

HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 14/83 HD

LA CALIDAD HIGIENICA DE LA LECHE

PEDRO CASADO CIMIANO

Dr. Químico

JUAN A. GARCIA ALVAREZ

Veterinario



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

LA CALIDAD HIGIENICA DE LA LECHE

Las cualidades nutritivas de la leche y sus derivados la sitúan entre los alimentos básicos por excelencia, pero desde su secreción en el interior de la ubre hasta su llegada al consumidor, camino que es más o menos largo según los casos, se ve sometida a un elevado número de riesgos, tales como desarrollo incontrolado de microorganismos, contaminación por gérmenes causantes de infecciones patógenas en las vacas productoras, absorción de olores extraños, producción de malos sabores, presencia de sustancias químicas extrañas y contaminación por suciedad; todo ello puede afectar de forma negativa a la calidad higiénica del producto.

La calidad higiénica de la leche hay que considerarla bajo tres aspectos diferentes:

- Higiene química.
- Higiene microbiana.
- Higiene estética.

HIGIENE QUIMICA

Consiste en prevenir la contaminación por cualquier tipo de sustancia química extraña y evitar todo fenómeno de lipolisis y preteolisis.

El progreso de la agricultura y de la ganadería hace indispensable el empleo de determinados productos para incrementar los rendimientos de las cosechas y las producciones animales, pero el abuso o el mal uso de los mismos puede dar lugar a contaminaciones de la leche. Otras veces, esta contaminación se debe al empleo de productos y materiales inadecuados en la obtención, transporte o manipulación del

producto, así como a la incorporación de aditivos destinados a prolongar el tiempo de conservación o almacenamiento o a favorecer su comercialización.

Para evitar todas estas contaminaciones los productores y transformadores, que son los responsables de la calidad de la leche, deben velar por la obtención y presentación de un producto químicamente irreprochable.

Las deficiencias, en lo que se refiere a la higiene química, pueden influir notoriamente sobre las propiedades físico-químicas de la leche, principalmente en el caso de procesos industriales basados en la actividad bacteriana tales como fabricación de queso, elaboración de yogures y maduración de la crema, pero también pueden incidir sobre la salud pública.

Las leches no aptas para la fermentación e impropias para el consumo son causa de pérdidas considerables para la industria lechera y también, de forma directa o indirecta, para los ganaderos.

Fig. 1.—Las necesidades crecientes de la agricultura y ganadería hacen indispensable el empleo de determinados productos para incrementar los rendimientos de las cosechas.





Fig. 2.—La contaminación puede ser indirecta, proveniente del medio ambiente o de la alimentación de la vaca al consumir forrajes o productos contaminantes.

Las sustancias químicas que contaminan la leche proceden a veces del medio ambiente o de los alimentos que consumen las vacas, tales como forrajes o concentrados que contienen insecticidas u otros pesticidas, pero también pueden provenir de los medicamentos empleados en los tratamientos realizados para luchar contra enfermedades infecciosas o parasitarias cuando no se respetan los márgenes de seguridad adecuados.

Las sustancias químicas que pueden contaminar la leche son, principalmente, las siguientes:

- Metales y plásticos.
- Detergentes y desinfectantes.
- Pesticidas y fertilizantes.
- Micotoxinas.
- Antibióticos y quimioterápicos.
- Residuos radiactivos.

Metales y plásticos

La contaminación por metales se puede producir esencialmente por el equipo utilizado en la explotación ganadera o en la central lechera durante las manipulaciones, el transporte y el acondicionamiento de los productos lácteos. Este equipo es el responsable de la presencia de hierro, cobre o sus aleaciones, que favorecen la oxidación de la leche, y de otros metales que, como el zinc y el plomo, no deben encontrarse en la leche por razones de salud pública.

Por su parte, los plásticos, que en muchas ocasiones forman parte de las tuberías o envases destinados a la conducción y manejo de la leche, están considerados como atóxicos, pero la materia prima de que están hechos puede contener pequeñas moléculas, plastificantes, estabilizantes y otros aditivos que no son inertes y por su solubilidad en agua y ma-

Fig. 3.—Los detergentes y desinfectantes, cuya utilización es imprescindible en la limpieza y desinfección del material, pueden ser motivo, si se manejan mal, de contaminación de la leche.



terias grasas pueden pasar a la leche. Para evitar esta posible contaminación es necesario conocer las sustancias y combinaciones utilizables en los plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos.

Detergentes y desinfectantes

Los detergentes y desinfectantes se utilizan en la limpieza y desinfección del material que se pone en contacto con la leche. Su uso está más que justificado, ya que el agua por sí sola es incapaz de arrastrar los restos de materia orgánica y destruir las bacterias que contaminan las instalaciones y pasan a la leche. Todos los equipos deben limpiarse y desinfectarse cada vez que se usan, porque en el equipo de ordeño quedan residuos de leche que al secarse forman una película integrada por grasas, proteínas, azúcares y materias minerales principalmente.

Como consecuencia de la compleja composición de la leche ningún producto químico aislado, disuelto en el agua, es capaz de eliminar estos residuos lácteos, porque para hacerlo es necesario emulsionar las grasas, disolver la proteína, mantener la suciedad en suspensión, ablandar el agua y evitar la reacumulación durante el aclarado; hay que recurrir, por tanto, a detergentes formados por la mezcla de los siguientes ingredientes: álcalis inorgánicos (carbonato, bicarbonato, hidróxido, fosfatos o silicatos de sodio), agentes activos en superficie (mojantes aniónicos), agentes secuestrantes ablandadores del agua (polifosfatos, EDTA) y ácidos (fosfórico, nítrico y sulfúrico).

También resulta imprescindible el uso de desinfectantes químicos en las explotaciones lecheras, porque los agentes físicos, como el calor o el vapor, están totalmente en desuso. La acción de tales sustancias va siempre encaminada al control de los microorganismos que pueden contaminar la leche. Dentro de los productos más empleados están el hipoclorito sódico, el hipoclorito cálcico, la cloramina, el formol, el agua oxigenada, el amonio cuaternario o los iodóforos, entre otros.

En la práctica se pueden formular productos combinados detergente-desinfectante que facilitan enormemente el trabajo.

En el exterior de la máquina se acumula también suciedad del medio ambiente, partículas de estiércol, cama o polvo; por esto la limpieza interior y exterior de los útiles de ordeño es la parte más importante del proceso y si no se realiza bien es poco probable la efectividad de los desinfectantes químicos.

El manejo defectuoso o inadecuado de los detergentes y desinfectantes puede dar lugar a alteraciones de la leche o hacer que se contamine con ellos y resulte perjudicial para la salud pública; por ello, en algunos países existe una lista de estos agentes químicos clasificados de acuerdo con el tipo que, además, proporciona la concentración de uso aprobada.

Todo el utillaje debe ser cuidadosamente aclarado después de la limpieza y desinfección; no deben adicionarse jamás intencionada o circunstancialmente antisépticos u oxidantes.

Pesticidas y fertilizantes

Dentro de los pesticidas y fertilizantes se incluyen un gran número de compuestos químicos destinados tanto al incremento de las cosechas como a favorecer la conservación de las mismas. Los alimentos tratados con pesticidas no pueden suministrarse a los animales sin que haya transcurrido el plazo de seguridad necesario desde que se hizo el último tratamiento. Por su parte, los insecticidas deben ser utilizados en el establo poniendo todas las precauciones necesarias para que el animal no los absorba.

Muchos de estos productos se eliminan del organismo de los animales incorporados a la grasa de la leche, lo que, además de alterar su sabor, puede originar problemas de salud pública, ya que la ingestión de estas sustancias químicas durante largos períodos de tiempo, aunque se encuentren en concentraciones muy bajas en la leche o en sus derivados, da lugar a intoxicaciones crónicas.

Alimentos enmohecidos

Las micotoxinas son sustancias tóxicas producidas por hongos. Las que se encuentran en la leche proceden de alimentos contaminados por mohos, especialmente por *Aspergillus flavus*, y son también nocivas para la salud.

Medicamentos

Los antibióticos y otros fármacos que son empleados en el tratamiento y prevención de enfermedades infecciosas y parasitarias, pueden ser eliminados por la leche dando lugar a su contaminación.

En los últimos veinte años el empleo de antibióticos, ha sido de gran utilidad para los productores de leche, pero también ha dado lugar a la aparición de problemas como la presencia de gérmenes patógenos resistentes, la contaminación de la leche, principalmente cuando se utilizan para combatir la mastitis por vía mamaria, la aparición de alergias medicamentosas y la presentación de trastornos intestinales en los consumidores o la interferencia de los procesos de fermentación en la elaboración de determinados productos derivados de la leche. Los antibióticos pueden ser excretados por la leche durante varios días después de haberse aplicado, sobre todo, cuando se trata de productos de acción prolongada empleados para el tratamiento de la mastitis en el período de secado de los animales; su acción, en este caso, dura varias semanas, por lo que nunca deben ser empleados en fechas próximas al parto. Para evitar estos peligros hay que retirar la leche de la venta durante el período de excreción, que es variable según el tipo de antibiótico y su presentación. Los cuatro primeros días que siguen al tratamiento de la ubre son especialmente peligrosos a este respecto, aunque conviene aclarar que el paso de producto de un cuartérón tratado a otro no tratado es insignificante. Cuando el animal ha sido tratado por vía bucal, los niveles alcanzados en la leche son variables; así, la penicilina es menos peligrosa



Fig. 4.—La contaminación radiactiva de los pastos es también motivo de preocupación, especialmente después de la realización de experiencias nucleares.

que la aureomicina y la terramicina no ha sido detectada. Los tratamientos intramusculares o intraperitoneales son peligrosos, pero siempre mucho menos nefastos para la leche que el tratamiento directo en la ubre.

En la determinación de la calidad de la leche, por lo que respecta a su contenido en antibióticos, cada vez se considera más interesante el realizar pruebas de fermentación para detectar sustancias que inhiben la acción de los fermentos lácticos; en todo caso, tales pruebas deben constituir sólo un complemento de los análisis necesarios para detectar la presencia de detergentes, desinfectantes y pesticidas.

Contaminación radiactiva

La contaminación radiactiva es otro de los problemas que preocupa en la actualidad; aunque los residuos producidos por el uso específico de la energía nuclear sólo ocasionan problemas en raras ocasiones, es necesario prestar atención a las experiencias nucleares.

Lipolisis y proteolisis

Las contaminaciones indicadas anteriormente afectan a la calidad de la leche en lo que se refiere a su composición química, pero ésta puede estar alterada también por procesos de lipolisis o hidrólisis enzimáticas de los glicéridos neutros de las grasas que originan la liberación de alcohol y de ácidos grasos libres, y por fenómenos de proteolisis o de degradación de las proteínas. Ambos procesos conducen tanto a una pérdida del valor nutritivo de la leche como a la presencia de olores y sabores anormales. En la aparición de estos procesos tienen una gran participación el desarrollo de microorganismos capaces de vivir y actuar a temperaturas inferiores a 10° C y algunos tratamientos mecánicos como la mezcla de leche con aire, la formación de espuma y la agitación brusca.

HIGIENE MICROBIANA

Consiste en mantener dentro de límites razonables la población microbiana de la leche, tanto en cantidad como en la naturaleza de las especies existentes.

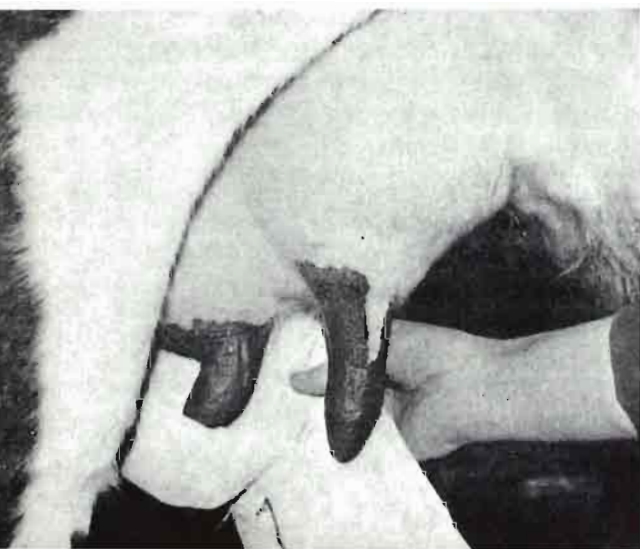


Fig. 5.—La leche puede ser vehículo de transmisión de enfermedades, siendo las vacas enfermas o los ordeñadores y personas que la manipulan la fuente de contaminación más importante.

Fig. 6.—Otras veces la contaminación se produce por falta de higiene, poca limpieza de las vacas, del medio ambiente, de los sistemas de ordeño, etc.



Se puede considerar que la leche cruda es de alta calidad microbiológica cuando:

- a) No hay en ella microorganismos patógenos.
- b) El número de microorganismos banales que se encuentra es limitado.
- c) No contiene tampoco gérmenes capaces de producir cambios bioquímicos indeseables en la leche o sus derivados.
- d) Se puede conservar durante un período de tiempo limitado.
- e) Puede ser utilizada en la elaboración de productos lácteos.

1. Importancia de la calidad microbiana de la leche

Hay que considerarla bajo tres puntos de vista diferentes:

- Sanitario.
- Tecnológico.
- Económico.

Importancia sanitaria

Radica en que la leche puede ser el vehículo de transmisión de enfermedades para el hombre, causadas por los microorganismos patógenos o sus toxinas, siendo las vacas enfermas o los ordeñadores y personas que manipulan la leche la

fuelle de contaminación más importante. Otras veces, esta contaminación se debe a falta de higiene en el establo, poca limpieza de las vacas, medio ambiente sucio y mal ventilado, o inadecuada limpieza y desinfección de la ordeñadora y del tanque refrigerante de leche.

Entre los gérmenes patógenos que se pueden encontrar en la leche hay que citar los siguientes:

Bacillus cereus, que es capaz de producir toxi-infecciones alimenticias y forma esporas resistentes al calor.

Clostridium perfringens. Germen que es muy abundante en el suelo y heces, y cuya ingestión por niños da lugar a síntomas febriles y a trastornos intestinales, al mismo tiempo que es un grave problema en la industria del queso.

Escherichia coli. Enteropatógeno muy frecuente en la leche cruda que proviene de vacas que padecen mastitis o que han estado sometidas a contaminación ambiental. Puede producir gastroenteritis en el hombre.

Salmonella sp. Diversas especies de salmonelas (*S. typhimurium*, *S. dublin*, *S. agona*, *S. enteritidis*, etc.), se encuentran con frecuencia en los alimentos humanos. La leche es en la actualidad uno de los más contaminados por estos gérmenes, que dan lugar en las personas a los típicos síntomas de gastroenteritis.

Listeria monocytogenes. Puede proceder de vacas con mastitis, siendo escretada durante varios meses con la leche, aunque también puede encontrarse en suelo, agua y otros animales, desde donde pasa a la leche contaminándola; es capaz de multiplicarse a 5° C; en el hombre puede ocasionar meningo-encefalitis.

Pseudomonas aeruginosa. Se encuentra muy extendida por el medio ambiente, pudiendo producir en ocasiones mastitis. Su resistencia al calor es muy pequeña y tiene gran interés desde el punto de vista sanitario por su resistencia a antibióticos y desinfectantes.

Staphylococcus aureus. Se trata de un germen de gran importancia por ser el causante de mastitis clínicas y subclínicas. Es productor de toxinas resistentes al calor; su crecimiento se ve muy afectado por las bajas temperaturas.

Fig. 7.—Desde el punto de vista tecnológico es necesario que la leche llegue a la industria en condiciones higiénicas adecuadas para la elaboración de productos y derivados lácteos.



Streptococcus agalactiae. Germen típico de la glándula mamaria capaz de producir graves enfermedades en los recién nacidos.

Mycobacterium bovis. Es el productor de la tuberculosis. Esta enfermedad tiene hoy, junto con la brucelosis, un tratamiento especial de erradicación a través de las campañas de saneamiento que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación está llevando a cabo.

Brucella abortus. Es la causa de innumerables abortos en el ganado vacuno; los animales enfermos la eliminan con la leche durante largos períodos de tiempo; las brucelas son muy sensibles a las temperaturas altas y a los antisépticos. En el hombre ocasionan una enfermedad febril, aguda o crónica, que puede causar lesiones irreversibles en determinadas partes del cuerpo.

Actualmente se ha comprobado también que la leche puede actuar de forma pasiva como vehículo de partículas víricas, que las hace llegar al hombre procedentes de otros animales o del medio ambiente.

Fig. 8.—La principal fuente de contaminación microbiana de la leche es debida al material de ordeño insuficientemente lavado o desinfectado.



Importancia tecnológica

Bajo el punto de vista tecnológico todo programa de producción lechera considera como una necesidad que la leche llegue a la industria en condiciones adecuadas para la elaboración y fabricación de productos derivados; esto exige que el producto no contenga un número excesivo de microorganismos y que no haya sufrido acidificación notable ni ningún otro cambio que afecte a sus características físicas o químicas.

Además de los gérmenes patógenos causantes de enfermedades, otros microorganismos que no son patógenos, pero de gran importancia desde el punto de vista industrial, pueden estar presentes en la leche cuando llega a la central.

En el cuadro número 1 se enumeran las principales alteraciones de la leche causadas por microorganismos.

Importancia económica

La repercusión económica que tiene la calidad microbiana de la leche es la más palpable para el productor. Las leches de calidad microbiana deficiente se acidifican y no son aceptadas por la industria, problema que se presenta con más frecuencia en los meses de calor.

Por otra parte, un contenido elevado de microorganismos va asociado, la mayoría de las veces, a una disminución del rendimiento lechero, ya que su presencia puede ser la consecuencia de algunas enfermedades subclínicas (mamitis).

El ganadero debe tener presente que cuando se establezca el pago de la leche según el contenido en gérmenes totales, la calidad microbiana de la leche tendrá una repercusión económica directa sobre el precio de venta del producto.

Otro punto importante a considerar es el posible comercio exterior, porque en muchos países europeos se exige ya una calidad microbiana de la leche y de los productos derivados de acuerdo con normas establecidas.

Cuadro 1.—ALTERACIONES DE LA LECHE POR MICROORGANISMOS.

Alteración	Características de la leche	Microbios
Acidificación	Acidificación de la lactosa con formación de ácido láctico y otros; se produce una coagulación espontánea de la leche.	Bacterias coliformes, estreptococos, lactobacilos, microbacterias, micrococos.
Fermentaciones	Formación de gas, predominantemente CO ₂ , y algunas veces N ₂ y CH ₄ .	Levaduras, bacterias coliformes, clostridios (esporulados anaerobios), tórula.
Fermentación viscosa	Leche viscosa por secreción de gomas y mucinas.	<i>Alcaligenes viscosus</i> , <i>Aerobacter aerogenes</i> , <i>Staphylococcus cremoris-viscosi</i> , <i>Streptococcus lactis</i> var. <i>hollandicus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>L. casei</i> .
Proteolisis y coagulación dulce	Descomposición proteolítica, acompañada de coagulación sin acidificación, producida por proteasas segregadas por algunos gérmenes.	<i>Bacillus subtilis</i> y <i>cereus</i> (esporulados aerobios), <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas viscosa</i> y <i>putrefaciens</i> (no esporulados), <i>Streptococcus liquefaciens</i> .
Lipolisis	Hidrólisis enzimática (lipasas de los glicéridos).	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Achromobacter lipolyticum</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Streptococcus liquefaciens</i> .
Sabores y olores anormales.	Rancidez por formación de ácidos grasos volátiles (butírico, caprónico, caprílico), debida a la acción de algunas lipasas; aparecen sabores amargos, a malta, patata, aromáticos, a levaduras.	<i>Pseudomonas fluorescens</i> y <i>fragi</i> , <i>Achromobacter lipolyticum</i> , <i>Strep. lactis</i> var. <i>maligenes</i> , <i>Strep. liquefaciens</i> , <i>Torula amara</i> , <i>Actinomyces</i> , <i>Pseudomonas graveolens</i> , <i>Aerobacter aerogenes</i> .
Colores anormales	Colores azules, amarillos y rojos son los más frecuentes, producidos por la proliferación de algunos gérmenes.	<i>Pseudomonas cyanogenes</i> , <i>Pseudomonas syzyantha</i> , <i>Serratia marcescens</i> .

2. Microorganismos que contaminan la leche

La leche recién ordeñada procedente de vacas sanas y obtenida en condiciones higiénicas, contiene un número pequeño de microorganismos no patógenos, pero, normalmente, en la mayoría de los casos se contamina durante los procesos de ordeño y manipulación, llegando a la central con un mayor número de ellos.

La principal fuente de contaminación microbiana de la leche no se encuentra en el establo o en los animales, sino en el material de ordeño insuficientemente lavado o desinfectado. Esto no quiere decir que no haya que prestar atención también a la suciedad de la ubre y de los pezones en el momento del ordeño, así como también a los gérmenes que se encuentran en el interior del conducto del pezón, y en la glándula mamaria cuando la vaca padece mamitis.

De todos los microorganismos con que puede contaminarse la leche, los que mayor importancia tienen son las bacterias. Su contenido se expresa como el número que contiene un mililitro de leche. En el cuadro número 2 se expresa su contenido en la leche cruda en explotaciones ganaderas.

La leche cruda puede tener desde unos pocos miles de microbios por mililitro, si procede de una explotación con buena higiene, hasta varios millones cuando la limpieza, desinfección y enfriamiento se realizan en malas condiciones.



Fig. 9.—La leche cruda puede tener desde unos pocos miles de microbios por mil hasta varios millones, cuando la limpieza, desinfección y enfriamiento se realizan en malas condiciones.

Fig. 10.—Los gérmenes psicrótrofos son los que se desarrollan a bajas temperaturas (por debajo de los 10° C), por lo que se encuentran normalmente en la leche conservada en tanques de refrigeración.



Teniendo en cuenta la temperatura en la cual son capaces de vivir y multiplicarse, es posible distinguir tres grandes grupos de gérmenes:

- Los psicrótrofos.
- Los termófilos.
- Los mesófilos.

Cuadro 2.—CONTENIDO EN BACTERIAS EN LA LECHE EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS.

	Miles de bacterias por mililitro		
	Bien	Promedio	Mal
Leche en ubre		0,001-0,1	
En el canal del pezón		0,1-1,0	
En el aire del establo		0,01-0,1	
Ordeño manual	1-10	10-50	50-100
Ordeño mecánico en olla	1-10	10-100	100-5.000
Ordeño mecánico por tubería ...	1-10	10-100	100-5.000
Ollas	0,1-1,0	1-100	100-1.000
Tanque refrigerante	0,1-1,0	1,0-10	10-20
TOTAL	5-50	50-500	500-5.000.000

Por definición se llama *flora total* o gérmenes totales a los gérmenes o microorganismos que se desarrollan en presencia de aire y a temperaturas comprendidas entre 25 y 37° C.

Los *gérmenes psicrótrofos* son los que se desarrollan a temperaturas por debajo de los 10° C, por lo que se encuentran normalmente en la leche suministrada por los tanques de refrigeración; son, principalmente, especies de pseudomonas, acromobacterias, coli y micrococos. Muchas de estas bacterias, al desarrollarse en la leche refrigerada, no degradan sensiblemente la lactosa y no forman ácido, pero producen enzimas lipolíticas y proteolíticas. Las enzimas proteolíticas activan la descomposición de la proteína de la leche y las lipolíticas actúan en la degradación de las grasas ocasionando defectos de sabor en la leche, queso y mantequilla. Las bacterias que producen estas enzimas se destruyen normalmente por el calor, pero las enzimas son más resistentes y muchas de ellas no se inactivan totalmente por la pasteurización y, a veces, ni aún por la esterilización.

Los *gérmenes termófilos* o termorresistentes son los que se desarrollan a altas temperaturas, por encima de 50° C, y sobreviven a la pasteurización; algunos de ellos son capaces de producir esporas, que son formas de resistencia, y otros no tienen esta capacidad. En el grupo de gérmenes esporoformantes están los bacilos (aerobios) y clostridios (anaerobios). El *Bacillus cereus* descompone la leche pasteurizada y pasa a la leche desde las ubres de las vacas, la suciedad de los

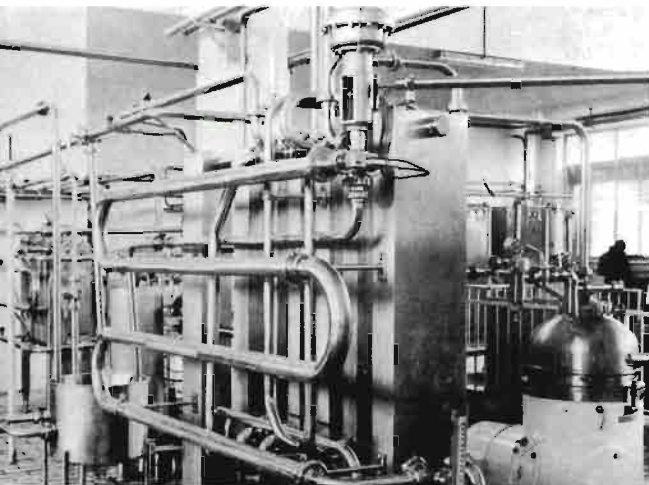


Fig. 11.—Los gérmenes termófilos son los que se desarrollan a altas temperaturas y sobreviven a los procesos industriales de pasteurización.

suelos y el material de ordeño. Las esporas del *Bacillus subtilis* pueden cuajar la leche esterilizada si se almacena a temperatura templada. Los clostridios son de origen fecal y están presentes en el ambiente cuando se les da ensilados a los animales; son capaces de producir toxinas patógenas termorresistentes y también pueden producir gasificación en el queso, comunicándole sabores anormales. Los gérmenes termorresistentes que no forman esporas son especies de estreptococos, especialmente el grupo D (enterococos) y las corynebacterias; estas últimas no tienen apenas importancia en lo que concierne a la salud o a la conservación de la calidad. Sin embargo, el grupo D lo forman un conjunto de bacterias procedentes de los excrementos; la presencia de *Streptococcus faecalis* es un índice de contaminación fecal tan seguro como la presencia de coliformes, y estos gérmenes tienen una acción degradadora sobre las proteínas lácteas.

Los *microorganismos mesófilos* se desarrollan a temperaturas entre 10 y 50° C, siendo la ideal para su desarrollo alrededor de 37° C. Es la flora más característica de la leche y está constituida por un elevado número de bacterias; el principal medio para controlarlos en la explotación es mediante la refrigeración de la leche recién ordeñada. Dentro de este grupo hay que incluir a un gran número de bacterias lácticas pertenecientes a la familia de las lactobacteriáceas, caracterizadas por la formación de ácido láctico a partir de la lactosa, micrococos que forman la flora inocua que contamina la leche, estafilococos de los que existen especies de gran trascendencia bajo el punto de vista higiénico y sanitario (*Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus albus*) y *Corynebacterium*, el más típico del grupo es el *C. diphtheriae* productor de la difteria. Dentro de la familia Enterobacteriáceas, causante de graves enfermedades infecciosas, se encuentran los coliformes, cuyo recuento es uno de los medios más significativos para determinar la calidad higiénica de la leche y las salmonellas (bacilo tífico) entre otras.

Para relacionar las condiciones higiénicas de ordeño con la contaminación microbiana, Thomas sugirió en 1974 los siguientes índices relacionados con las condiciones de producción:



Fig. 12.—Los gérmenes mesófilos se desarrollan a temperaturas entre 10 y 15° C, siendo la flora característica de la leche conservada sin refrigeración.

— Recuentos menores de 50.000 gérmenes/ml: condiciones higiénicas de producción satisfactorias.

— Recuentos entre 50.000 y 200.000: las condiciones higiénicas se pueden mejorar.

— Recuentos mayores de 200.000: las condiciones higiénicas son muy deficientes.

Más recientemente, Heescheh y col. afirmaron en 1979 que la contaminación de la leche cruda con 10-1.000 bacterias es inevitable y que recuentos inferiores a 10.000 pueden alcanzarse en condiciones muy cuidadas de producción.

La presencia de determinados tipos de microorganismos puede dar una idea de la fuente de contaminación; si predominan los estreptococos hay que sospechar la existencia de un problema de mamitis en las vacas de las que procede la leche; la presencia de coliformes en número elevado indica una falta de higiene en el proceso de obtención de la leche y también es un índice de contaminación fecal; la presencia de termorresistentes indica que la contaminación se produce durante el ordeño, contribuyendo a ello la falta de limpieza, la existencia de piedra de leche en las conducciones y una

mala desinfección; por último, el contenido elevado en gérmenes psicrótrofos es un síntoma de la falta de higiene y mala desinfección del tanque refrigerador.

3 .Medida de la calidad microbiana

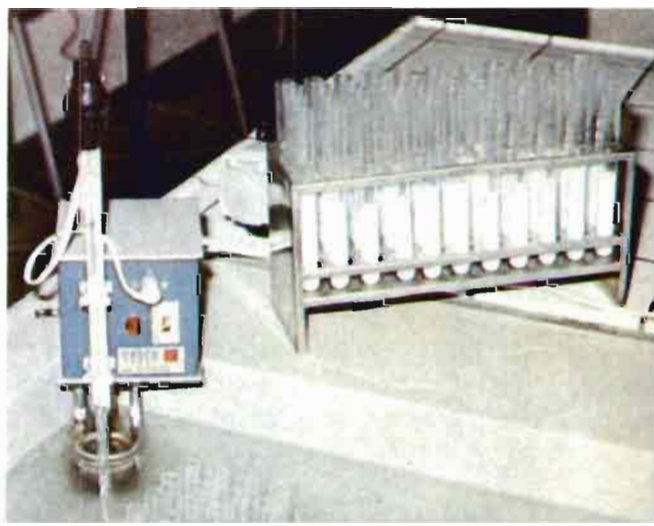
Existen varias formas o parámetros para determinar la calidad microbiana de la leche, pero en la actualidad los más usuales son:

- La prueba de la reductasa.
- El recuento de gérmenes.
- El recuento de células somáticas como medida del estado sanitario de la ubre.

La prueba de la reductasa

Esta prueba está basada en la actividad reductora de los microorganismos presentes en la leche y constituye un índice orientativo de la cantidad que hay de ellos: una decoloración rápida del azul de metileno es una prueba casi cierta de la presencia de un gran número de microbios en la leche, por lo que no puede ser llamada de calidad. Es menos precisa que la del recuento de gérmenes, pues puede inducir a error en el caso de bacterias termorresistentes o algunas bacterias psicrótrofas, que tienen un poder reductor más bajo. Al igual

Fig. 13.—Una de las pruebas más utilizadas para la determinación de la calidad bacteriológica de la leche no refrigerada es la prueba de la reductasa.



puede ocurrir con la leche fuertemente refrigerada, pues normalmente presenta un tiempo de reductasa bastante largo, sobre todo en verano.

La F.I.L. (Federación Internacional de Lechería) propone para la clasificación de la leche no refrigerada los siguientes tiempos en la reducción del color del azul de metileno.

<u>Categoría</u>	<u>Tiempo en horas</u>
I	> 4
II	2-4
III	< 2

La forma de practicarla más utilizada en España es la que se hace con azul de metileno, 5 mg por 100 cc de agua estéril, agregando 1 cc de esta solución a 10 cc de leche e incubando a 37° C. A intervalos regulares se observa el color de la mezcla, pudiendo así definirse diferentes categorías de leche:

<u>Antes de</u>	<u>Indica</u>
Media hora	Muy fuerte contaminación
Una hora	Fuerte contaminación
Tres horas	Ligera contaminación
Más de tres horas	Satisfactorio

Este método no se emplea para leches refrigeradas, ya que el enfriamiento hace que se prolongue el tiempo de reducción de los colorantes, sin que haya mejora de la calidad bacteriológica durante esta incubación en frío. Por otra parte, la incubación prolongada a 37° C pone de manifiesto las contaminaciones por gérmenes que se desarrollen bien a estas temperaturas, pero no permite descubrir las contaminaciones por gérmenes característicos de una limpieza defectuosa o falta de higiene en el ordeño, gérmenes que normalmente se desarrollan en temperaturas más bajas. En estos casos se hace necesario someter la leche a una preincubación.

El recuento de gérmenes

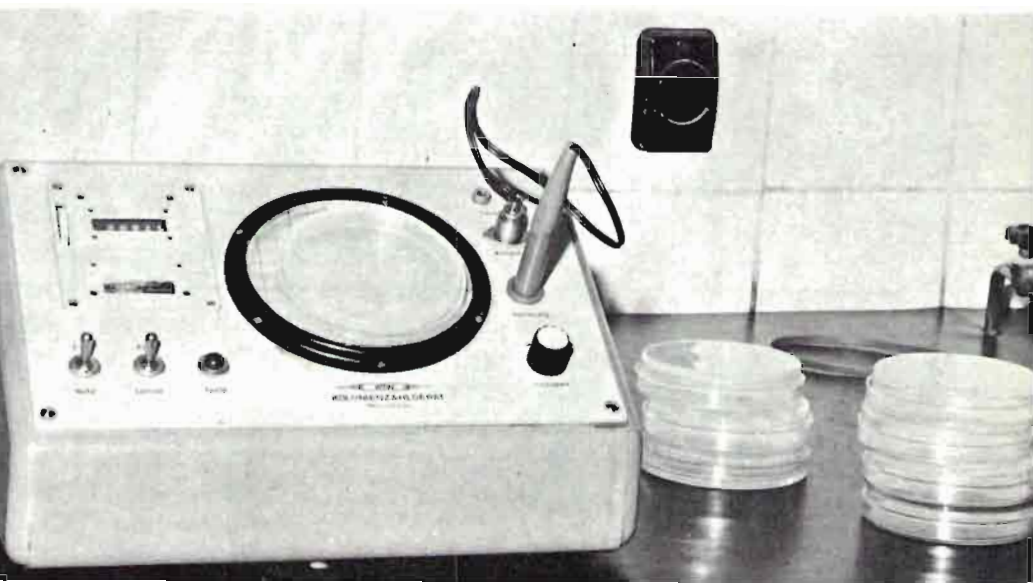
El análisis bacteriológico de la leche exige en principio el recuento de la microflora total y de los grupos microbianos más frecuentes. Es importante la elección del medio de cultivo, ya que se debe procurar que crezca el mayor número posible de gérmenes sin olvidar que cualquiera que sea el medio y las condiciones siempre hay gérmenes que escapan al recuento.

Existen numerosos estudios a través de los cuales se admite que contaminaciones superiores a 1.000.000 de bacterias/ml determinan cambios irreversibles que modifican sensiblemente las características físico-químicas y organolépticas de la leche. Para considerar la leche como la calidad, el contenido debe ser inferior a 500.000/ml.

El intento para clasificar la leche por el contenido microbiano es una preocupación de todos los países desarrollados. En el cuadro número 3 se indican algunas de las propuestas en la actualidad.

Como consecuencia de la instalación de sistemas de refrigeración en la propia granja que permiten aumentar el tiempo de almacenamiento, se está favoreciendo el desarrollo de gér-

Fig. 14.—El método utilizado para determinar el número de gérmenes en leche refrigerada es el de recuento en placa de Petri.



menes psicrótrofos cambiando así el equilibrio microbiano; a 5° C la población de estas bacterias se dobla cada 8 horas. Un elevado número de gérmenes psicrótrofos puede disminuir considerablemente la calidad de algunos productos, ya que, si bien se destruyen con la pasteurización, no ocurre lo mismo con las enzimas (lipasas y proteasas) por ellos producidas, debido a que son, generalmente, termorresistentes.

Cuadro 3.—CLASIFICACION DE LAS LECHES SEGUN EL CONTENIDO MICROBIANO.

Categoría		Microorganismos/mililitro	
FIL	I	≤ 100.000	
	II	100.000-250.000	
	III	> 250.000	
DINAMARCA		Totales	Termorresistentes
	I	< 200.000	< 5.000
	II	200.000-800.000	5.000-20.000
	III	800.000-2.000.000	20.000-100.000
	IV	> 2.000.000	> 100.000
SUIZA	I	< 80.000	
	II	80.000-200.000	
	III	> 200.000	
HOLANDA	I	< 100.000	
	II	100.000-250.000	
	III	> 250.000	
SUECIA	I	< 500.000	
	II	500.000-1.000.000	
	III	> 1.000.000	
GRAN BRETAÑA	I	< 20.000	
	II	20.000-100.000	
	III	100.000-250.000	
	IV	> 250.000	

El recuento de células somáticas

En el año 1969 se dijo ya en una sesión anual de la F.I.L.: «El grupo subraya que el pago de la leche sobre la base del

recuento celular es un criterio extremadamente importante que se debe tener en cuenta». En condiciones normales, en lo que se refiere al estado sanitario de la ubre, el número de células somáticas en leche de mezcla no debe ser superior a 300.000/ml. Cifras superiores a ésta indican que existe una o más vacas en las que su secreción está alterada o están padeciendo problemas de mastitis.

Muchos investigadores han establecido una relación evidente entre recuento celular, pérdida de producción de leche y problemas de mastitis, que se resumen en el cuadro 4.

Cuando los análisis de leche procedentes de establos que tienen un cierto número de animales, dan recuentos superiores a 1.000.000 ó 1.500.000 por mililitro se puede deducir que el rebaño necesita un examen veterinario, pues generalmente existirán infecciones en las ubres. No hay que olvidar que existen mastitis no específicas o asépticas en las que no hay inflamación visible y tampoco organismos patógenos en la leche, pero el examen de la misma revela un aumento del número de células.

Fig. 15.—Realización en serie del recuento celular para detección de mastitis, por medio de un aparato Fossomatic, en los laboratorios del Centro de Investigación y Desarrollo de la Lactaria Española en Renedo (Santander).





Fig. 16.—El origen de la suciedad en la leche es muy diverso: del animal, establo, cama, material de ordeño, etc.

Cuadro 4.—RELACION ENTRE RECUENTO CELULAR, PROBLEMAS DE MAMITIS Y PERDIDA DE PRODUCCION.

Recuento celular por mililitro	Problemas de mamitis	Pérdidas por vacas y año, en litros
Inferior a 300.000	Bajo	—
300.000-500.000	Medio	170
500.000-1.000.000	Medio/alto	300
1.000.000-2.000.000	Alto	680
Más de 2 millones	Muy alto	800

Finalmente, hay que señalar que la técnica del recuento celular realizada con contadores electrónicos ofrece una mayor fiabilidad que otras pruebas indirectas, las cuales dan resultados falsamente positivos o negativos en gran número de casos.

HIGIENE ESTETICA

Desde el punto de vista estético, la leche debe tener el color, olor y gusto propios del producto y no presentar impurezas físicas que la ensucien.

En la actualidad, en muchos países se realiza una prueba de filtración de la leche para descubrir la presencia de impurezas físicas; no debe confundirse esta prueba con la práctica del filtrado de la leche en la explotación, que es objeto de lógicas críticas porque no mejora la calidad del producto e impide conocer a primera vista el cuidado que se ha puesto

y la limpieza que se ha observado durante el ordeño y la manipulación. De todas formas, hay que tener en cuenta que una leche que deje pocas impurezas cuando se filtra indica que durante su obtención y manejo se ha procedido con limpieza, pero esto no aporta una información útil y válida sobre su contenido microbiano.

El origen de la suciedad es muy diverso, ya que puede proceder del animal, del establo, de las camas, del material de ordeño, etc.; su presencia significa un origen potencial de contaminación bacteriana y puede modificar sus características organolépticas, físico-químicas o toxicológicas.

En el aspecto higiénico hay que considerar también el gusto, el olor y el color porque pueden presentar defectos capaces de modificar el valor de la leche y en muchas ocasiones van unidos a modificaciones de la calidad sanitaria y alimenticia del producto. Los defectos en el sabor pueden estar producidos por alimentos suministrados en malas condiciones, de calidad dudosa, ofrecidos a destiempo, como ocurre con los ensilados distribuidos poco antes o durante el ordeño, o por el suministro de plantas aromáticas que transmiten el sabor a la leche, como es el caso de las labiadas y crucíferas. Los sabores pueden también proceder del ambiente y de los utensilios, ya que la leche tiene una gran capacidad para absorberlos. Son muy frecuentes los sabores que aparecen durante la conservación a consecuencia de reacciones químicas enzimáticas, como el sabor a rancio provocado por la hidrólisis de las grasas (lipólisis), el sabor a oxidado por oxidación de las grasas y transformaciones de las proteínas (proteólisis).

Hay que destacar también los olores y sabores producidos por ciertos microorganismos capaces de producir lipasas y proteasas (*Pseudomonas*, *Achromobacter*), sabores amargos por bacterias proteolíticas (*Torula*, *Actinomyces*), sabor a patata (*Pseudomonas graveolens*), sabores y olores «butíricos» de los clostridios.

Es frecuente el sabor a iodo producido por desinfectantes y yodóforos utilizados para la desinfección de las instalaciones de ordeño, tanque refrigerante o en el baño de pezones.

La alteración del color puede ser debida a la presencia de sustancias extrañas disueltas en la leche o al crecimiento de algunos gérmenes (*Pseudomonas*, *Serratia*).

Como final, diremos que para determinar la calidad higiénica de la leche en su aspecto estético debemos prestar atención no sólo a la prueba de filtración sino también a la apreciación del olor y aspecto. Una leche con olor anormal no puede jamás tener un buen gusto y dará siempre una leche de consumo o productos lácteos afectados por defectos organolépticos.

PUBLICACIONES DE EXTENSION AGRARIA
Corazón de María, 8 - Madrid-2

Se autoriza la reproducción **íntegra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».