actuación será igual a la explicada para los controles a realizar en explotación. Estas actas podrán registrarse en Letra Q.

- **En laboratorio.**

Se siguen los mismos pasos que en los anteriores controles, pero en el análisis documental, implica la revisión de los diversos registros reglamentarios:

- Autorización y registro en la base de datos Letra Q.
- Registro y comunicación de datos en la base de datos Letra Q.
- Registro de acreditación del laboratorio, de sus métodos y fechas de acreditación.
- Revisión de la situación de laboratorios en vías de acreditación o con pérdida del estado de acreditación.
- Verificación del cumplimiento de la transmisión de resultados a la base de datos Letra Q según lo establecido, en tiempo y forma.
- Verificación de su responsabilidad en el transporte de las muestras desde el *centro lácteo*.
- Verificación de la transmisión de resultados en impulsos, para la aplicación de la tabla de conversión al método Bactoscan por la AC.

- Verificación de la participación junto con otros laboratorios en los ensayos comparativos coordinados por los LNR.
- Verificación de la participación en la coordinación de la puesta en marcha de HPLC para detección de residuos de antibióticos en *leche cruda*.

## VALORACIÓN DEL CONTROL OFICIAL EJECUTADO

Tras la finalización de la ejecución del control oficial, se hará una valoración del mismo ejecutado, con un informe sobre los aspectos principales más destacados.

En función de los resultados, el expediente documentado se archiva y los datos se registrarán en la base de datos Letra Q o bien, ante cualquier tipo de incumplimiento, se creará otra fase posterior de procedimiento donde se tratará el expediente.

## SEGUIMIENTO DEL CONTROL OFICIAL (SI PROCEDE)

En el Módulo de incumplimientos de la base de datos Letra Q se registrarán por la AC de la CA, posteriores actuaciones oficiales en función del tipo y lugar de incumplimiento, y de su gravedad o reiteración para una posterior gestión.

## AUDITORÍAS SOBRE EL SISTEMA DE CONTROL (SI PROCEDE)

Se llevan a cabo sobre:

- Los laboratorios autonómicos de control oficial que sean medio instrumental propio.
- Los medios instrumentales propios o veterinarios autorizados que ejecuten controles oficiales en explotación, en cisterna o en laboratorio.

Se realizan por organismos externos o internos, siempre guardando la imparcialidad y la independencia.

Los resultados de las mismas se incluyen en el “Informe Anual de Resultados” del Programa Autonómico para su análisis global y readaptación del Programa Nacional.

## 10. ORGANIZACIÓN

Los controles, que se describen en este Programa Nacional, se estructuran y ejecutan en función de los siguientes parámetros:

- Tipo de ejecución. Administrativo o sobre el terreno.
- Lugar donde se ejecuta. Explotación, cisterna en transporte o en la descarga, laboratorio o *centro lácteo*.
- Quien lo ejecuta. Funcionarios, medios instrumentales propios, organismos independientes de control o veterinarios autorizados.

Los cuatro controles en función del lugar de ejecución que vamos a desarrollar (explotación, cisterna, laboratorio, *centro lácteo*) tienen una base operativa común para su ejecución:

- Controles administrativos previos.
- Controles sobre el terreno.
- Valoración de la inspección ejecutada.
- Seguimiento de la inspección (si procede).
- Auditorías sobre el sistema de control (si procede).

Debemos aclarar que todas las organizaciones o personas físicas o jurídicas de cualquier índole, y en el ámbito de este Programa Nacional estarán sometidas a una verificación con el mismo objetivo (correcta ejecución del presente programa) pero de diferente perfil, así:

- Control oficial por la AC de la CA o por medios instrumentales propios sobre: explotaciones de leche, cisternas de *centro lácteo*, laboratorio designado como laboratorio autonómico de control oficial pero que es un organismo independiente de control, *laboratorio de análisis*, centros lácteos y organismos independientes de control con tareas delegadas.
- Auditorías realizadas por organismos internos o externos a la propia Administración sobre: AC (centrales y autonómicas), laboratorios autonómicos de control oficial como medio instrumental propio, medios instrumentales propios que ejecuten controles oficiales y veterinarios autorizados para tareas de control oficial.

Además existe un proceso de auditoría global de los Programas Autonómicos en el mismo ámbito, que se describe en el apartado del presente programa “Auditoría del Programa Nacional”.

## 11. BASE DE DATOS LETRA Q

La base de datos Letra Q es la aplicación informática donde confluyen Administración, operadores, productores, laboratorios registrados y oficiales.

LETRA Q permite el registro e identificación de los agentes, establecimientos y contenedores que forman parte del sector lácteo, de los movimientos de leche, y de los resultados obtenidos del análisis de las muestras de *leche cruda* destinada al consumo humano, tomadas tanto en la explotación como a su descarga en el *centro lácteo*. Permite la gestión de las muestras de leche cruda de los controles obligatorios y su asociación al movimiento, así como la gestión de las muestras oficiales.

LETRA Q (LEche cruda de vaca, TRAzabilidad y Qualidad) se enmarca dentro de los trabajos impulsados desde el MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) para la mejora del control de la trazabilidad y de la calidad de la *leche cruda* de vaca; y consigue mejorar así la transparencia del sector lácteo desde la explotación productora hasta la industria transformadora. Además, con esta iniciativa se contempla la demanda de los consumidores de una mayor garantía en materia de seguridad alimentaria.

### BASE DE DATOS LETRA Q



Ilustración 4. Esquema de sistema de calidad y trazabilidad LETRA Q

El acceso a Letra Q está limitado a responsables de centros lácteos, laboratorios interprofesionales, productores de leche y a los gestores de la aplicación de las autoridades competentes. Es un sistema seguro y confidencial. Cada usuario del territorio nacional, con su clave personal, puede acceder según su perfil, vía Internet a los resultados de las muestras de leche y a las medias mensuales.

El sistema LETRA Q se enmarca dentro de los trabajos impulsados desde el MAGRAMA para la mejora del control de la trazabilidad y de la calidad de la *leche cruda* de vaca. Se mejora así la transparencia del sector lácteo desde la explotación productora hasta la industria transformadora.

Se permite por otro lado, el uso voluntario del logotipo "letra Q", en el etiquetado de la leche y *productos lácteos*. Este logotipo es sinónimo de trazabilidad, transparencia e información y resulta de gran interés tanto para los productores como para los operadores del sector y para los consumidores, porque además de otorgar una diferenciación y un valor añadido a las producciones lácteas, es una herramienta de transparencia e información sobre los productos que se consumen.

Dentro de la base de datos Letra Q en el Módulo de Calidad se han desarrollado una serie de módulos y consultas específicas que sirven como herramienta de coordinación, comunicación, gestión y apoyo tanto para la autoridad competente de las Comunidades Autónomas como para la autoridad central.

Dentro de la base de datos, los usuarios pueden acceder para hacer diversas consultas y utilizar módulos incluidos en la propia web. Entre sus utilidades están:

- Identificación y Registro de Laboratorios de Análisis.
- Identificación y Registro de Laboratorios de Muestras Oficiales.
- Módulo de Gestión de Muestras Obligatorias.
  - Plan Anual de Muestras Obligatorias.
  - Carga de ficheros de muestras tanque y cisterna.
  - Carga de ficheros de medias de tanque.
  - Consulta de muestras (tanque y cisterna) y medias cargadas.
- Módulo de Gestión de Muestras Oficiales.
  - Plan anual de muestras oficiales.
  - Registro de controles oficiales en cisterna, aleatorios y dirigidos, realizados en los laboratorios autonómicos de control oficial.
  - Registro de controles oficiales de explotación, registro manual de controles oficiales aleatorios y dirigidos en explotación.
  - Módulo de Gestión de Incumplimientos: dentro de este módulo se puede llevar a cabo el seguimiento de los controles oficiales.
- Módulo de Oficialización.

Permite el paso de forma automática y en bloque de controles obligatorios a controles oficiales, es decir, de aquellos que dan lugar al inicio de un procedimiento de control oficial.

- Módulo de Esquema Operativo.

Permite el seguimiento del procedimiento de control oficial utilizando aquellas muestras o medias obligatorias que dan lugar al cumplimiento o incumplimiento de los diferentes parámetros.

- Módulo de Higiene.

Permite el registro directamente en la base de datos o de forma indirecta mediante un dispositivo móvil en la propia explotación de las actas de inspección de control oficial de higiene de la explotación.

- Módulo de Gestión de Notificaciones.

A través de este módulo, se puede gestionar la impresión de las notificaciones en las cuatro co-oficiales, tanto de cumplimiento como de incumplimiento así como el registro de las fechas de acuse de recibo de las mismas.

- Estado de Procedimiento.
- Módulo de Evaluación de Riesgos.

Permite realizar el análisis de riesgo para los controles oficiales aleatorios de forma automática desde el perfil Comunidad Autónoma.

- Módulo de Gestión de explotaciones con comercialización restringida.
- Módulo de Consultas de Calidad.
  - Informes estadísticos.
  - Buscador.
  - Módulo de Utilidades.
  - Descargas, documentación útil para los usuarios de Letra Q.
  - Foro.
- Q-nexus.

El objetivo de este módulo es completar y facilitar el intercambio de datos de las muestras de leche en tiempo real entre centros lácteos y laboratorios, de manera que facilita el acceso a los responsables tanto de *centro lácteo* como laboratorio a un mismo registro de muestras.

El Real Decreto 752/2011, de 27 de mayo, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los agentes del sector de *leche cruda* de ovino y caprino, pone en marcha el mismo sistema de información para los controles de la calidad higiénico-sanitaria de leche de oveja y cabra.

A lo largo de 2011 se desarrolló un sistema de información adecuado para dar respuesta a la publicación de este real decreto con las siguientes funcionalidades:

- **Identificación y registro de los agentes implicados:**
  - Operadores.
  - Centros lácteos.
  - Explotaciones.
  - Contenedores de *leche cruda* de oveja y cabra (tanques y cisternas).
- **Gestión de Muestras Obligatorias.**
  - Carga de ficheros de muestras y medias de tanque de leche de ovino y caprino.
  - Generación de alarmas por presencia de residuos de antibióticos en leche y por incumplimiento de media de recuento de colonias de gérmenes a 30°C.
  - Plan anual de muestras obligatorias.
  - Registro de pruebas de residuos de antibióticos “in situ”.
- **Registro de rechazos de leche en tanque y cisterna.**
- **Gestión de Muestras Oficiales.**
  - Oficialización
- **Registro y Consulta de Controles oficiales.**

## MOVIMIENTOS A COMUNICAR EN LA BASE DE DATOS Q

En la base de datos hay que comunicar cualquier movimiento que se produzca, desde la entrega, donde puede haber un transvase de cisternas, pasando por la recepción, donde puede también existir transvase entre silos así como el suministro, hasta la línea de producción donde se controlaran las importaciones y exportaciones y los rechazos.

Por otro lado, el tiempo máximo de grabación de los movimientos entre el *centro lácteo* y la base de datos, es de 48 horas.

MOVIMIENTOS A COMUNICAR A LA BASE DE DATOS LETRA Q

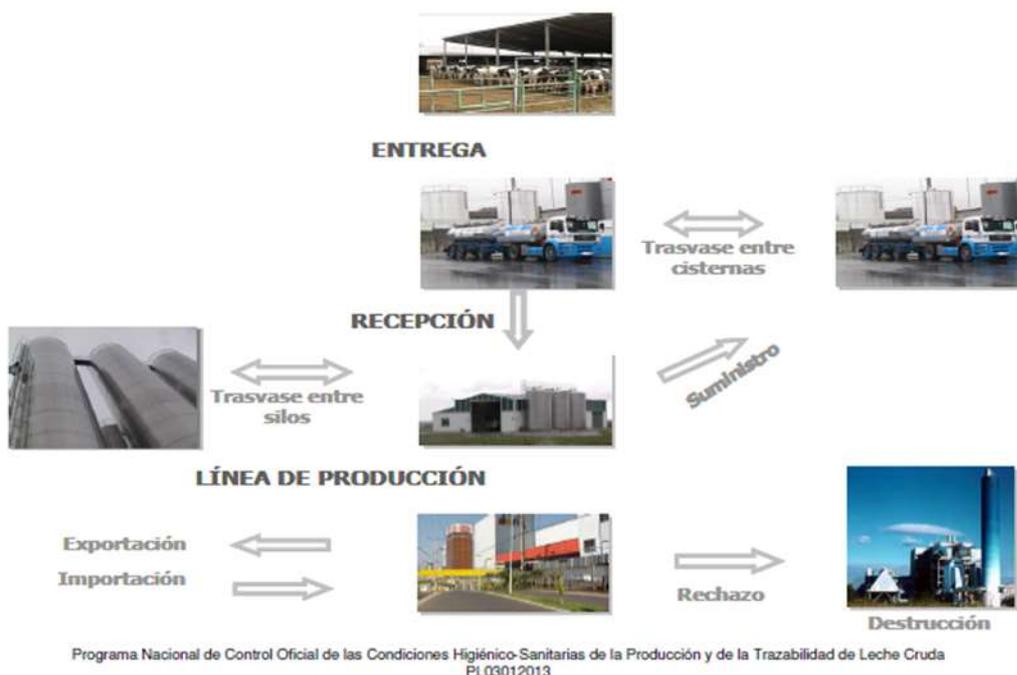


Ilustración 5. Movimientos a comunicar en la base datos LETRA Q

## 12. REGISTROS DE CONTROL Y SISTEMA DOCUMENTAL

### REGISTROS DE CONTROL

En la base de datos Letra Q, las Autoridades Competentes se encargarán de registrar los resultados de los controles oficiales correspondientes a la calidad higiénico-sanitaria y los seguimientos realizados, las explotaciones con la comercialización y aquellas explotaciones que tengan abierto un procedimiento sancionador.

Del mismo modo, la AC de la CA, lleva un registro del destino de la leche procedente de explotaciones con la comercialización restringida o prohibida.

También puede contrastar los controles planificados en el Plan Anual de Muestras Oficiales con los ejecutados de forma efectiva y aquellos pendientes para completar los objetivos anuales según el Programa Nacional.

## SISTEMA DOCUMENTAL

El personal encargado de la realización de los controles oficiales dispone de información actualizada y documentos de trabajo para la óptima ejecución de los controles y del seguimiento de los incumplimientos de la legislación.

Existen diversos “Procedimientos Normalizados de Trabajo” (PNT) en función del lugar a controlar oficialmente o la actuación a realizar, y diversos modelos de actas y documentos con los contenidos mínimos exigidos por la legislación. Estos documentos se someten a revisiones y actualizaciones continuas.

Todos los modelos normalizados se pueden encontrar en la base de datos Letra Q, y los clasificamos en:

1. Leche de vaca (V). PNT´s. Explotación, cisterna y laboratorio.
2. Leche de vaca (V). Actas de control oficial. Explotación, cisterna y laboratorio.
3. Leche de vaca (V). Otros documentos.
4. Leche de oveja y cabra (O). PNT´s. Explotación, cisterna y laboratorio.
5. Leche de oveja y cabra (O). Actas de control oficial. Explotación, cisterna y laboratorio.
6. PNT de funcionamiento de Letra Q.
7. Notificaciones de Incumplimiento.
8. Trazabilidad de leche. PNT. Transportistas y centros lácteos.

## 13. PLANES DE EMERGENCIA

Existirán planes de emergencia activos en los que se incluirán las medidas a adoptar en caso de detectarse un incumplimiento que suponga un riesgo grave para la salud pública, la sanidad animal o el medio ambiente siempre relacionado con la higiene de la producción de la *leche cruda*.

Estos planes de emergencia se detallarán en un procedimiento de actuación que incluirá:

- Autoridades que han de intervenir.
- Sistema de coordinación y las vías de comunicación.
- Sus competencias y responsabilidades.
- Procedimiento de actuación.
- Mecanismos de gestión y comunicación de la emergencia.

Las Autoridades Competentes, se encargarán de transmitir esta información a todo el personal que se encuentre implicado en el plan de emergencia en cuestión.

Los planes de emergencia serán comprobados en función de los cambios en la organización de los controles, en la legislación nacional o comunitaria, o en función de la experiencia adquirida en ejercicios de simulación.

## 14. AUDITORÍA DEL PROGRAMA NACIONAL

La AC debe someterse a auditorías del sistema de control en su Programa Autonómico. Estas auditorías se basan en un examen independiente y que debe realizarse de manera transparente.

La AC, en el ámbito de sus competencias, será la encargada de:

- Designar al órgano/s auditor/es.
- Elaborar un programa de auditoría.
- Designar un coordinador de todo el programa de auditorías (punto de contacto), que coordine todas las actuaciones que a este respecto se lleven a cabo en su ámbito competencial y mantenga los registros que se generen en las auditorías.

El periodo de tiempo que abarcan los programas de auditorías son de 5 años, de tal manera que se confirme la conformidad y la aplicación efectiva de los controles oficiales, así como, la evaluación de si las disposiciones previstas son adecuadas para alcanzar los objetivos fijados en el “Plan Nacional de Control de la *Cadena Alimentaria*”, localizando las oportunidades de mejora e identificando las disfunciones del sistema.

Una vez conocido el resultado de la auditoría, se toman las medidas oportunas, a fin de mejorar continuamente los sistemas de control oficial. Los resultados de las auditorías han de tenerse en cuenta a la hora de planificar el programa de auditoría y revisar el presente Programa Nacional y el “Plan Nacional de control de la *cadena alimentaria*”.

Las Autoridades Competentes tendrán que comunicar a la SGSHAT de la DGSPA del MAGRAMA sobre el desarrollo y el resultado de las auditorías, en lo relacionado a conclusiones y recomendaciones.

## 15. TRAZABILIDAD DE LA LECHE CRUDA.

El sistema Letra Q está formado por dos módulos informáticos, el Módulo de Trazabilidad y el Módulo de Calidad.

El sistema de trazabilidad de la *leche cruda* se implanta, a través de la identificación y registro, de todos los agentes, establecimientos y contenedores implicados en la producción, recogida, transporte, almacenamiento y tratamiento de la leche.

Este sistema de trazabilidad tiene una serie de beneficios tanto para los trabajadores como para los consumidores, pero también exige unos requisitos mínimos. A continuación se exponen.

## BENEFICIOS

La creación de un sistema de trazabilidad, tiene una serie de beneficios tanto para los operadores alimentarios como para los consumidores:

- Para los operadores:
  - Facilita la comunicación y coordinación con los distintos eslabones de la cadena de producción y comercialización
  - Mejora la gestión de alertas alimentarias. Aumenta la eficacia y rapidez de reacción.
  - Aporta un valor añadido, asegurando una calidad certificada y el origen de la leche.
  - Simplifica el cumplimiento de la legislación vigente.
  - Asegura un mínimo de calidad, que deben cumplir todos los operadores.
  
- Para el consumidor:
  - Garantiza el origen (iniciativas para incentivar el consumo de productos locales).
  - Aumento de la confianza, imagen de control y seguridad certificada.
  - Permite poner en valor la información recogida en fases precedentes.
  - Aporta transparencia a todo el proceso.
  - Complementa la información al consumidor, resaltando aspectos del producto.
  - Se trata igualmente de una herramienta de marketing, permitiendo mejorar la penetración del producto en el mercado.
  - Ayuda a una diferenciación a través de la inclusión de una marca en el envase.

Además, permite que la administración supervise eficazmente que todos los operadores cumplan con todas las normas.

## REQUISITOS

Al igual que tiene unos beneficios, es necesaria la existencia de unos requisitos:

- Los agentes implicados en el sistema de gestión de trazabilidad son:
  - Productores
  - Operadores alimentarios

- Distribución
- Autoridades sanitarias
- Laboratorios independientes (interprofesionales)

Sin la participación de alguno ellos no es posible asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

- Todo el sistema se basa en la normativa legal existente, por lo que es fundamental que sea clara, aceptada por todos los agentes involucrados. Debe incluir métodos de análisis aceptados y valores límite para cada parámetro analizado, requisitos y procedimientos de registro de agentes autorizados (operadores, laboratorios, productores), mecanismos de supervisión del sistema y sanción...
- Todos los operadores deben cumplir con los requisitos establecidos. Si parte de la producción se escapa al control, es probable que fracase la totalidad del sistema. Por tanto, deben existir unos mecanismos de supervisión adecuados y bien dimensionados, acompañados de una capacidad de sanción, en caso de que el operador no se ajuste a los requisitos legales establecidos.
- La gestión de la recogida de las muestras de leche, y su posterior envío a los laboratorios de análisis.  
El sistema debe asegurar una identificación correcta de las muestra, y permitir un análisis rápido y ordenado.
- Los laboratorios que realizan los controles analíticos, aportando los resultados que servirán para la valoración de la calidad de la leche, deben ser totalmente independientes, es decir, no deben pertenecer ni depender económicamente de ninguna de las partes: administración, operadores y productores.
- Toda la información generada por la aplicación del sistema, tiene que ser gestionada adecuadamente, asegurando una actualización constante de las bases de datos. Además, la información diaria recogida por los operadores debe ser introducida en el sistema simple y rápidamente. Para ello se emplean una plataforma de gestión a la que se accede a través de internet; debe existir una infraestructura que permita el acceso al sistema de todos los agentes.
- Es fundamental disponer de mecanismos ágiles para la comunicación de los resultados de los análisis.

## SUPERVISIÓN

El operador alimentario tiene la responsabilidad de establecer su programa de control de trazabilidad, documentando como realiza la trazabilidad de sus productos (Letra Q, trazabilidad interna, control de expedición de producto acabado, gestión de incidencias...). Además, debe estar bien establecido quien es el responsable, dentro de la empresa, para que el sistema se cumpla.

Sin embargo, se necesita una supervisión objetiva e imparcial de este protocolo, que verifique que el operador alimentario está realizando correctamente el control de la

trazabilidad y que el 100% de la leche y los *productos lácteos* transformados están incluidos en el control.

Existen varios niveles de control:

- Autocontroles

El sistema de trazabilidad de un operador alimentario debe estar documentado, formando parte de los Requisitos previos del Manual APPCC de la empresa. El operador debe realizar autocontroles de su sistema de trazabilidad. La persona responsable de la gestión de este sistema está encargada de comprobar periódicamente que se cumplen los protocolos de trazabilidad indicados en la documentación del sistema APPCC. Además, los protocolos deben ser válidos, cumpliendo con los requisitos establecidos por la legislación.

- Auditorías externas

Es conveniente que los operadores contraten los servicios de una empresa externa especializada, para realizar una evaluación del sistema de trazabilidad.

Algunas empresas de distribución exigen a sus proveedores la realización de estas auditorías, coordinando directamente la gestión con empresas auditoras de su confianza.

En el caso de que la empresa cuente con una certificación de calidad tipo ISO (International Organization for Standardization), IFS (International Food Standard) o BRC (British Retail Consortium), estas auditorías externas se realizan anualmente, durante las revisiones realizadas por la empresa certificadora.

- Inspector veterinario

La Sanidad Pública dispone de un grupo de agentes encargados de visitar y controlar periódicamente a los operadores alimentarios.

Estos inspectores realizan distintos tipos de controles en las industrias:

- Revisión documental: Comprobación de los protocolos y registros del sistema de autocontrol (Requisitos Previos y Manual APPCC).
- Revisión estructural: Control de las condiciones higiénicas de las instalaciones.
- Cumplimiento de buenas prácticas en elaboración y control de manipuladores.
- Toma de muestras: Control de producto elaborado, verificando el cumplimiento de las normas microbiológicas.

- Auditorías de la Sanidad Pública

Anualmente, la Sanidad Pública realiza una auditoría del sistema documental, siguiendo una lista de comprobación establecida, al 100% de los operadores lácteos autorizados. Esta auditoría sirve para establecer un criterio uniforme en todos los operadores, y supervisar el trabajo realizado por los inspectores veterinarios.

- Auditorías de la Unión Europea

En este caso, inspectores de la Unión Europea se encargan de revisar los trabajos realizados por la administración de Sanidad Pública de cada país, certificando que se adecúan a las normas establecidos, e indicando posibles desviaciones que deben ser solventadas.

## ESQUEMA DE CONTROLES DE LA LECHE CRUDA EN ESPAÑA

El Real Decreto 1728/2007, de 21 de diciembre, por el que se establece la normativa básica de que deben cumplir los operadores del sector lácteo, establece la obligatoriedad de realizar una serie de controles a toda la leche de vacuno.

A continuación se resumen los controles que deben realizar tanto los productores como los centros de transformación. Habitualmente la coordinación de la realización de estos controles es asumida por las industrias:

### CONTROLES REALIZADOS EN EL TANQUE DE FRIO DE LA GRANJA

- Mínimo 2 veces al mes (habitualmente 3-4 veces):
  - Materia grasa, proteína, extracto seco.
  - Punto crioscópico.
  - Recuento total de bacterias mesófilas a 30°C.
  - Recuento de células somáticas.
  - Residuos de antibióticos.
- Plan aleatorio de pre-recogida de leche:

Supone la realización de un muestreo anual aleatorio de todas las ganaderías que entregan su leche a una determinada industria. Los parámetros analizados son los mismos que en el caso anterior.

### CONTROLES REALIZADOS EN LA INDUSTRIA

- Cada una de las cisternas que entrega leche, toma de muestras para:
  - Envío a laboratorio independiente:
    - Materia grasa, proteína, extracto seco.
    - Punto crioscópico.
    - Recuento total de bacterias mesófilas a 30°C.
    - Recuento de células somáticas.
    - Residuos de antibióticos.
  - Análisis en Laboratorio de la industria (debe estar autorizado):
    - Temperatura (entre 0 y 10°C).

- Residuos de antibióticos ( $\beta$ -lactámicos, 1 de cada 5 cisternas tetraciclinas).
  - Estabilidad alcohol (con alcohol superior a 68°).
  - Acidez (inferior a 18°Dornic).
  - Además, control de centros de lavado de las cisternas.
- 
- Control en silo de almacenamiento:
    - Recuento total en *leche cruda* antes de ser transformada: Máximo 3x10<sup>5</sup> u.f.c./ml.
    - Recuento total de leche tratada térmicamente: Máximo 1x10<sup>5</sup> u.f.c./ml.
    - Contenido en plomo, aflatoxinas, PCB's.

Además, la autoridad sanitaria realiza controles oficiales aleatorios en los centros de producción de leche, para verificar la validez de los análisis efectuados por la industria.

Parte de estos controles se realizan en laboratorios independientes y otros en el propio laboratorio de la empresa. Estos laboratorios deben estar inscritos en un registro de laboratorios autorizados. De este modo, la administración comprueba que los laboratorios dispongan de los recursos necesarios para garantizar la validez de los resultados obtenidos.

## GESTIÓN DE ALARMAS

Los controles de rutina realizados a la *leche cruda* pueden clasificarse en dos apartados:

- Indicadores de seguridad alimentaria:
  - Antibióticos.
  - Recuento de gérmenes totales.
  - Recuento de células somáticas.
- Referencias para el pago por calidad:
  - Composición físico-química: Proteínas, materia grasa, extracto seco.
  - Punto crioscópico.

Cuando un resultado de análisis de un parámetro de seguridad alimentaria está fuera de valor máximo permitido, se genera automáticamente una alarma.

A partir de ese momento se activa un protocolo de actuación definido. La alarma es enviada a las autoridades sanitarias, a los operadores transformadores y/o a los propios productores (en función del origen de la muestra): Un inspector veterinario se presenta en la explotación ganadera o en el centro de transformación, para realizar el seguimiento de la leche no conforme.

- ❖ Si la no conformidad es un recuento elevado de microorganismos o de células somáticas, el uso de esa leche sólo puede destinarse a la elaboración de *productos lácteos* que impliquen una *pasteurización* de esta leche. Otro uso de esta leche es la elaboración de quesos madurados, elaborados a partir de *leche cruda*, mientras que se asegure un periodo de maduración superior a los 60 días.
- ❖ En el caso de que la leche contenga restos de antibióticos, debe ser eliminada directamente, a través de una empresa autorizada para el tratamiento de los residuos (subproducto animal no destinado a consumo humano). Como consecuencia, se inicia un protocolo de control en la explotación ganadera, que se mantendrá activo, hasta que la autoridad sanitaria autorice la recogida de la leche de la explotación ganadera, debido a la ausencia de los residuos. La empresa debe justificar convenientemente que la leche ha sido destruida por un gestor de residuos, de modo que pueda asegurarse que esta leche no vuelve a entrar en el circuito de venta.
- ❖ En el caso de que la no conformidad provenga de los otros parámetros analizados (pago por calidad), corresponde al operador valorar la recogida de la leche. La posibilidad de la recogida (y el precio) de esta leche se enmarca al ámbito privado de la negociación entre operador-productor.

## 16. CONTROL DE CALIDAD DE UN DERIVADO LÁCTEO. EL QUESO

Se aborda un derivado lácteo, el queso. Se estudia inicialmente la calidad de la materia prima principal, la leche fresca, y posteriormente se trata la calidad en la elaboración del propio derivado lácteo.

El queso, es un producto alimenticio sólido o semisólido, que se obtiene tras la separación de los componentes sólidos de la leche, la cuajada, y líquidos, el suero. Cuanta más cantidad de suero se extrae, más compacto será.

El queso se elabora desde tiempos prehistóricos a partir de leche de diferentes mamíferos, pero hoy en día, la mayoría de los quesos son de leche de vaca, a pesar del incremento que ha experimentado en los últimos años la producción de quesos de cabra y oveja. Es un alimento importante en la dieta de casi todas las sociedades porque es nutritivo, natural, fácil de producir en cualquier entorno, y permite el consumo



de leche en momentos en que no se puede obtener.

Por otro lado, cabe destacar, que hay multitud de variedades de queso, pero de manera concreta los quesos pueden clasificarse en dos categorías básicas: naturales o procesados. Ambos se diferencian en que, los quesos procesados, su fabricación es a partir de uno o más tipos de quesos naturales, añadiendo emulsionantes, agua, nata y aromas de jamón, frutas, nueces o especias. Se conservan más tiempo que los naturales y su valor nutritivo es casi el mismo, pero se pierde el carácter único del queso original. Por otro lado, de quesos naturales hay multitud de variedades, aunque pueden clasificarse en siete categorías básicas según su textura o grado de humedad y el tipo de corteza, ambos criterios se emplean para juzgarlos y determinar sus características básicas.

## CALIDAD DE LA LECHE DESTINADA A LA FABRICACIÓN DEL QUESO.

Para la fabricación de queso, es necesario que la materia prima principal, que en este caso es la *leche cruda*, tenga una calidad excelente para producir así quesos de calidad excepcional.

Por consiguiente, se entiende por calidad de la *leche cruda* el conjunto de características que determinan su grado de idoneidad para los fines previstos de tratamiento y empleo.

Podríamos decir que la leche es de calidad cuando reúne los siguientes requisitos:

- Ausencia absoluta de sustancias perjudiciales para la salud del consumidor, tales como sustancias extrañas y residuos de productos nocivos (pesticidas, medicamentos, toxinas microbianas, etc.).
- Capacidad de acidificación normal, es decir, ausencia de sustancias capaces de inhibir a la flora ácido láctico.
- Baja carga microbiana, como requisito previo para obtener productos con capacidad de conservación prolongada.
- Caracteres organolépticos (sensoriales) normales.
- Escaso contenido celular, indicativo de una leche normal producida por una mama sin infecciones ni trastornos secretorios.
- Escaso o nulo número de gérmenes tecnológicamente indeseables, especialmente coliformes y esporulados butíricos.
- Composición química normal, indicativa de una buena aptitud para la transformación.

Particularizando, la calidad de la leche de quesería puede ser definida como su aptitud para dar un buen queso en las condiciones normales de trabajo y con un rendimiento satisfactorio.

En general, la calidad de la leche destinada a la fabricación de queso es la suma de dos calidades, la calidad química y la calidad microbiológica.

La calidad química viene dada por la presencia o ausencia de sustancias extrañas e inhibidoras, la aptitud para ser coagulada por el cuajo y la composición.

## PRESENCIA O AUSENCIA DE SUSTANCIAS EXTRAÑAS E INHIBIDORAS EN LA LECHE

La presencia de sustancias extrañas e inhibidoras constituye en la actualidad un problema particularmente difícil a la hora de asegurar la elaboración y la calidad de los productos terminados en general y del queso en particular.

Las sustancias extrañas, de interés en tecnología quesera, que se pueden encontrar en la leche son:

- Antibióticos.
- Pesticidas.
- Metales pesados.
- Residuos de sustancias utilizadas en la limpieza y desinfección.

### ANTIBIÓTICOS

Los residuos de los antibióticos en la leche, independientemente de acciones biológicas (alergias en consumidores, aparición de flora resistente), tienen repercusiones tecnológicas importantes en la elaboración de queso. Su acción tecnológica principal es la provocación de trastornos en la capacidad de acidificación de la leche.

Los cultivos iniciadores, responsables primeramente de la acidificación de la leche y después de los cambios bioquímicos que tienen lugar durante la maduración (transformación de la cuajada en queso), se ven inhibidos por los residuos de antibióticos, fallan, y el queso obtenido se altera, o al menos no presenta unas características organolépticas tan satisfactorias como las del queso en el que los cultivos iniciadores han actuado con normalidad.

En la actualidad los cultivos iniciadores que se comercializan son por lo general resistentes a los antibióticos, pero estos muestran una acción inhibitoria sobre la flora secundaria que tiene también un papel importante en el desarrollo de las características organolépticas del queso madurado.

Los quesos elaborados con leche que presenta residuos de antibióticos muestran una estructura esponjosa y sabor ligeramente amargo. Además, los residuos de antibióticos pueden también actuar sobre algunos componentes de la leche; por ejemplo, se ve afectada la lipasa de la leche que pierde entre el 7 y el 49% de su actividad dependiendo del tipo de antibiótico que se trate y de su concentración.

Las actuaciones a emprender en la industria quesera para combatir los efectos indeseables de los residuos de antibióticos en la leche son múltiples:

- Algunos antibióticos pueden suministrarse con colorantes inocuos para la salud que se eliminan por la leche conjuntamente con aquellos; con ello se facilita el control del cumplimiento de los plazos de espera prescritos, durante los cuales no se debe entregar a la industria quesera leche procedentes de animales tratados.
- Otra medida es no incorporar ningún antibiótico a los piensos compuestos para animales lecheros.

Con todo, las posibilidades de las industrias son muy limitadas. Hay sistemas de detección de antibióticos en leche, pero son caros y lentos, por lo que son de poca utilidad práctica.

Como ya se apuntó, pueden también utilizarse cepas de cultivos iniciadores especialmente resistentes, capaces de multiplicarse y de ejercer su función metabólica en presencia de residuos de antibióticos. Sin embargo, la medida más eficaz es la educación y la concienciación de los ganaderos para que no entreguen la leche a las industrias cuando estén realizando una antibioterapia a los animales lecheros.

Las pruebas desarrolladas para detectar residuos de antibióticos en la leche se clasifican en: presuntivas o de tamiz, y de confirmación. Las pruebas presuntivas tienen como objetivo detectar la presencia de uno o varios residuos de antibióticos de una muestra sospechosa. En este grupo se engloban los métodos de inmunoensayo y los microbiológicos de prueba-receptor, en el que el analito se une al receptor, detectándose por colorímetro. Los de confirmación pueden emplear cromatografía líquida de alto desempeño, cromatografía líquida con espectrofotometría de masa o solamente espectrofotometría de masa. Estos métodos son los más recomendados por su elevada capacidad de cuantificación, especificidad y sensibilidad (ilustración 1). Hay que denotar que la acidez de la leche también interfiere en la detección de residuos, ya que las leches ácidas pueden virar el color del medio de la microplaca de detección de antibióticos y presentar falsos positivos.

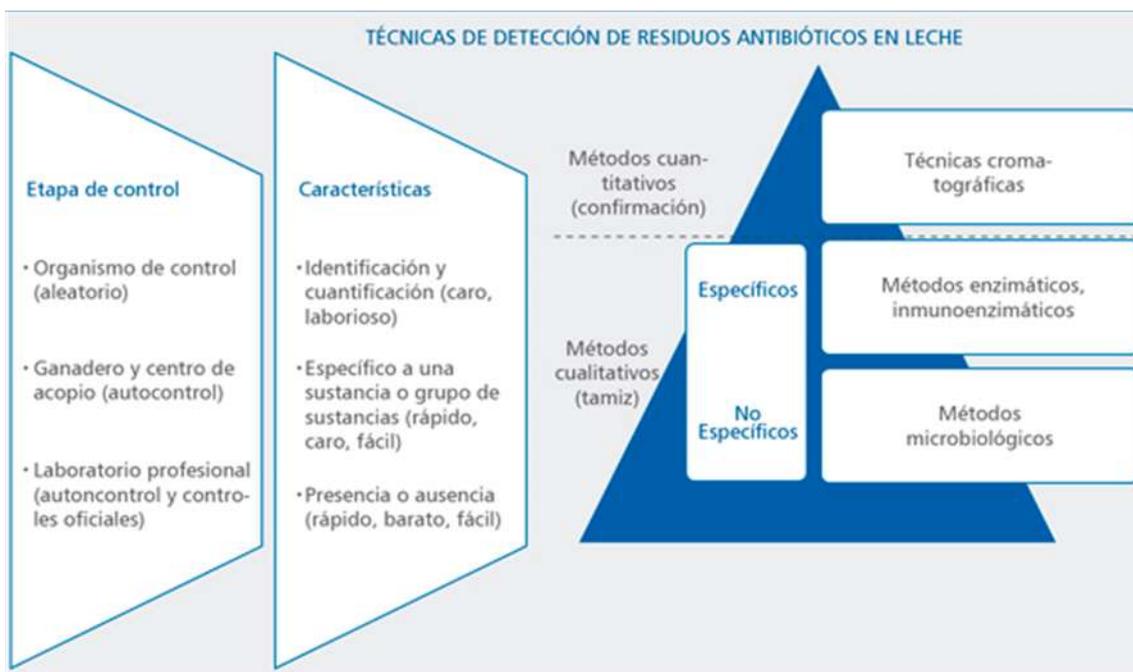


Ilustración 6. Resumen de los métodos de detección de residuos de antibióticos en leche y sus características.

## PESTICIDAS

Se conoce como pesticida a los diversos compuestos que se utilizan en la lucha contra microorganismos, parásitos, insectos, roedores y malas hierbas en la producción agropecuaria. Este amplio grupo de sustancias se clasifica, de acuerdo con sus propiedades, indicaciones y modo de empleo, en insecticidas, herbicidas, fungicidas y rodenticidas.

La transmisión de pesticidas desde el medio ambiente a la leche, generalmente se produce al suministrar al ganado plantas que fueron pulverizadas sin respetar los plazos de espera prescritos. Los preparados de pesticidas en la lucha contra insectos y otros parásitos en los establos también son un peligro. Algunos de estos pesticidas son muy estables y permanecen activos en el suelo durante meses e, inclusive, tiempos mayores.

Además de la toxicidad de los pesticidas, es importante el tiempo que estos compuestos tardan en descomponerse para dar lugar a sustancias no tóxicas (estabilidad). Los preparados estables pueden ser mucho más peligrosos aun cuando su toxicidad sea menor. Además en algunos casos tienen la capacidad de acumularse en el tejido adiposo del animal. Hay algunos pesticidas organofosforados que tienen un carácter lipófilo, pero se hidrolizan fácilmente en el intestino del animal lechero.

Según la información recogida en la bibliografía científica, todos los compuestos citados dejan residuos que pasan a la leche, algunos son segregados sin modificar y otros en forma de metabolitos.

Al estudiar el efecto de pesticidas organoclorados sobre los microorganismos se comprobó que algunos géneros microbianos tienen la facultad de desdoblar dichos compuestos hasta convertirlos en sustancias menos nocivas. Sin embargo, las especies de verdadera importancia en quesería (las más frecuentemente utilizadas como cultivos iniciadores), cuando fueron sometidas a incubación prolongada (14 días a 32°C) en presencia de DDT, g-HCH, aldrín y dieldrín, no actuaron significativamente sobre ninguno de estos compuestos.

Se han efectuado trabajos específicos dedicados a ver el efecto sobre los pesticidas de microorganismos aislados de queso.

Los pesticidas presentes en la leche son casi siempre de origen endógeno, de ahí que las medidas encaminadas a impedir su aparición se dirijan a eliminar los residuos de pesticidas de los alimentos (piensos, heno), del agua y del medio ambiente de los animales productores. Los pesticidas persistentes deben sustituirse por preparados menos estables y que se descompongan fácilmente en sustancias no tóxicas.

Muchos trabajos demuestran que la cantidad de residuos es mucho mayor en la grasa de la leche que en el suero o en la porción magra. Es por esto que, en la actualidad, el desnatado es la medida más eficaz para eliminar los residuos de la leche.

En cualquier caso el problema de los residuos de pesticidas es bastante complejo y cada país ha puesto en marcha programas específicos de lucha. El nivel de contaminación actual de la leche en los países desarrollados es, salvo un accidente puntual, muy bajo.

El método para la determinación del contenido de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en *leche cruda* de vaca, es mediante la técnica analítica de cromatografía de gases acoplado a un detector de espectrometría de masas (CG- MS). Para la extracción de los POC y POP en la *leche cruda* de vaca, el método más eficaz se sustenta en una extracción en fase sólida, ya que reduce el tiempo de análisis, la cantidad de solventes utilizados y por tanto el costo, en comparación con la técnica de extracción en fase líquida.

## METALES PESADOS

La leche puede contaminarse con metales pesados de un modo exógeno, cuando estos pasan a ella después del ordeño a partir generalmente del utillaje, o de un modo endógeno si el animal lechero toma los metales pesados con el agua o con el alimento y los elimina por la leche.

Los elementos más importantes que pueden aparecer en la leche son el cobre, plomo, cinc, estaño, hierro, mercurio, aluminio, arsénico y molibdeno.

Para evitar los problemas relacionados con la presencia de concentraciones elevadas de metales pesados en la leche es suficiente con controlar los piensos y forrajes suministrados al ganado lechero y evitar el contacto de la leche, tanto en los establos como en las queserías, con recipientes y utillaje metálicos que no tengan un comportamiento totalmente inerte.

Para determinar la cantidad de metales pesados en una muestra de leche fresca de vaca, la técnica más efectiva se vio que era la técnica de Espectrometría de Absorción Atómica.

Esta técnica permite observar las líneas de emisión de diferentes elementos químicos en la flama y lo se relaciona las líneas con la identidad del elemento. Cada metal emite radiación de diferente color, presenta líneas que aparecen en diferentes posiciones en la pantalla o campo de observación, independientemente de las condiciones en que se realiza el experimento así como de la naturaleza de la sal metálica y únicamente depende del metal. La intensidad de la línea presenta está relacionada directamente con la concentración del elemento en la solución, y de esta manera se tiene una forma inequívoca de identificar el elemento.

## RESIDUOS DE SUSTANCIAS UTILIZADAS EN LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Las sustancias comúnmente utilizadas en la limpieza y desinfección de los locales y utillaje llegan a la leche por vía exógena después de ser producida.

Con frecuencia, los retrasos existentes en la acidificación a veces observados en las queserías, se deben a los residuos de detergentes o desinfectantes.

Si el enjuagado del material se lleva a cabo de un modo eficaz, tras la limpieza y desinfección, el riesgo de presencia en la leche de estas sustancias es prácticamente despreciable.

En caso de un descuido importante por parte del productor (ausencia de enjuagado y escurrido del material de ordeño después de la limpieza y desinfección), se pueden alcanzar concentraciones de desinfectante suficientemente elevadas como para provocar una disminución de la actividad de las bacterias lácticas en la leche. Sin embargo, es poco probable que esto ocurra en una leche de mezcla. Solamente habría problemas en el caso de una adición directa y voluntaria de desinfectantes a la leche por parte de los productores.

Algunos desinfectantes en la leche pueden ser detectados con ayuda de métodos químicos sencillos.

### APTITUD DE LA LECHE PARA SER COAGULADA POR EL CUAJO

Las leches pueden presentar aptitudes distintas para formar, por la acción del cuajo, un gel de características reológicas tales que pueda, sin pérdidas importantes, resistir las acciones mecánicas necesarias para quitar el suero.

Una leche presenta una buena aptitud para la coagulación cuando coagula rápidamente en presencia del cuajo y forma un gel firme y que se pueda quitar el suero con facilidad generando una cuajada de textura y composición adecuadas que, tras la maduración, da lugar a un queso de buena calidad. No todas las leches presentan originariamente esta característica; algunas coagulan lentamente y dan lugar a geles blandos que desueran mal y tienden a fragmentarse en granos muy finos, generando cuajadas que, tras el desuerado, retienen gran cantidad de agua, siendo su maduración muy difícil de controlar.

Los criterios de control habitualmente utilizados para seguir el fenómeno de coagulación y definir la aptitud de una leche para la coagulación son el tiempo de coagulación, la velocidad de endurecimiento del gel y su dureza máxima y, eventualmente, la velocidad y la importancia de la *sinéresis*. El tiempo de coagulación es el tiempo que transcurre desde la adición del cuajo hasta la aparición de los primeros "copos", que se sueldan adquiriendo un cierto grado de dureza. A continuación, la evolución del gel se caracteriza por una retracción del retículo proteico con expulsión del suero; ello constituye el fenómeno de *sinéresis*, cuya intensidad y velocidad condicionan en gran parte el futuro del queso.

Las diferencias de comportamiento de la leche frente al cuajo están ligadas, generalmente, a diferencias en ciertas características originales de las leches (factores inherentes a la leche). Ahora bien, algunas leches pierden su aptitud inicial para ser coaguladas por el cuajo por haber sufrido, antes de iniciarse la fabricación, tratamientos modificadores de esta aptitud.

## FACTORES INHERENTES A LA LECHE

Los factores que influyen en la aptitud para la coagulación y que son inherentes a la leche son el contenido en *caseínas*, los contenidos en calcio soluble y fosfato cálcico coloidal, el tamaño de las micelas y el pH.

### Contenido en *caseínas*

La relación entre el tiempo de coagulación y la concentración de *caseínas* se explica por el hecho de que el fenómeno de coagulación incluye dos etapas: la hidrólisis de la *k-caseína* y la agregación de las micelas modificadas. Si la concentración de *caseínas* es baja, la velocidad de agregación es lenta comparada con la velocidad de hidrólisis de la *k-caseína*; a elevada concentración, el tiempo de coagulación viene determinado por la velocidad de acción del cuajo.

La influencia del contenido en *caseínas* sobre la firmeza del coágulo es muy acusada, mientras que el ejercido sobre el tiempo de coagulación o "tiempo de toma" es mucho menos sensible.

Por el contrario, el enriquecimiento de la leche con *caseínas*, mediante técnicas de ultrafiltración, acelera la velocidad de endurecimiento del gel y acentúa su firmeza máxima, reduciendo la velocidad de *sinéresis*; el tiempo de coagulación resulta en este caso poco afectado o es ligeramente incrementado.

### Concentración de calcio soluble y de fosfato cálcico

La presencia de iones calcio, en cantidad suficiente, es indispensable para la floculación de las micelas de *caseína* modificadas por la acción del cuajo. Las micelas, después de la acción del cuajo, se muestran muy sensibles a los iones de calcio y pequeñas variaciones en la concentración de estos iones en las leches pueden afectar notablemente al tiempo de coagulación y a la dureza del gel.

Las leches pobres en calcio coagulan difícilmente y dan lugar a geles blandos, sin firmeza.

Es una práctica común en tecnología quesera la adición de cloruro cálcico a la leche, sobre todo cuando esta ha sido pasterizada; con esta adición de calcio se reduce el tiempo de coagulación y se aumenta la firmeza del gel formado.

La aptitud de la leche para la coagulación no está ligada únicamente a la concentración en calcio, depende también del contenido en fosfato cálcico coloidal (micelar).

El tiempo de coagulación es tanto más corto y el gel es tanto más firme y se presta tanto mejor al desuerado cuanto más elevado sea el contenido en fosfato cálcico coloidal de la leche.

### Tamaño de las micelas de caseína

La relación entre el tiempo de coagulación y el tamaño de las micelas ha sido ampliamente demostrada.

Parece ser, en general, que el tiempo de coagulación es más largo cuanto menor es el diámetro medio de las micelas. La causa de esta relación puede encontrarse en la composición de las micelas, sobre todo en sus contenidos en k-caseína y en fosfato cálcico coloidal que son función de sus dimensiones. Además, está comúnmente admitido que el gel obtenido a partir de una leche con micelas de *caseína* grandes es más firme y se presta mejor al desuerado acelerado con trabajo mecánico.

### pH de la leche

Un descenso del pH de la leche, de 6,7 a 6 por ejemplo, disminuye el tiempo de coagulación y conlleva la formación de un gel que se endurece más rápidamente.

Este fenómeno es consecuencia de la influencia del pH a la vez sobre la actividad del cuajo, máxima a pH 5,5, y sobre la estabilidad de las micelas, que decrece con el pH por neutralización de las cargas negativas y liberación de iones  $\text{Ca}^{+2}$ .

Las leches mamíticas deben ser descartadas para la producción de queso pues, además de tener una composición profundamente modificada, tienen un pH elevado, muy próximo a 7. Esto alarga el tiempo de coagulación e incluso puede impedir que ésta se produzca.

Estos factores citados, aun siendo los más importantes, no son los únicos que tienen influencia.

Algunos trabajos demuestran que la composición de las caseínas influye también sobre el tiempo de coagulación y sobre la firmeza del gel, estando ésta particularmente relacionada con la concentración en *caseínas*.

Como es lógico, cualquier circunstancia que influya sobre los factores mencionados lo hará sobre la velocidad de coagulación de la leche y la firmeza del gel formado.

La alimentación tiene su influencia en la aptitud de la leche para ser coagulada por el cuajo. Numerosos queseros han constatado que la leche de vacas que viven en las cimas de montaña coagula mejor que la de las que viven en zonas pantanosas. La transición de la alimentación de invierno al pasto de primavera se acompaña también de variaciones importantes en la composición de la leche y en su aptitud para la coagulación; el paso al pasto se traduce especialmente en un aumento en el contenido en *caseína* y en la dureza del gel. La naturaleza del pasto también puede intervenir; la leche producida a partir de trébol blanco da un gel más cerrado que la producida a partir de raigrás.

Puede también influir la etapa de la lactación. Durante las primeras semanas, la disminución de la concentración de *caseína*, calcio y fósforo inorgánico se traduce en una disminución sensible de la dureza del gel. En general, la coagulación es más rápida y el

coágulo más firme en las leches a mitad de la lactación. Por el contrario, las leches del final de la lactación coagulan más difícilmente y dan lugar a geles blandos. Estas leches poseen, como las leches mamáticas, una fuerte actividad plasmina y contienen proporciones elevadas de g-caseínas y de otros productos de degradación de las caseínas.

## FACTORES POSTERIORES AL ORDEÑO

Sobre la facilidad de la leche para ser coagulada por el cuajo influyen también los tratamientos tecnológicos posteriores al ordeño y previos a la coagulación.

La leche empleada en quesería sufre generalmente un cierto número de manipulaciones impuestas por la necesidad de controlar la calidad de la materia prima, las exigencias de higiene o la preocupación por aumentar los rendimientos. Entre estos tratamientos se encuentran el enfriamiento, el calentamiento y, en determinados casos, la homogeneización y la concentración.

### Enfriamiento y almacenamiento a bajas temperaturas

El enfriamiento y almacenamiento de la leche 2-4°C en la granja es una práctica conveniente y generalizada en los países productores.

En un principio, sólo se tuvieron en cuenta los efectos de tipo bacteriológico del almacenamiento a bajas temperaturas; la preocupación principal era controlar las acciones de la flora microbiana, sobre todo de la flora acidoláctica, antes de la entrada de la leche en la fábrica.

Únicamente cuando aparecieron dificultades en el tratamiento de la leche y alteraciones en la calidad de los productos elaborados se ha comenzado a prestar atención a las consecuencias del enfriamiento y almacenamiento a refrigeración sobre las características físico-químicas de la leche.

El enfriamiento de la leche provoca una solubilización parcial de las caseínas, sobre todo de las b, por disminución de las interacciones hidrofóbicas.

Provoca por otra parte la migración de la plasmina, proteasa alcalina nativa de la leche, hacia el exterior de las micelas; a continuación se produce una activación de esta enzima que puede dar lugar a una cierta hidrólisis de las caseínas b, su sustrato natural. Una consecuencia de esta hidrólisis es el aumento de las caseínas g y de las fracciones 5 y 8 de las proteosas-peptonas que puede traducirse en una disminución del rendimiento quesero.

También son notables los efectos del almacenamiento en frío sobre los equilibrios salinos. El fosfato cálcico es tanto más soluble cuanto más baja es la temperatura. En una leche mantenida a 3-4°C durante 48 horas, los contenidos en fósforo inorgánico y en calcio solubles se incrementan en un 8-10% en relación a los contenidos detectados a 20°C. Estos efectos provocan una modificación de la fase micelar; en particular se

observa una disminución de la dimensión de las micelas debido a la desmineralización, con lo cual la fase coloidal queda más finamente dispersa.

Otra consecuencia del enfriamiento es el incremento del grado de hidratación de las micelas, incremento que puede alcanzar de un 30 a un 40% tras almacenamiento a 3-4°C durante 24-48 horas.

Todas estas modificaciones producidas por el almacenamiento a bajas temperaturas producen trastornos en el comportamiento de la leche frente al cuajo. La dispersión más fina de las micelas, el aumento de su grado de hidratación y el descenso del contenido en fosfato cálcico coloidal provocan dificultades en la coagulación, disminución de la firmeza del gel, friabilidad y una mayor retención de lactosuero en las cuajadas desueradas, retención que provoca un más difícil control de la maduración posterior.

La modificación del comportamiento de las leches enfriadas frente al cuajo ha sido puesta en evidencia en reiteradas ocasiones. Tras un almacenamiento de 48 horas a 3-4°C, el "tiempo de toma" aumenta alrededor del 10%, la firmeza del gel formado se reduce en proporciones comparables y la fragilidad, y en consecuencia la tendencia a disgregarse la cuajada al intervenir factores mecánicos, se aumenta cerca de un 20%. El desuerado de las cuajadas a que dan lugar es más difícil, menos completo, y se observan aumentos en su contenido en agua próximos al 30%.

### Tratamiento térmico

Los tratamientos térmicos de la leche conllevan una disminución del calcio soluble al provocar la migración de los iones  $\text{Ca}^{+2}$  hacia las micelas de *caseína*.

Como consecuencia de ello, en las leches que han sido tratadas térmicamente se observa un aumento del tiempo de coagulación, aumento del tiempo de endurecimiento, disminución de la rigidez final del coágulo y disminución del desuerado espontáneo.

Si el tratamiento térmico ha sido suave (pasterización) el efecto negativo del calentamiento puede revertirse añadiendo a la leche cloruro cálcico en proporciones variables (en torno a 0,2 g/litro de leche) que restituye el  $\text{Ca}^{+2}$  soluble. La reversibilidad de los efectos es muy difícil en el caso de tratamientos térmicos más severos (esterilización) y la leche así tratada se convierte en inservible para la elaboración de queso.

### Concentración

La concentración de la leche trae consigo un aumento del calcio disuelto e iónico que provoca un desplazamiento de fosfato cálcico hacia la fase micelar desde la fase acuosa y, por consiguiente, un aumento de la carga mineral de las micelas y de sus dimensiones. El aumento de la concentración salina en la fase soluble tiene también como consecuencia un descenso sensible del pH y una reducción del grado de hidratación de las micelas.

Estos efectos tienden a disminuir la estabilidad de las micelas que, por otro lado, aumentan su concentración en la leche.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es frecuente observar en las leches concentradas un tiempo de coagulación más corto, una velocidad del endurecimiento más grande y una dureza máxima del gel más elevada.

### Homogeneización

La homogeneización de la leche utilizada en quesería es bastante frecuente en determinadas fabricaciones de quesos frescos. Como consecuencia de esta práctica, la textura de la pasta es más fina, más lisa y más estable.

En la fabricación de quesos madurados, la aplicación de este tratamiento es menos frecuente. La homogeneización en este caso tiene por efecto el favorecer la lipólisis, acelerando con ello el desarrollo del gusto típico de determinados quesos (quesos azules); además confiere a la pasta obtenida a partir de leche de vaca un aspecto más blanco, parecido al de los quesos de cabra y de oveja.

La homogeneización presenta, además, la ventaja de la disminución de las pérdidas de grasa con el suero durante la operación de desuerado.

Sin embargo, los efectos de la homogeneización no se limitan a la fracción grasa de la leche.

## COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE

El último factor que influye en la calidad química de la leche es su composición.

La composición es importante porque influye en el rendimiento quesero (cantidad de queso obtenida a partir de un volumen determinado de leche). Cuanto mayor sea el contenido en grasa y proteína de una leche, mayor será su rendimiento quesero.

La composición de la leche se ve sometida a factores de variación que pueden dividirse en genéticos y no genéticos o ambientales.

## FACTORES GENÉTICOS QUE INCIDEN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

Los factores genéticos que tienen importancia son la especie, la raza y el individuo. La leche de las distintas especies domésticas varía en su composición; la leche de oveja es más rica que la de la cabra y ésta más rica que la de vaca.

Además, dentro de una misma especie hay diferencias con la raza. Las diferencias raciales afectan fundamentalmente a la grasa y, en menor medida, a la proteína y a la

lactosa y cenizas. Dentro de una misma raza hay diferencias individuales que resultan en parte de diferencias genéticas (hereditarias) y en parte de factores ambientales.

El contenido en grasa de la leche es un carácter fuertemente heredable.

La técnica más comúnmente utilizada para determinar el contenido en grasa de la leche es el llamado, método de Gerber que se basa en una prueba química primaria para separar la grasa e histórica. El método de Gerber es el método principal de ensayo en Europa y en gran parte del mundo. Éste, así como los demás métodos volumétricos presentan un carácter un tanto cuanto empírico ya que varios factores afectan la gravedad específica de la grasa separada, variaciones propias de la grasa, ácidos grasos presentes, solubilidad de la grasa en los disolventes, etc. Con estos métodos volumétricos la muestra se sitúa en un recipiente medidor llamado butirómetro, de dimensiones estandarizadas y se descompone utilizando ácidos (ácido sulfúrico concentrado entre el 90 y el 91% de masa y densidad) o álcalis (alcohol amílico) de manera que la grasa es liberada, esta se separa por métodos mecánicos (centrifuga) y se colecta en el cuello calibrado donde se lee directamente el contenido en grasa expresado en gramos/100 g de muestra. Solamente se distribuye la muestra en un butirómetro y se la agrega un disolvente que sea acido para que se realice una reacción exotérmica y así liberar los ácidos grasos presentes con ayuda de centrifuga y llevar el conteo.



Ilustración 7. Butirómetro

### FACTORES NO GENÉTICOS O AMBIENTALES QUE INCIDEN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

Entre los factores no genéticos o ambientales que influyen en la composición química de la leche se encuentran la alimentación del animal, la época del año, la etapa de la lactación, la edad del animal, las infecciones de la mama y la temperatura.

## Alimentación

Los factores relacionados con la alimentación del ganado lechero que inciden sobre la composición de la leche son numerosos. Tradicionalmente se distingue el nivel de aporte alimentario por una parte y la composición de la ración por otra.

### Nivel de aporte alimentario

La subalimentación de las vacas, aplicada durante periodos cortos de tiempo (de algunos días a algunas semanas), provoca un incremento del contenido en grasa de la leche tanto más importante cuanto más fuerte y brusca sea la subalimentación. A medida que la subalimentación persistía, el incremento del contenido en grasa en relación a su valor normal disminuía.

El contenido proteico de la leche varía en el mismo sentido que los aportes energéticos.

La cantidad de leche producida es lo que más rápido disminuye tras una disminución de los aportes alimentarios, de tal manera que las cantidades de materia grasa y, sobre todo de proteína, producidas disminuye inmediatamente.

El descenso de la cantidad total de leche producida como consecuencia de una subalimentación es menos pronunciado cuanto más próxima al comienzo de la lactación sea la subalimentación (si la subalimentación se produce al final de la lactación, el descenso de la producción de leche es más acusado).

Se ha comprobado también que la cantidad y calidad de la leche producida tienen un techo genético.

Las vacas sobrealimentadas no producen ni más ni mejor leche que las que reciben una dieta suficiente, consiguiendo con la sobrealimentación únicamente un engorde del animal (aumento de los depósitos corporales).

### Época del año

La composición de la leche varía a lo largo del año. El contenido en grasa, componente que más varía, pasa por un mínimo en los meses de Junio-Julio y por un máximo al final del otoño. El contenido en proteínas presenta, generalmente, dos niveles mínimos: al final del invierno y en medio del verano. Los contenidos en cenizas y lactosa son más estables a lo largo del año.

Esta evolución de los contenidos en grasa y proteína resulta de la interacción de numerosos factores como el momento de la lactación, la alimentación y factores climáticos y estacionales.

Parece ser que es la evolución de la duración de los días y de las noches la que permite explicar las modificaciones composicionales a lo largo del año.

### Momento de la lactación

Los contenidos de la leche en grasa y en proteína evolucionan de modo inverso a la cantidad de leche producida. Son elevados en el primer momento de la lactación (2-3 primeros ordeños) y disminuyen de manera rápida para llegar a ser generalmente mínimos al segundo-tercer mes de lactación.

La proporción de caseínas en las proteínas o en las sustancias nitrogenadas totales (N x 6,38) es de alrededor del 80% y puede considerarse constante a lo largo de toda la lactación.

Los contenidos en calcio y en fósforo de la leche de los primeros ordeños son hacia 2 veces más elevados que los de la leche media, disminuyen rápidamente durante las primeras semanas y varían poco en lo sucesivo, tendiendo sin embargo a incrementarse durante las semanas que proceden al secado.

### Edad de la hembra lechera

De la mayoría de los trabajos de investigación y artículos de revisión publicados que abordan este efecto se desprende que el envejecimiento de las vacas provoca un empobrecimiento de la leche que producen.

Se ha comprobado que, a medida que el animal envejece, se produce un ligero descenso en el contenido en grasa de la leche producida.

### Infecciones de la mama

Las infecciones de la mama (mamitis) tienen un efecto importantísimo sobre la composición de la leche. Perturban profundamente su funcionamiento. Estos procesos patológicos se traducen, en la glándula mamaria, en diferentes lesiones y modificaciones de los tejidos. Las consecuencias de estas lesiones sobre el funcionamiento de la glándula mamaria se pueden resumir en un descenso de la capacidad de síntesis de la glándula y un aumento en la leche de los componentes directamente filtrados de la sangre; la leche pasa a comportarse menos como un tejido vivo y más como un mero filtro inerte.

Por lo que respecta al contenido proteico, en la leche mamítica desciende el contenido en caseínas (proteínas sintetizadas en la mama), descenso que se compensa con el incremento del contenido en proteínas solubles (filtradas de la sangre). La proporción de

caseínas sobre las sustancias proteicas totales desciende drásticamente en las leches mamíticas.

Con frecuencia, el contenido en materia grasa de la leche mamítica es más bajo que en la leche normal y la composición en materia grasa también se ve modificada en los procesos mamíticos.

Finalmente, entre los componentes mayoritarios de la leche, la lactosa es el que se ve más afectado por las infecciones mamarias, descendiendo drásticamente en las leches mamíticas.

Las profundas modificaciones de la composición química de las leches mamíticas se traducen en modificaciones de sus propiedades tecnológicas. En las leches mamíticas, la aptitud para ser coaguladas por el cuajo disminuye, la multiplicación de las bacterias lácticas es más dificultosa generándose una menor cantidad de ácido láctico; el rendimiento quesero es más bajo y las pérdidas de grasa con el suero aumentan.

También se han descrito con frecuencia en los quesos elaborados con leches mamíticas defectos de textura y de cualidades organolépticas, a causa de la hidrólisis acelerada de las proteínas y grasas de la cuajada.

### Temperatura

Se ha comentado ya con anterioridad que al variar la temperatura entre 0 y 25-30°C no varía significativamente ni la cantidad de leche producida ni su composición. Por encima de 25-30°C y hasta 40-45°C, disminuye la cantidad de leche producida, aumenta su contenido en grasa y cenizas y disminuye su contenido en proteína y lactosa. Por debajo de 0°C, y hasta aproximadamente -15°C, cuanto más baja sea la temperatura, más alto es el contenido en grasa y proteína, no viéndose afectadas ni la lactosa ni las proteínas.

## ELABORACION DEL QUESO

El queso es la forma más antigua de conservar los principales elementos nutricionales (proteína, minerales, grasa, calcio, fósforo y vitaminas) de la leche. Es una conserva obtenida por la coagulación de la leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada como vimos anteriormente.

Los errores más frecuentes que se cometen y que se tratan con el fin de corregirlos para obtener quesos de elevada calidad son:

- Selección inadecuada de la leche, recordamos que es la materia prima principal para la elaboración de quesos.
- Descuido de la higiene, tanto en la manipulación, como en la preparación.
- Falta de uniformidad en el proceso.
- Uso inadecuado de equipos, utensilios e insumos.
- Falta de limpieza del ambiente y el personal.

- Condiciones inadecuadas de almacenamiento y conservación.

El queso es un producto que tiene muchas variantes para su fabricación. En dependencia del contenido de humedad, puede ser duro, semiduro y blando; varían por su estructura (textura, cuerpo), sabor y apariencia como consecuencia de la técnica en su elaboración.

Las etapas para la elaboración del queso son las siguientes, y se cumplen para todas las clases de quesos. Estas etapas pueden variar en factores como el tiempo o el número de veces de acuerdo al tipo de queso que se quiera obtener, pero generalmente forman un conjunto de etapas básicas.

Se realizan una serie de operaciones preliminares como la recepción, filtrado y pasteurizado de la leche que han de realizarse independientemente del tipo de queso que se quiera obtener. Las etapas que se siguen son:

- **Recepción**  
Tras recibir la leche se realizara una evaluación organoléptica y una serie de pruebas de calidad de la misma. El empresario las realizará para garantizar una leche de calidad suprema y que sea apta para el procesamiento.
- **Filtrado**  
La leche se hace pasar a través de una tela que actúa como filtro con objeto de eliminar los objetos de mayor tamaño (pelos, polvo y otras suciedades). Para el caso en que la leche presente microorganismos que pasen a través del medio filtrante, pudiendo modificar la calidad del queso o causar enfermedades al consumidor, se realiza una *pasteurización*.
- **Pasteurizado**  
Con ello destruimos los microorganismos patógenos, mediante la aplicación de calor a una temperatura determinada y específica sin alterar los componentes de la leche. Para que la *pasteurización* sea eficiente es importante mantener un estricto control del tiempo y la temperatura indicada para cada tipo. Una vez transcurrido el tiempo de *pasteurización*, la leche se debe enfriar lo más rápido posible. Es necesario enfriarla haciendo circular agua fría por la doble pared de la tina, en el caso que se cuente con este equipo. Si no se dispone de una tina del tipo indicado, se puede recurrir a enfriar colocando el recipiente con la leche caliente dentro de una tina con agua fría. El hecho que la leche sea pasteurizada no garantiza que ésta no pueda contaminarse posteriormente.
- **Descremado**  
Es el proceso de reducción de los niveles de grasa de la leche, la magnitud del descremado depende del tipo de queso a producir y de la característica que cada empresa desea darle a su producto.
- **Coagulación**  
Se aplica un agente fermentador (cuajo) para separar la *caseína* (principal proteína de la leche) del suero.  
En el comercio, existe cuajo líquido, en pastillas o en polvo y con diferente fuerza o poder de cuajado, por tanto el fabricante especifica la cantidad de cuajo que se deberá agregar según la cantidad de leche a cuajar.  
Después de agregar el cuajo, se deja reposar entre 30 – 45 minutos y se debe mantener la temperatura entre 32 – 35 °C, ya que si, durante la coagulación, la

leche y la cuajada en formación se enfrían, los granos resultan de tamaño irregular y la humedad no será uniforme.

Se debe tener cuidado con la cantidad de cuajo a utilizar, ya que puede modificar la textura, olor, color y sabor.

Para mejorar la coagulación se puede añadir Cloruro de Calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) antes de agregar el cuajo. Hay varias causas que originan que la leche a procesar tenga baja cantidad de Calcio, ocasionando una coagulación y una cuajada débil, lo que conlleva a tener rendimientos malos. Por esta razón, debe añadirse Cloruro de Calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a la leche pasteurizada para la elaboración de queso (máximo 0,2 gramos (g) por litro de leche), ya que precipita el Calcio libre de la leche. Igualmente la leche pierde Calcio desde el ordeño de manera natural por lo que la leche guardada debe reforzarse con Cloruro de Calcio.

- Quebrado de la cuajada  
Esta operación comprende dos etapas: el corte y el batido de la cuajada.

El corte de la cuajada se realiza con una lira o con un cuchillo de hoja larga, con la finalidad de liberar el suero y obtener los granos de cuajada. El corte de cuajada debe ser hecho con mucha delicadeza, pues de otro modo habrá muchas pérdidas, disminuyendo el rendimiento del queso y el suero.

Después del corte de la cuajada, el grano empieza a presentar cada vez más la tendencia a sumergirse en el suero. Si enseguida del corte se deja reposar el grano durante un largo tiempo en el fondo de la tina, aquél se adhiere y vuelve a formar una masa blanda y compacta.

En la práctica, una vez cortada la



Ilustración 8. Elaboración del queso

cuajada se deja reposar durante 5 minutos. Al término de este tiempo se apreciará que el grano empieza a soltar el suero.

Para conservar el grano definido y evitar que se apelmace formando grumos y se pierda el ritmo del desuerado, es necesario mantener el grano en constante movimiento por medio del batido.

El batido tiene como finalidad darle consistencia al grano de cuajada, se realiza de forma suave para no pulverizar la cuajada y conforme avanza el batido se le aplica más fuerza, el grano disminuye de volumen y se torna más consistente, por la pérdida del suero.

- **Desuerado**

Esta operación contempla la eliminación total o parcial del suero de acuerdo al tipo de queso que se esté elaborando.

Al finalizar la agitación, se deja algunos momentos en reposo. Los granos de cuajada se depositan en el fondo de la tina mientras que el suero quedará en la parte superior. De esta manera será posible extraer el suero sin dificultad.

En caso que el recipiente en donde se encuentra la cuajada no posee una salida para el suero, se puede separar con ayuda de un colador.

- **Salado**

Terminada la etapa de desuerado se inicia el salado, que favorece a la producción de ácido láctico, realza el aroma y contribuye a la preservación del queso y a su curación.

Previo a realizar el salado mismo, es necesario triturar la cuajada seca. La trituración se realiza en forma manual, procurando que queden trozos de cuajada de tamaño similar con el fin que la penetración de la sal sea homogénea.

La cantidad de sal que se agrega es aproximadamente el 0,3 % en relación a la cantidad de leche que se está trabajando.

- **Prensado**

Para iniciar el prensado la cuajada es colocada dentro de moldes. El objetivo del prensado es eliminar algo más de suero, unir el grano haciendo la masa más compacta y dar definitivamente el formato deseado.

El tipo de queso determina la intensidad y la duración del prensado. Algunos quesos no reciben presión alguna y únicamente los moldes llenos se les dan vuelta con frecuencia, para que el propio peso de la cuajada vaya logrando la compactación necesaria.

- **Empacado y almacenado**

El queso debe ser empacado en envases o bolsas que no dañen su calidad ni afecten la *inocuidad*, y que además preserven sus propiedades organolépticas.

El producto terminado debe ser almacenado bajo refrigeración para evitar acidificación y sobremaduración.

Generalmente se siguen todas estas etapas para la elaboración del queso, teniendo especial cuidado e evitando la contaminación en cada una de las etapas para así llegar a obtener como producto final un queso de calidad extrema.

## 17. CONCLUSIONES

La existencia de un sistema de control que inspecciona los movimientos de la *leche cruda*, y de su calidad, es fundamental para garantizar la seguridad de los productos elaborados, como el queso, con esta materia prima, la leche.

La coordinación entre los diferentes agentes involucrados debe estar sistematizada, y deben existir mecanismos de supervisión independientes que aseguren el correcto funcionamiento de todo el sistema.

Además, la información recogida por el sistema puede ser valorizada, de modo que sea posible aportar al producto alguna característica diferenciadora, que pueda ser apreciada por el consumidor.

La posible pérdida de calidad de la leche fresca, se puede observar en la alteración de factores como son el pH, caracteres organolépticos, cantidad de células y gérmenes, debida a la presencia de sustancias extrañas, antibióticos, pesticidas, metales pesados...pero para ello existen técnicas especializadas en el análisis de todos estos factores con el fin de llegar a obtener leche de excelente calidad.

Por otro lado, y para conseguir quesos de buena calidad, es necesario que la materia prima principal, sea apta también. Los procesos a seguir para la producción de queso hay que hacerles cuidadosamente para en todo momento evitar la contaminación en el proceso.

Por tanto y para concluir, para obtener derivados lácteos saludables es necesario que tanto la materia prima principal como durante todo el proceso productivo no existan alteraciones de los mismos. Para obtener derivados lácteos de gran calidad es necesario que la materia prima también lo sea. Todo esto vigilado bajo una serie de controles realizados por personal especializado.



## 18. BIBLIOGRAFÍA

Nacional, P., La, D. E. C. D. E., & Alimentaria, C. (2015). De Control Oficial De Las Condiciones Higiénico-Sanitarias Leche Cruda Vaca, Oveja Y Cabra.

ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal Lácteo. Calidad y evaluación. Actualizada: 2018. [Fecha de consulta: Abril 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/>

GARNICA García, M.Luisa. Dpto. Producción Animal. Universidad de León. .“Seguridad Alimentaria. Mecanismos de Control” Colegio de Veterinarios de Zamora. Septiembre 2012. [Fecha de consulta: Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/morphaeus/el-control-en-la-industria-lctea>

La Universidad del Zulia, 'Introducción Al Control de Calidad de La Leche Cruda', 2003, 24

Manuel Pedro Gouveia Fernandez. Control de calidad e la leche fresca. Actualizada: 5 de Septiembre de 2015. [Fecha de consulta: Junio 2018]. Disponible en: <https://mpgfer.blogspot.com/2015/09/control-calidad-leche-fresca.html>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [Fecha de consulta: Marzo 2018]. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animal/letra-q/>

Alfonso, Ing, and Pérez Quintáns, 'Trazabilidad y Control de Calidad de La Leche: Experiencia de Su Aplicación En El Sector Lácteo Español.', 2002, 1-10

Tornadijo, M. E., A. I. Marra, M. C. García Fontán, B. Prieto, and J. Carballo, 'La Calidad De La Leche Destinada a La Fabricación De Queso: Calidad Química Milk Quality for Cheese Production: Chemical Quality a Calidade Da Leite Destinada Á Fabricación De Queixo: Calidade Química', *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2 (1998), 79-91  
<<https://doi.org/10.1080/11358129809487586>>

Actualidad ganadera. Actualizada: 22 de Enero de 2016. [Fecha de consulta: 14 de Junio de 2018]. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/biomont/articulos/Residuos-de-antibioticos-en-leche-respetando-al-consumidor.html>

Moreno, C., 'Proceso De Elaboración Del Queso', 2012 <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/06/elaboracion-del-queso.pdf>

Antonia, Ma, 'Análisis de Residuos de Plaguicidas Organoclorados y Organofosforados En Leche Cruda Por CG-MS', 2015, 60-69.

Pinzon Choque, Carlos Giovanni, 'Determinación de Los Niveles de Plomo y Cadmio En Leche Procesada En La Ciudad de Bogotá D.C.', 2015, 143  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/47779/>

Métodos de determinación de grasa en alimentos (Junio/2018). Lugar de publicación: Monografías. <https://www.monografias.com/docs/Metodos-para-determinacion-de-grasa-en-alimentos-PKSH8GPC8GNZ>.

García, Eva, Isabel Fernández, and Ana Fuentes, 'Determinación Del Contenido En Grasa de La Leche Por El Método Gerber', *Universitat Politècnica de València*, 2013, 4 <[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30627/Grasa leche- 2013.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30627/Grasa%20leche-2013.pdf)>

## 19. LISTADO DE ANEXOS

### ANEXO 1: ABREVIATURAS

- AC. Autoridad competente.
- AESAN. Agencia española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
- AICA. Agencia de Información y Control Alimentarios.
- APPCC. Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.
- BRC. British Retail Consortium.
- CA. Comunidad Autónoma.
- CCAA. Comunidades Autónomas.
- CG –MS. Detector de espectrometría de masas.
- DGSPA. Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria.
- g. Gramos
- HPLC. High Performance Liquid Chromatography.
- IFS. International Food Standard.
- ISO. International Organization for Standardization.
- Letra Q. Base de datos Letra Q: Leche, Trazabilidad y Calidad.
- LNR. Laboratorio Nacional de Referencia.
- MAGRAMA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- mL. Mililitros
- O. Leche de Oveja y Cabra.
- PABA. Para dimetil-amino-benzaldehido.
- PNT. Procedimiento Normalizado de Trabajo.
- POC. Plaguicidas organoclorados.
- POP. Plaguicidas organofosforados.
- RCG. Recuento de colonias de gérmenes.
- RCS. Recuento de células somáticas.
- RD. Real Decreto.
- REGA. Registro General de Explotaciones Ganaderas.

- SGGSHAT. Subdirección General de Sanidad e Higiene Animal y Trazabilidad.
- T. Trazabilidad.
- TRAGSA. Empresa de Transformación Agraria, Sociedad Anónima.
- V. Leche de vaca.
- °C. Grados centígrados.
- °Q. Grados Quevenne.
- °NBU. Grados de la junta de la salud Pública de New York.
- °F. Grados Fahrenheit

## ANEXO 2: DEFINICIONES DESTACADAS

- **Acidez titulable:** es la forma de expresar la acidez. La acidez titulable es un porcentaje de peso de los ácidos contenidos en el producto.
- **Bacterias:** son organismos que solo se pueden observar al microscopio.
- **Bureta:** tubo de vidrio graduado, largo, abierto por el extremo superior y cerrado con una llave por el extremo inferior, que se usa en el laboratorio para medir líquidos.
- **Cadena alimentaria:** es el conjunto de todas las etapas por las que pasa un alimento hasta que llega a la mesa del consumidor.
- **Caseína:** es una proteína presente en la leche y en algunos de sus derivados (productos fermentados como el yogur o el queso).
- **Centro lácteo:** centros de recogida, transformación y operación. Entendemos por ellos INDUSTRIA LÁCTEA.
- **Fenolftaleína:** es un indicador de pH que en soluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de bases se torna rosa o violeta.
- **Inocuidad:** es la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.
- **Laboratorio de análisis:** el registrado por el órgano competente para el análisis de muestras de leche.
- **Leche cruda:** la leche producida por la secreción de la glándula mamaria de animales de abasto que no haya sido calentada a una temperatura superior a 40°C ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente.
- **Pasteurización:** proceso por el cual es posible destruir los microorganismos patógenos, es decir, aquellos que causan enfermedades al hombre, mediante la aplicación de calor a temperaturas suficientes para aniquilar sólo este tipo de microorganismos, pero sin alterar los componentes de la leche. Pasteurizar no es lo mismo que hervir.
  - Si la leche se hierve:
    - Se altera la estructura de la proteína, ya que la leche alcanza la ebullición y es expuesta a temperaturas muy altas.
    - Ya no se puede sacar quesillo.
    - La leche tendrá menos calcio.
    - La leche disminuirá en su contenido vitamínico.
- **Riboflavina o vitamina B<sub>2</sub>:** llamada así en primera instancia, contenía sin duda una mezcla de factores promotores del desarrollo, uno de los cuales fue aislado y resultó ser un pigmento amarillo, al que desde 1935 se le denominó riboflavina.
- **Productos lácteos:** los productos transformados como resultado de la transformación de la *leche cruda*, o de la transformación subsiguiente de tales productos transformados.
- **Punto crioscópico:** Se conoce como descenso crioscópico o depresión del punto de fusión a la disminución de la temperatura del punto de congelación que experimenta una disolución respecto a la del disolvente puro. Se utiliza para la determinación de la adulteración de la leche con agua.
- **Sinéresis,** en química, es la separación de las fases que componen una suspensión o mezcla. Es la extracción o expulsión de un líquido de un gel, por lo

que el gel pasa de ser una sustancia homogénea a una segregación de componentes sólidos separados y contenidos en la fase líquida. (página 59)