

PRODUCCIÓN HIGIÉNICA DE LA LECHE CRUDA

Una guía para la pequeña y mediana empresa
por

Haroldo Magariños

2000

Para consultas o comentarios, ponerse en contacto con:

Dr. Haroldo Magariños

Dirección : Turín 302

Villa Europa

Valdivia

CHILE

Teléfonos: 56-63-216324

email: hmagarin@uach.cl

Las opiniones expresadas no son necesariamente opiniones de la OEA,
de sus órganos o de sus funcionarios.

Edición:

2001 Producción y Servicios Incorporados S.A.

Calzada Mateo Flores 5-55, Zona 3 de Mixco

Guatemala, Centroamérica

Tel. (502) 591-0662

Fax: (502) 594-0692

email: psi2001@osint.net

TABLA DE CONTENIDO

Presentación	vii
1. Higiene de la leche y salud pública	1
2. Naturaleza y características de la leche	5
3. Manejo adecuado de la leche	11
3.1. Contaminación de la leche en el interior de la ubre	14
3.2. Contaminación de la leche en el exterior de la glándula mamaria	15
3.3. Infecciones e intoxicaciones provocadas por leches contaminadas	17
3.4. Enfriamiento deficiente de la leche	17
3.5. Transporte inadecuado de la leche	19
3.6. Medidas de manejo para prevenir la contaminación microbiana de la leche	21
3.6.1. Lavado de la ubre	21
3.6.2. Medio ambiente	21
3.6.3. Equipo de ordeño	22
3.6.4. Normas que deben seguirse para obtener una leche de calidad microbiológica aceptable	23
4. Contaminación de la leche por microorganismos	25
4.1. Carbunco	25
4.2. Shigelosis (disentería bacilar)	26
4.3. Brucelosis	26
4.4. Cólera	27
4.5. Difteria	27
4.6. Fiebres tifoidea y paratifoidea - otras salmonelosis	28
4.6.1. Fiebres tifoidea y paratifoidea	28
4.6.2. Otras salmonelosis	29
4.7. Estreptococias	30
4.8. Tuberculosis	31
4.9. Adenovirus	32
4.10. Virus de la glosopeda	32
4.11. Otros virus	32
4.12. Hepatitis infecciosa	33
4.13. Fiebre Q	33

4.14. Encefalitis transmitida por las garrapatas	34
4.15. Botulismo	34
4.16. Gastroenteritis enterotóxica estafilocócica	35
4.17. Infección por Clostridium perfringens	36
4.18. Infección por gérmenes coliformes	37
5. Mastitis	39
5.1. Orígenes de la enfermedad	39
5.2. Consecuencias de la mastitis	43
5.3. Estrategia de control de la mastitis	46
5.4. Medidas generales para un correcto manejo de la leche	47
5.5. Apropiado diseño, funcionamiento y mantenimiento de los equipos de ordeño	48
5.6. Método de ordeño	48
5.7. Desinfección por inmersión post ordeño	49
5.8. Terapia de secado	50
5.9. Capacitación	50
5.10. Incentivo	50
5.11. Costo	50
6. Contaminación de la leche por antibióticos	53
6.1. Problemas que plantean los antibióticos	57
6.1.1. Importancia en la salud pública	57
6.1.2. Problemas tecnológicos	58
6.2. Estrategia de control de antibióticos	61
6.2.1. Objetivos	61
6.2.2. Información centralizada de datos	62
6.2.3. Establecimiento de un programa adecuado de control	62
6.2.4. Educación	62
7. Contaminación de la leche por metales	63
8. Contaminación de la leche por detergentes e higienizantes	71
8.1. Detergentes	71
8.2. Desinfectantes	72
8.3. Acción toxicológica de los desinfectantes	74
9. Contaminación de la leche por bifenilo policlorados	75

10. Contaminación de la leche por pesticidas	77
10.1. Efectos toxicológicos	80
10.2. Efecto sobre los procesos tecnológicos	80
10.3. Insecticidas organofosforados y carbamatos	81
10.4. Recomendaciones	81
11. Consideraciones finales	83
11.1. Sistema de pago de leche cruda en base a su calidad	83
11.1.1. Introducción	84
11.1.2. Valor alimenticio de la leche	85
11.1.3. Conceptos de calidad de leche	86
11.1.4. Fundamentos para el pago de leche según calidad	86
11.1.4.1. Principios básicos	86
11.1.4.2. Objetivos de un pago de leche según calidad	87
11.1.4.3. Premisas fundamentales para el éxito	87
11.1.4.3.1. Aplicación simultánea	88
11.1.4.3.2. Uniformidad	88
11.1.4.3.3. Ajuste permanente	88
11.1.4.3.4. Claridad y difusión	89
11.1.4.3.5. Medidas técnicas	89
11.1.4.3.6. Responsabilidad sobre la calidad	89
11.1.4.3.7. Papel del Estado	90
11.2. Pago de la leche según calidad en Chile	90
11.2.1. Reglamento específico	91
11.2.1.1. Recepción de la leche	91
11.2.1.2. Clasificación de la leche	91
11.2.1.2.1. Sustancias inhibidoras, aguado o cualquier tipo de fraude	93
11.2.1.2.2. Frecuencia de análisis	93
11.2.2. Mejora en la calidad de la leche por efecto de la aplicación del Reglamento específico	93

PRESENTACIÓN

El sector lácteo fue uno de los subsectores de alimentos seleccionado desde un inicio para llevar a cabo las acciones del Proyecto de Calidad y Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa, copatrocinado por la Organización de los Estados Americanos, OEA, y la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo, GTZ.

En efecto, se trata de un sector que es común a todos los países de América Latina, que enfrenta problemas similares y tiene gran importancia económica a nivel de pequeñas y medianas empresas. Esto es particularmente cierto en el sector rural, donde cualquier mejora tiene un fuerte impacto en la salud de la población, tanto desde la óptica de la nutrición como desde el punto de vista de aspectos sanitarios y un considerable impacto en el combate de la pobreza.

Por ello, se estima que esta publicación del Dr. Haroldo Magariños llena una necesidad y puede ser de gran utilidad. Como lo dice el autor: "para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede devolver o incorporar una calidad inexistente y solo podrá, en algunos casos, "disimular" la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo."

No dudamos que todas aquellas personas que trabajan en nuestros países en la producción de leche y sus derivados, obtendrán información valiosa de la presente publicación.

Oscar Harasic
Coordinador Regional
Proyecto Multinacional de Metrología, Normalización, Acreditación y Calidad, de la OEA
Proyecto OEA/GTZ de Calidad y Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa

1. Higiene de la leche y salud pública

Las exigencias de mayores cantidades de alimentos que tiene la población mundial, de cierta forma tiende a opacar una necesidad paralela en cuanto a las cualidades nutritivas necesarias para satisfacer los requerimientos nutricionales establecidos.

El grupo más vulnerable de la población corresponde a los niños pre-escolares y la desnutrición en este grupo ha sido identificada como “el principal freno del progreso humano”.

Las tasas de mortalidad infantil en los países en desarrollo, pueden ser entre 6 a 8 veces más que en las zonas tecnológicamente más avanzadas, pero la tasa de mortalidad en el grupo de 1 a 4 años de edad puede alcanzar cifras entre 50 a 60 veces superiores.

Son abundantes los informes que señalan que la desnutrición pre-escolar es la principal responsable de las muertes prematuras de millones de niños. En aquellos casos en que no provoca la muerte, menoscaba permanentemente su crecimiento y probablemente provoca daños mentales y emocionales irreversibles.

La leche es el único material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento. Por esto, un factor fundamental que influye sobre el valor de aceptación universal de la leche es la imagen que ésta representa, a saber, que constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro alimento conocido por el ser humano.

La confirmación de esta imagen nutritiva está en el uso extensivo que tienen la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria de los pueblos de los países altamente desarrollados. A consecuencia de esto, estas sociedades gozan casi de una completa carencia de enfermedades nutricionales, entre bebés, niños y adultos jóvenes. En contraste, una elevada proporción de los habitantes de las zonas en desarrollo,

especialmente bebés y niños, que tienen un suministro primitivo o inexistente de leche, sufren deficiencias nutricionales.

Entre los muchos contrastes entre países desarrollados y en desarrollo, pueden citarse, a modo de ejemplo, los siguientes:

- abastecimiento de leche de **alta calidad** versus abastecimiento deficiente o nulo,
- **muy buena nutrición** versus **desnutrición** escolar en diferentes grados,
- mejor **conservación de alimentos** versus pérdidas y deterioro de alimentos.

Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, estas cualidades están sometidas a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original.

Estos riesgos son: la contaminación y multiplicación de microorganismos, contaminación con gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad, etc. Todos éstos, ya sea en forma aislada o en conjunto, conspiran en forma negativa sobre la calidad higiénica y nutricional del producto y, consecuentemente, conspiran en contra de la salud pública y economía de cualquier país.

Es por ello que el desafío para quienes trabajan en el sector lechero no sólo es producir mayor cantidad de leche sino, también, de alta calidad higiénica, y para ello deben contemplarse aspectos fundamentales, como lo son la higiene microbiológica, higiene química e higiene estética. Tres aspectos que, unidos, pueden contribuir favorablemente a la mejora del sector lechero de nuestros países, con el beneficio consecuente en el desarrollo físico e intelectual de las generaciones venideras.

Higiene de la leche y salud pública, dos aspectos que se conectan mediante una sola palabra, **CALIDAD**.

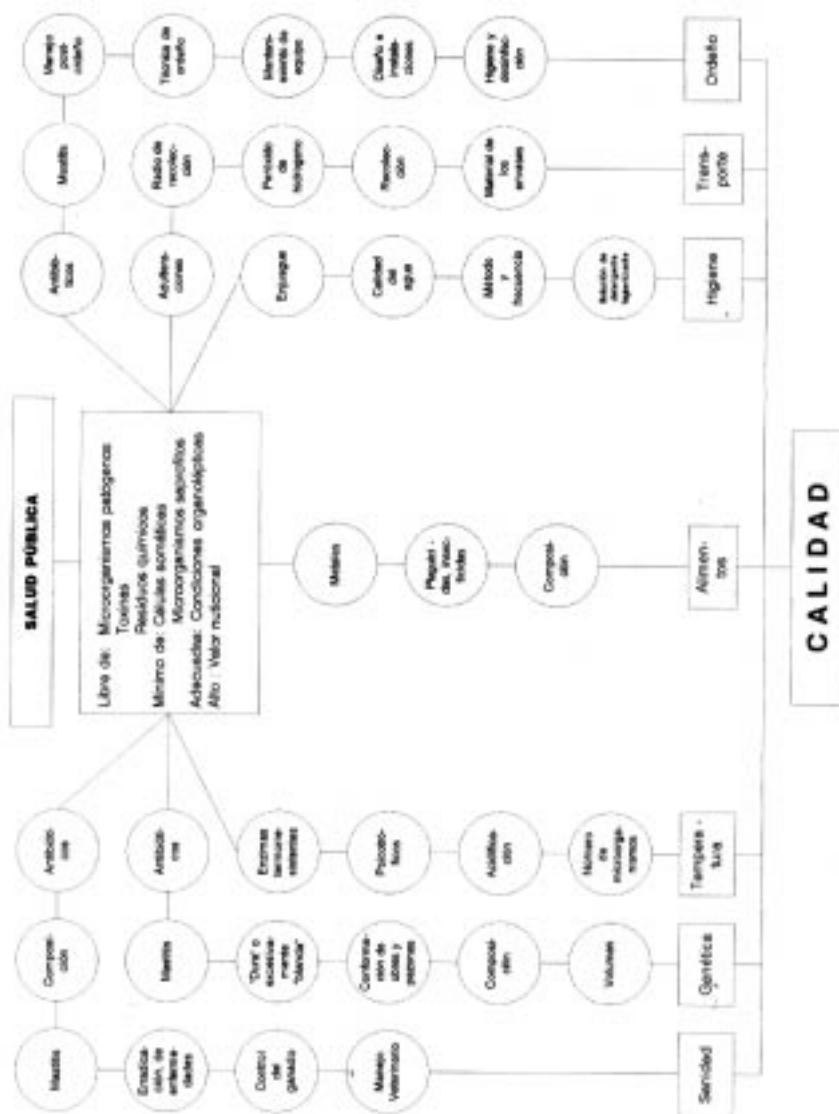
La producción de leche de calidad higiénica, como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo, más aún que otros ya que el producto a manejar es extremadamente delicado, afectándose mucho por la manipulación. En la producción de la leche interactúan innumerables factores y todos de una manera u otra se encuentran relacionados.

Es por ello que esta complejidad debe ponerse de manifiesto, con la pretensión inequívoca de presentar un problema, analizar los aspectos fundamentales y establecer las líneas generales de solución que permitan debatir el tema con mayor profundidad y contribuir entre todos a la búsqueda de soluciones específicas para cada región o país, conscientes de que no se pueden manejar recetas universales pero sí principios generales.

Con el objeto de enfrentar el problema que nos preocupa - la obtención de leche de buena calidad higiénica - se identificarán en el siguiente esquema, que simula un árbol (Figura 1), los siguientes puntos: el tronco representa la calidad y sus ramas principales aquellos factores fundamentales que, de ser controlados, permitirán alcanzar la copa que representa los criterios mínimos exigibles para una leche de calidad higiénica aceptable. Como puede apreciarse, cada rama principal se ve afectada durante su crecimiento por numerosos factores que, si son manejados adecuadamente, permitirán alcanzar el objetivo primario, la copa y, en consecuencia, el objetivo terminal que es la salud pública.

En los capítulos siguientes pasaremos a revisar los aspectos fundamentales, aunque no todos por lo extenso del tema, referentes a la higiene de la leche y la salud pública.

FIGURA 1



2. Naturaleza y características de la leche

La secreción láctea de las glándulas mamarias de los mamíferos es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce. Su propósito natural es la alimentación de la cría durante sus primeros meses de vida.

Desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera : “Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas”. Estas características pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, los sólidos no grasos, el número de leucocitos, los microorganismos patógenos, la presencia de sustancias inhibidoras, etc.

Las características más importantes de la leche son su **variabilidad, alterabilidad y complejidad**. En cuanto a la **variabilidad**, desde un punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar.

CUADRO 1

COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LECHE DE VARIOS MAMÍFEROS* (PORCENTAJE)

	GRASA	PROTEINA	LACTOSA	CENIZAS	S.N.G.**	S.T.***
Humana	3,75	1,63	6,98	0,21	8,82	12,57
Vaca	3,70	3,50	4,90	0,70	9,10	12,80
Cabra	4,25	3,52	4,27	0,86	8,75	13,00
Oveja	7,90	5,23	4,81	0,90	11,39	19,29
Búfalo	7,38	3,60	5,48	0,78	9,86	17,26
Yegua	1,59	2,69	6,14	0,51	9,37	10,96
Burra	2,53	2,01	6,07	0,41	8,44	10,97
Reno	2,46	10,30	2,50	1,44	14,24	36,70

* Weeb and Johnson, 2a. ed.

** Sólidos no grasos

*** Sólidos totales

Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética.

La propia leche de vaca varía según las diferentes razas del ganado, como lo muestra el siguiente cuadro.

Respecto a la **alterabilidad**, por su composición, la leche es un adecuado medio para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios en sus componentes.

CUADRO 2

COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE DIFERENTES RAZAS (PORCENTAJE)

RAZA	GRASA	PROTEINA	LACTOSA	CENIZA	SNG*	ST**
Ayrshire	4,00	3,53	4,67	0,68	8,90	12,90
Brownswiss	4,01	3,61	5,04	0,73	9,40	12,41
Guernsey	4,95	3,91	4,93	0,74	9,66	14,61
Holstein F.	3,40	3,32	4,87	0,68	8,86	12,26
Jersey	5,37	3,92	4,93	0,71	9,54	14,91

* Sólidos No Grasos

** Sólidos Totales

En general, puede decirse que los riesgos a que está sometida la leche entre su síntesis en la glándula mamaria y su llegada al consumidor incluyen:

- contaminación y multiplicación de microorganismos,
- contaminación específica por gérmenes patógenos,
- alteración físicoquímica de sus componentes,
- absorción de olores extraños,
- generación de malos sabores,
- contaminación con sustancias químicas (pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes) y partículas de suciedad.

Las principales fuentes de contaminación de leche y productos lácteos se dan en el predio:

- animal (glándula mamaria, piel, heces),
- establo (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo, etc.),
- utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora, etc).

así como durante la recolección y el transporte, y durante la recepción y el procesamiento industrial.

Finalmente, en relación a la **complejidad**, ésta se debe a las moléculas complejas que se encuentran en equilibrio químico, como por ejemplo el fosfocaseinato de calcio o el sistema del glóbulo graso.

CUADRO 3

VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE

COMPONENTE	VALOR MEDIO (%)
Agua	86,9
Proteína	3,5
Grasa	4,0
Lactosa	4,9
Cenizas	0,7

El **agua** es el componente más abundante y es en ella donde encontramos los otros componentes en estados diferentes. Es así que el cloro, sodio y potasio están en dispersión iónica, la lactosa y parte de la albúmina en dispersión molecular, la caseína y fosfatos en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión.

Las **proteínas** de la leche están conformadas por tres grupos: la caseína en un 3%, la lactoalbúmina en un 0,5% y la lactoglobulina en un 0,05%. En ellas se encuentran presentes más de veinte aminoácidos dentro de los cuales están todos los esenciales. La caseína a su vez está compuesta por tres tipos de caseína, la κ -caseína, la β -caseína y la α -caseína

La **materia grasa** está compuesta de una mezcla de triglicéridos que contienen más de diez y siete ácidos grasos y sustancias asociadas tales como las vitaminas A, D, E y K, y fosfolípidos como la cefalina y lecitina.

La **lactosa** es el componente más abundante entre los sólidos de la leche; es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa.

Los **minerales** de la leche se determinan en sus cenizas. Los más importantes son el calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro. En pequeñas cantidades se encuentran presentes hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc.

En cuanto a las **vitaminas** presentes en la leche, además de las liposolubles A, D, E y K, encontramos el complejo B y la vitamina C.

Las **enzimas** más conocidas de la leche son la fosfatasa, lipasa, catalasa, galactasa y reductasa.

La leche también tiene **gases** como el CO₂, el oxígeno y el nitrógeno.

La leche de buena calidad es aquella que cumple sin excepción con todas las características higiénicas, microbiológicas y composicionales y que en consecuencia concuerda con la definición legal y las expectativas nutricionales puestas en ella. Para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede devolver o incorporar una calidad inexistente y solo podrá, en algunos casos, "disimular" la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo.

3. Manejo adecuado de la leche

La leche constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y, dentro de éstas, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos o de sus metabolitos.

Evitar la contaminación y posterior proliferación de los microorganismos en la leche es un constante problema para quienes tienen a su cargo la producción y elaboración de este producto.

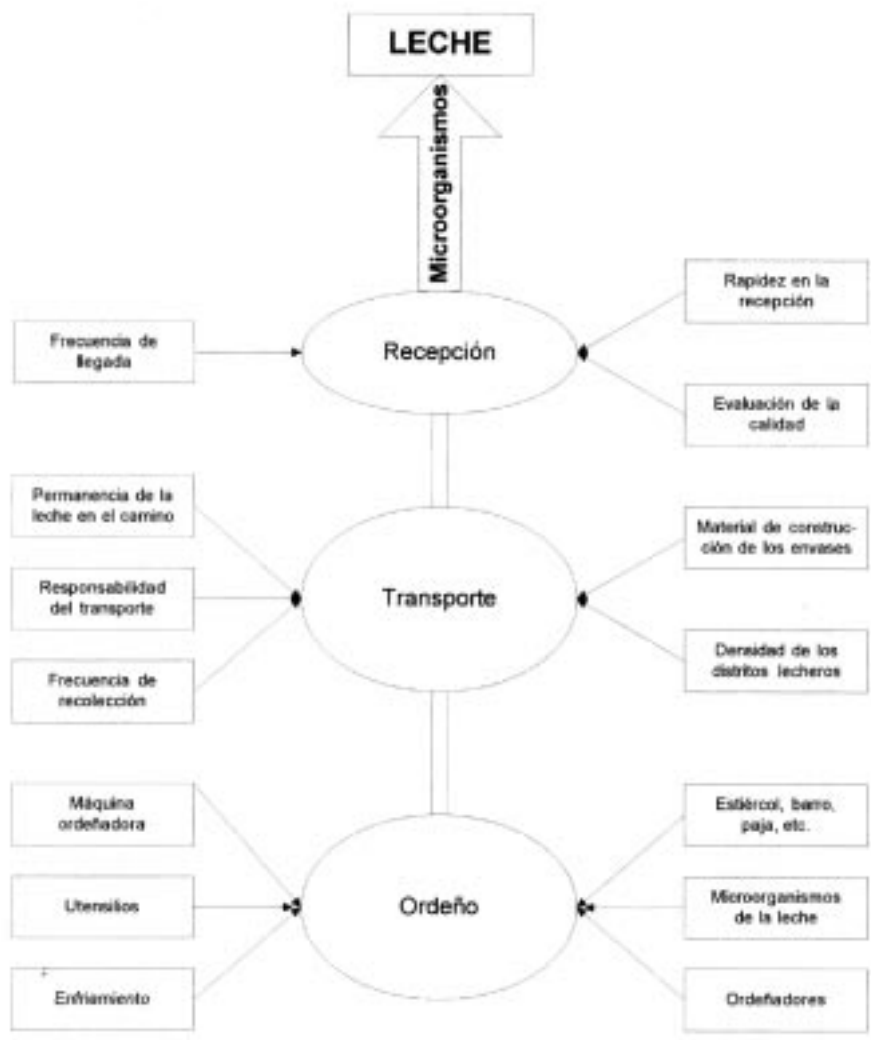
Debido a esto, se han creado métodos para lograr bajar los niveles de contaminación, mediante un manejo más higiénico, lo que ha posibilitado un mejoramiento de la calidad higiénica.

No obstante, las probabilidades de contaminación de la leche siguen existiendo, debido fundamentalmente a una incorrecta aplicación de los métodos recomendados.

Debe tenerse presente que la leche es un producto biológico obtenido de animales y, por lo tanto, plantea problemas de origen en su contaminación ya que a la salida de la glándula mamaria este producto trae presentes microorganismos que condicionan su posterior manejo.

A lo anterior, debe sumarse la contaminación producida durante el manejo en el **ordeño, transporte y elaboración**, proceso donde la leche pasa por muchas personas y elementos.

Gracias a la acción educativa y a la puesta en vigor de reglamentos, las personas involucradas en la cadena de producción y elaboración poco a poco van tomando conciencia del problema, llevando a cabo sus cometidos en mejor forma.



PUNTOS CRÍTICOS

Las bacterias de la leche no son la única fuente posible de contaminación, también lo son las que se encuentran en los equipos, utensilios, en el aire, el polvo, el heno, etc.

Muchas de las bacterias presentes en la leche cruda pueden multiplicarse en forma apreciable, salvo que el producto se congele, pero a 4,4 °C e incluso a temperatura más bajas, su crecimiento continúa, aunque en forma más lenta.

CUADRO 4

EFFECTOS DE LA TEMPERATURA EN LA MULTIPLICACION MICROBIANA EN LA LECHE PRODUCIDA EN DIFERENTES CONDICIONES *

Condiciones de producción	Temp. de almacenamiento	Recuentos Totales de Bacteria por ml			
		Fresca	24 h	48 h	72 h
a. Vacas, medio ambiente y utensilios limpios.	4,4 °C	4 295	4 138	4 566	8 427
	10,0 °C	4 295	13 691	127 727	5 725 277
	15,5 °C	4 295	1 587 333	33 011 111	326 500 000
b. Vacas limpias medio ambiente y utensilios sucios.	4,4 °C	39 082	88 028	121 864	186 254
	10,0 °C	39 082	177 437	831 615	1 761 458
	15,5 °C	39 082	4 461 111	99 120 000	633 375 000
c. Vacas, medio ambiente y utensilios sucios.	4,0 °C	136 533	281 546	538 775	749 030
	10,0 °C	136 533	1 170 540	13 662 115	25 687 541
	15,5 °C	136 533	24 673 571	639 884 615	2 407 083 333

*Datos de Ayers, Cook y Klemmer.

Debido a esto, no es conveniente guardar el producto por períodos muy prolongados; además, a temperaturas más bajas, se favorece el desarrollo de la flora psicrotrófica que en nada beneficia al producto, existiendo, como agravante, cepas resistentes a los tratamientos térmicos.

La estrategia para prevenir la contaminación de la leche, aúna el control integral de varios factores que pueden resumirse en unos pocos principios fundamentales, en función del origen de los microorganismos.

Aplicando estos principios en la operación de la manipulación de la leche es factible producir, en forma constante, leche de buena calidad. Es importante tener presente que la importancia de la calidad microbiana de la leche, debe ser vista bajo tres aspectos fundamentales: **sanitarios**, ya que puede resultar en un vehículo de transmisión de enfermedades zoonóticas, **tecnológico** y **económico**.

Si se pretende obtener leche de buena calidad microbiológica, la atención debe centrarse en los procesos de producción y a mantener las vacas con una adecuada sanidad, muy especialmente en lo que a mastitis se refiere. El origen de la contaminación microbiana de la leche puede provenir tanto de la **ubre** como del **medio ambiente** y **equipo de ordeño**.

3.1. Contaminación de la leche en el interior de la ubre

Aún en el caso de que la glándula mamaria se encuentre sana, se reconoce que las primeras porciones de leche ordeñada contienen microorganismos, disminuyendo su número a medida que el ordeño avanza.

Lo anterior puede verse reflejado en el ejemplo de la tabla siguiente:

Leche primeras porciones	6 500	gérmenes/ml
Leche a mitad del ordeño	1 350	gérmenes/ml
Leche al final del ordeño	709	gérmenes/ml

Esto se explica porque el canal del pezón se encuentra colonizado por muchos microorganismos, como por ejemplo *Staphilococcus*, *Corinebacterium*, *Coliformes*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc.

Esta contaminación se ve acrecentada por el reflujo producido por la ordeñadora de tipo convencional, arrastrando con esto microorganismos que colonizan la punta del pezón, hacia el interior de la ubre.

Cuando la glándula mamaria se encuentra contaminada, especialmente en los casos de mastitis de tipo agudo, los recuentos de microorganismos pueden ser muy elevados, alcanzando valores de varios millones.

3.2. Contaminación en el exterior de la glándula mamaria

En la parte externa de la ubre y pezones, es posible detectar estiércol, barro, paja u otros residuos de la cama del animal. Si bien la flora microbiana del interior de la ubre es, casi en su totalidad, de tipo mesófilo, en el exterior se suman microorganismos psicrófilos y termófilos, de los cuales los formadores de esporas, tanto aerobios como anaerobios, provocan serios problemas en la industria.

CUADRO 5

VALORES PROMEDIO DEL CONTENIDO DE GÉRMENES EN DIFERENTES SUBSTANCIAS

Aire del establo	79/l
Leche recién ordeñada	300/ml
Leche a la recepción en planta	500,000 a varios millones/ml
Leche pasteurizada (reciente)	50/ml
Leche pasteurizada (24 horas)	hasta un millón/ml
Leche ácida	más de 10 millones/ml
Agua potable (manantial)	10-290/ml
Agua sin filtrar	6,000-290,000/ml
Avena	225,000/g
Polvo de la calle	78 millones/g
Hierba	2-200 millones/g
Heno y paja	7-10 millones/g
Excremento de vaca	40 millones/g
Humus	±50 millones/mg

Entre los microorganismos que pueden llegar a la leche por la vía externa, son importantes de señalar aquellos que son patógenos para el hombre, como el *Bacillus cereus* que tiene la capacidad de generar esporas

con cierta termorresistencia y que produce cuadros tóxicos en el hombre, debido a la producción de enterotoxinas. El *Clostridium perfringens*, formador de esporas, anaerobio y termorresistente, provoca problemas a nivel de la industria quesera y en la salud pública, ocasionando problemas de diarrea y fiebre.

Otras bacterias, como *Salmonella typhi*, *Shigella*, *Streptococcus A* y *Corynebacterium diphtheriae*, pueden llegar a la leche a través del hombre.

Por otra parte, no se debe descartar la posibilidad de que algunos virus procedentes del hombre lleguen a través de la leche a otros individuos, como también otros microorganismos que no tienen el carácter de zoonosis como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Coliformes*, *Pseudomonas*, *Proteus* y *Corynebacterium*.

La Organización Mundial de la Salud, OMS, ha confeccionado una lista en la que se señalan los agentes patógenos que, transmitidos por la leche, pueden originar enfermedades en el hombre. Los más importantes son el *Mycobacterium bovis*, microorganismo que puede habitar en la leche; *Brucella abortus*, que se localizan en los ganglios linfáticos mamarios, liberándose a través de la leche por períodos de tiempo muy prolongados; *Coxiella burnetti*, rickettsia que provoca la Fiebre Q y que se libera durante meses en la leche de vacas enfermas; *Pseudomona aeruginosa*, muy resistente a los antibióticos y desinfectantes, presente en la glándula mamaria y que afecta a la salud pública en asociación con ciertos *Staphylococcus*; *Staphylococcus aureus*, agente causal de numerosos casos de mastitis de carácter subclínico, produce toxinas resistentes al calor; *Streptococcus agalactiae*, típico de mastitis, presentándose por lo general el de tipo B, provoca enfermedades en el hombre, principalmente en los recién nacidos, debido a que el aparato urogenital femenino constituye un reservorio; las enterobacterias, como *E. coli* capaz de producir mastitis, pueden originar gastroenteritis debido a la producción de enterotoxinas. También existen otros agentes que provocan mastitis, como otras especies de *staphylococcus*, *streptococcus*, bacilos, *mycoplasmas*, *corinebacterium*, hongos, levaduras, etc. que, por supuesto, contribuyen a la contaminación de la leche.

3.3. Infecciones e intoxicaciones provocadas por leches contaminadas

Dentro de las denominadas **infecciones alimentarias**, tenemos aquellas de origen bacteriano, las virales y aquellas provocadas por rickettsias.

En cuanto a las **intoxicaciones alimentarias** de origen bacteriano, cabe citar el botulismo y aquellas debidas a la presencia de enterotoxina estafilocócica.

También deben señalarse aquellas enfermedades que se producen debido a una intensa contaminación de la leche por determinadas bacterias, como es el caso del *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, etc.

Finalmente, deben considerarse aquellas enfermedades de etiología incierta, como es el caso de algunas cepas de Escherichia, Proteus, Pseudomonas, etc.

3.4. Enfriamiento deficiente de la leche

El gran cambio sufrido en los últimos años por los sistemas de ordeño, conservación y recolección de leche, de aquellos tradicionales de ordeño a mano y recogida de la leche sin refrigerar, a los modernos sistemas de ordeño mecánico, refrigeración y almacenamiento de la leche refrigerada, con la posterior recolección en cisternas, ha provocado un marcado cambio, no sólo en las características físico-químicas de la leche, sino también en su microbiología.

Estos cambios se refieren a aquellos provocados por microorganismos que conservan su actividad a bajas temperaturas. Ellos, o sus enzimas, pueden causar daños considerables a la leche y, en consecuencia, a los productos lácteos.

En la mayoría de los casos es posible evitar la acidificación de la leche mediante la refrigeración pero, al mismo tiempo, otros defectos de calidad aparecen con el tiempo.

Por esta razón, es comprensible que se preste especial atención a los microorganismos que permanecen activos a bajas temperaturas, ya que provocan defectos en la leche por desdoblamiento de la grasa y proteínas.

Si la lipasa natural de la leche fuera la única causa de lipólisis, los daños serían limitados, pero en el lapso de tiempo que media entre el ordeño y el tratamiento de la leche, se desarrolla una flora bacteriana, denominada psicotrófica. Este desarrollo es tanto mayor cuanto lo es el tiempo que transcurre entre el enfriamiento en el predio productor, la recolección y el almacenamiento en la industria, tiempo que, bajo las condiciones actuales, puede llegar a varios días.

Dentro de la flora psicotrófica, se encuentran representados grupos de microorganismos tales como *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, etc. Su desarrollo es muy rápido, teniendo un tiempo de generación a 4 °C de 6 a 8 horas, pudiendo de esta manera multiplicar su población 10 veces, en término de 24 horas.

La importancia de esta flora radica en la facultad que tienen de segregar, cuando se multiplican en la leche, lipasas y proteasas termorresistentes.

Aunque los microorganismos productores de lipasas pueden ser finalmente destruidos, no sucede lo mismo con sus enzimas, pudiendo actuar con posterioridad a los tratamientos térmicos. Esto provoca grandes problemas a la industria láctea, especialmente aquellas dedicadas a la "esterilización comercial" de leche y productos lácteos mediante proceso UHT ("Ultra High Temperature" - pasteurización a temperaturas extremadamente altas), ya que las enzimas resistentes al tratamiento disponen de largos períodos para actuar.

Finalmente, debe señalarse que en países donde la refrigeración de la leche a nivel de establecimientos productores de leche se ha desarrollado manifiestamente, no sólo se han presentado los problemas anteriormente señalados, sino que se ha visto afectado todo el sistema de evaluación de calidad de leche cruda, en cuanto a parámetros higiénicos se refiere. Esto, debido a que las pruebas de evaluación empleadas, en la generalidad de los casos, resultan válidas para leches frescas que no hayan sufrido almacenamientos por períodos de tiempo prolongados. Tal es el caso de los métodos de reducción, como también todos aquellos destinados a detectar mastitis y que se basan en el principio de reacción de las células somáticas con un detergente.

3.5. Transporte inadecuado de la leche

Los problemas tanto técnicos como económicos que presenta el transporte de la leche, son menores cuando la densidad de los distritos lecheros es mayor. Cuando la cantidad de leche recogida por kilómetro recorrido es baja, los transportes se hacen muy largos con graves consecuencias sobre la calidad de la leche debido a la agitación prolongada y a la elevación de la temperatura.

Un aspecto importante con respecto a la preservación de la calidad original de la leche, es lograr que la industria se responsabilice por el transporte. El transportista particular no tiene igual interés por la calidad de la leche, importándole solamente la cantidad.

Por otra parte, si el transporte corre bajo responsabilidad de la industria, resultará más fácil el control de fraudes y contaminaciones que puedan producirse durante el transporte, beneficiándose tanto la industria como el productor lechero.

El material de construcción de los recipientes empleados para el transporte deberá adaptarse a este sistema. Los tarros de hierro estañado, que aún se continúan utilizando, si bien tienen la ventaja de su precio, no son muy recomendables por su peso elevado, 7,5 Kg para los de 20 litros, son poco resistentes a los choques y, lo que es más importante desde el

punto de vista de calidad, por lo general su estañado es débil pudiendo quedar el hierro en contacto con la leche. Los tarros de material plástico tienen grandes ventajas, poco peso, insonoridad, elasticidad y ausencia de uniones en la tapa. También presentan inconvenientes como:

- rigidez,
- poca seguridad en el cierre de la tapa,
- en algunos casos, acción fotoquímica de la luz que este material permite pasar,
- lentitud en los cambios térmicos, lo que impide su enfriamiento rápido, y
- facilidad para rayarse.

La alternativa mejor, en cuanto a tarros se refiere, son aquellos contruidos de acero inoxidable pero su costo los torna prohibitivos.

Sin duda, el método de recolección más racional es el que cuenta con estanque refrigerado en el establecimiento productor y el camión cisterna. La manipulación se reduce a un mínimo, simplificándose las operaciones de limpieza. No obstante, este método tiene el requisito de que las partidas recolectadas sean uniformes en cuanto a calidad higiénica, lo que en la práctica es muy difícil.

Cuando se emplean métodos tradicionales de recolección, esta actividad debe enfrentarse como una carrera contra el tiempo y es por ello que la organización de recorridos es un trabajo muy delicado. Debe considerarse que la duración máxima del transporte resulte lo más breve posible cobrando mayor significancia en las épocas de verano.

También deben tomarse en cuenta aspectos prácticos, como por ejemplo que los camiones transportadores de leche no lleguen todos a un tiempo a la recepción de la industria, sino de acuerdo a un arreglo preestablecido ya que, de lo contrario, se ocasionarán graves pérdidas en la calidad de la leche.

Finalmente, la práctica tan difundida de dejar los tarros de leche en el borde del camino, es del todo censurable cuando se pretende leche

de calidad. La leche no debería abandonar el local de la lechería, generalmente más fresco que el exterior, hasta el momento de su carga en el vehículo recolector.

3.6. Medidas de manejo para prevenir la contaminación microbiana de la leche

3.6.1. Lavado de los pezones de la ubre

El lavado de los pezones, previo al ordeño, es un arma fundamental para reducir la contaminación microbiana de la leche. El agua empleada debe ser limpia y de ser posible con algún desinfectante, utilizando toallas desechables para el secado. Lavar con agua y paños no proporciona ninguna ventaja sobre el no lavar. ¿Cuáles son entonces los objetivos a perseguir con un buen lavado?.

- reducir la contaminación microbiana de la leche,
- disminuir la contaminación entre cuartos y entre vacas,
- eliminar toda suciedad visible de la base de la ubre y pezones,
- no ocasionar irritación de la piel,
- ser de bajo costo, y
- ser de fácil aplicación durante la rutina de ordeño.

No se recomienda el lavado de la ubre debido a que éste es muy difícil de realizar correctamente en cada ordeño lo que generalmente provoca un goteo de agua sucia y cargada de microorganismos hacia la mano del ordeñador o hacia la pezonera, si el ordeño es mecánico. Si se usa el lavado de la ubre, es necesario depilar o afeitar ésta unas dos veces al año.

3.6.2. Medio ambiente

Si bien el lavado de los pezones es fundamental para obtener una leche de buena calidad microbiológica, no lo es menos el medio ambiente y el equipo de ordeño y de almacenamiento de la leche, ya

que frecuentemente suelen ser la fuente más importante en cuanto a contaminación microbiana se refiere.

Dentro de lo que es medio ambiente, es importante considerar al ordeñador, el aire y el agua disponible.

El ordeñador puede transmitir contaminantes que le sean propios, si es que se encuentra enfermo, actuando de vector al tomar contacto con superficies, utensilios, etc., luego que éstos han sido desinfectados, o por el empleo de malas técnicas de ordeño, como el humedecimiento de las manos con los primeros chorros de leche, no lavar las pezoneras luego de su caída al suelo y previo a su colocación, entre otros.

Debe reconocerse que el ordeñador presenta el principal componente de todas las operaciones de ordeño y por ello, si se quiere alcanzar el éxito en la producción de leche de calidad, la preocupación debe centrarse en asegurar el cabal conocimiento por parte de éste, de todas las operaciones de rutina y por otra, de su higiene personal, uso de vestimenta adecuada y el no padecimiento de ninguna enfermedad de tipo infecto-contagiosa.

En cuanto a los microorganismos aportados por el aire a la leche, durante el ordeño, resulta muy pequeña su cantidad, pudiendo tener alguna importancia algunos tipos de bacterias, como *Bacillus cereus*, *Clostridios* y *Stafilococcus aureus*. Esto es posible de evitar no dando alimentos durante el ordeño.

3.6.3. Equipo de ordeño

Si el equipo tiene un adecuado diseño, correcta instalación y buena higiene, no debe presentar un elemento preocupante en cuanto a contaminación microbiana.

La flora microbiana existente en un equipo de ordeño puede resultar variable, y esto se relaciona con el tipo de detergente y desinfectante, la técnica de limpieza, las temperaturas de lavado y el estado de las partes de caucho.

Con respecto a estas últimas, debe tenerse presente que se encuentran inevitablemente en una elevada proporción, lo cual es perjudicial desde el punto de vista higiénico, ya que su superficie puede absorber hasta un 30% de su peso en grasa y tienen una vida útil limitada por la acción de las temperaturas elevadas aplicadas en la limpieza y el uso de detergentes fuertemente oxidantes.

Sobre la contribución de estas partes de caucho a la contaminación de la leche, algunos estudios han determinado que lo hacen hasta 117 veces más que las partes metálicas.

El diseño y montaje del equipo de ordeño es uno de los factores que posteriormente incidirá fuertemente sobre la facilidad de limpieza y, en consecuencia, sobre la multiplicación de microorganismos en la instalación. Por ello, el objetivo primordial en toda instalación y sala de ordeño es la sencillez, evitando en lo posible todo elemento que implique ser desarmado para su limpieza; en el caso en que no sea factible, hay que asegurar que su desarme y montaje resulte fácil. Para el caso de ordeño a mano es recomendable el uso de baldes de boca estrecha y con tapa, con el objeto de disminuir la posibilidad de caída de sustancias extrañas a la leche.

3.6.4. Normas que deben seguirse para obtener una leche de calidad microbiológica aceptable:

1. Antes de comenzar el ordeño, los pezones deben lavarse correctamente.
2. El ordeñador deberá ser una persona que conozca todas las operaciones de rutina, mantendrá una adecuada higiene personal, vestirá en forma adecuada y no padecerá ninguna enfermedad infecto contagiosa.
3. El equipo de ordeño deberá estar construido y montado de manera tal que la limpieza pueda realizarse en forma eficaz en todos sus componentes. Deberá asimismo, ser fácil de desmontar para efectuar limpieza a fondo cuando así se quiera.

4. Todos los componentes integrantes del equipo se mantendrán en buen estado, sin depósitos ni corrosión y las partes de caucho se reemplazarán periódicamente.
5. Previo al uso del equipo, éste debe estar totalmente limpio, sin suciedad visible y, de ser posible, con contaminación microbiana controlada.
6. Finalizado el ordeño, se enjuagará, lavará y desinfectará empleando exclusivamente detergentes y desinfectantes aprobados y en una concentración adecuada.
7. Enjuagar cualquier traza de residuos de detergentes o desinfectantes con agua limpia antes de su empleo en el ordeño. Podrá utilizarse hipoclorito de sodio en el agua de enjuague final, siempre que exista el riesgo de que esté contaminada.
8. Filtrado de la leche previo a su introducción en el estanque de refrigeración o tarros de transporte.

4. Contaminación de la leche por microorganismos

Algunos de los principales microorganismos que pueden contaminar a la leche cruda se detallan a continuación.

4.1. Carbunco

La infección carbuncosa del hombre por vía oral se debe casi siempre a la ingestión de carne poco cocida proveniente de animales infectados y rara vez al consumo de leche. Ciertamente es que el *Bacillus anthracis* puede pasar de la sangre a la leche, pero ese paso exige que la bacilemia sea muy elevada, circunstancia que se produce cuando la muerte del animal está próxima. Durante la fase aguda del carbunco la secreción láctea se interrumpe o la leche toma un aspecto tan anormal que impide su consumo.

No obstante lo anterior, siempre persiste el peligro que los bacilos carbuncosos procedentes de las secreciones de los animales enfermos o del establo penetren en la leche.

La forma vegetativa del bacilo es tan sensible al tratamiento térmico como las bacterias no esporógenas; el calor las destruye al mismo tiempo que la fosfatasa, por lo que la leche correctamente pasteurizada no debe contener esta forma de *B. anthracis*. La forma esporulada en cambio, es mucho más resistente. La ebullición de la leche durante 10 a 40 minutos, o el calentamiento en autoclave a presión de 1 kg/cm² durante 10 minutos, sí pueden provocar la destrucción de la espóra.

4.2. Shigelosis (Disentería bacilar)

Infección alimentaria típica provocada por las shigelas, gérmenes que pueden ser transmitidos por la leche. Los brotes por lo general aparecen en instituciones y colectividades pequeñas.

Las shigelas que contaminan la leche proceden de las manos de los operadores o bien de las heces, siendo transportadas por el agua y las moscas.

Lucha: estricta disciplina sanitaria por parte de los operarios.

4.3. Brucelosis

La brucelosis constituye un ejemplo clásico de zoonosis transmitida por la leche. El hombre puede contraer esta enfermedad a través del consumo de leche cruda. Además de esta vía puede contraerla directamente por el contacto con tejidos y secreciones de animales infectados o por la inhalación de productos secos infectados, mecanismo que en algunas zonas parece tener más importancia que la infección mediante la leche.

Cualquiera de los tres tipos de brucelas (*melitensis*, *abortus* y *suis*) puede provocar la infección en el hombre, resultando ser la *melitensis* la más virulenta para el ser humano.

La *Brucella abortus* predomina en todos los países, con excepción de los escandinavos, donde ha sido posible su erradicación.

Se ha calculado que la proporción de vacas no vacunadas que eliminan por la leche un número apreciable de bacilos, oscila entre un 15 y un 35%.

Por otra parte, la cantidad de leche infectada por *Brucella* que llega a las industrias lecheras suele ser mayor que la contaminada con bacilos tuberculosos. La causa de esto se explica por el hecho de que la

brucelosis produce lesiones en las ubres con mayor frecuencia que la tuberculosis.

Si bien la acidificación de la leche inhibe a las *Brucella*, son necesarios varios días para eliminarlas por completo.

En general, es posible afirmar que la leche cruda, crema y mantequilla, preparadas a partir de leches no fermentadas ni tratadas térmicamente, así como quesos frescos no fermentados, constituyen productos muy peligrosos desde el punto de vista de la transmisión de brucelosis.

4.4. Cólera

En algunos casos la leche actúa como vehículo del vibrión colérico. Este germen puede llegar a ella por las manos sucias de un enfermo o de un portador convaleciente, aunque es más frecuente que llegue a través de aguas contaminadas.

El vibrión se mantiene viable en la leche durante 1 a 3 días en condiciones normales. En leches que antes de contaminarse se han sometido a hervor y refrigeración, el período de viabilidad es más prolongado, pudiendo llegar a los 9 días. El tratamiento térmico destruye con facilidad al vibrión.

4.5. Difteria

Los brotes de difteria son comunes en colectividades que consumen leche sin pasteurizar.

El *Corynebacterium diphtheriae*, germen de especial afinidad por el hombre, suele encontrarse en la nasofaringe de los enfermos o portadores sanos. Algunas veces se descubre en la vaca (heridas de los pezones o de la ubre) pero incluso en esos casos el origen de la infección reside por lo general en un portador humano.

La contaminación de la leche puede proceder de la ubre o de los portadores humanos, pero casi siempre parte de estos últimos (estornudos, tos o dedos sucios de secreciones nasales). El *Corynebacterium* puede desarrollarse en la leche a la temperatura ambiente.

Medidas de lucha: examen de los operarios (posibles gérmenes diftéricos). Tratamiento térmico de la leche. Este microorganismo no es resistente al calor. Muere instantáneamente cuando la leche se calienta a 54-60 °C.

4.6. Fiebres Tifoidea y Paratifoidea - Otras Salmonelosis

4.6.1. Fiebres Tifoidea y Paratifoidea

Constituyen las clásicas fiebres intestinales de transmisión hídrica o alimentaria.

Después del agua, la leche constituye probablemente el principal vehículo de esas infecciones, sobre todo en las zonas donde no se somete este producto a un tratamiento térmico eficaz.

El origen de la infección suele ser un portador humano o un enfermo ambulatorio, que trabaja posiblemente en una lechería o planta elaboradora de productos lácteos.

Los bacilos tífico y paratífico A (*S. typhosa* y *paratyphi*) no son patógenos naturales del ganado lechero; en cambio, la *S. schottmuelleri* ha sido aislada en vacas portadoras de infección natural.

Además de la vía directa de los gérmenes a la leche, se puede producir contaminación indirecta a través del agua, las moscas, sustancias adulterantes y algunas veces las botellas vacías, procedentes de lugares habitados por enfermos o portadores tifoídicos.

Estos gérmenes se multiplican en la leche a temperatura ambiente ($\geq 15^{\circ}\text{C}$) y una contaminación inicial pequeña puede dar lugar a concentraciones muy peligrosas de gérmenes.

La crema, mantequilla, el queso y otros productos lácteos, parecen haber sido la causa de algunos brotes de tifoidea.

La *S. typhosa* sobrevive durante períodos muy prolongados en los productos lácteos conservados a temperaturas de congelación. Prucha y Brannon observaron que en helados mantenidos a -20°C la *S. typhosa* conserva su viabilidad durante más de dos años.

4.6.2. Otras Salmonelosis

Las salmonelosis son infecciones corrientes en los ganados de todos los países. Se han identificado más de 600 tipos de salmonelas.

La leche puede desempeñar un importante papel en la transmisión de esta enfermedad por dos motivos: primero, la infección del hombre para cualquier tipo de salmonela exige un número bastante grande de microorganismos y es difícil que se produzca una contaminación tan intensa por un contagio directo del animal al hombre; segundo, la leche es un buen medio de cultivo para las salmonelas procedentes del ganado o de portadores humanos y constituye un excelente vehículo de transmisión en que los organismos, en presencia de ciertas combinaciones de tiempo y temperatura, alcanzan con rapidez el número indicado para provocar una infección.

La lucha contra la salmonelosis transmitida por la leche, requiere de un conocimiento exacto de la vía infecciosa animal-leche-hombre y la manera de cortarla en la parte más conveniente.

Medidas de lucha: higiene del establo, pasteurización u otro tratamiento térmico eficaz, envasado higiénico, almacenamiento en frío y aplicación de medidas sanitarias correctas y estrictas en las plantas elaboradoras y en los expendios de venta al público.

4.7. Estreptococias

Los estreptococos del grupo A pueden provocar en el hombre diversas enfermedades agudas: anginas, otitis media, escarlatina, erisipela, etc.

La leche puede contaminarse con gérmenes procedentes de personas que se encuentran en el período de incubación de una infección estreptocócica, así como de convalecientes y de portadores asintomáticos. En algunos casos, las personas que diseminan el microorganismo infectan al ganado lechero provocando en él mamitis subclínicas o clínicas que determinan el paso a la leche de gran número de estreptococos.

La leche que se consume cruda o sometida a tratamientos térmicos insuficientes puede ser causa de infecciones humanas de tipo esporádico o epidémico.

Los estreptococos del grupo B (*Str. agalactiae*) son una causa corriente de mamitis en los países templados, pero su acción patógena para el hombre es poco acusada y sólo proliferan en tejidos muy susceptibles, como son los del útero después del parto y los del recién nacido.

Algunas cepas de *Streptococcus* no patógenos se utilizan para la elaboración de productos lácteos.

La lucha contra las estreptococias transmitidas por la leche se basa en las medidas siguientes: vigilancia médica estricta de los operarios de las granjas y plantas, eliminación de la leche procedente de cuartos mamarios infectados o que presenten anomalías, enfriamiento adecuado de la leche y, sobre todo, tratamiento térmico correcto de toda la leche, comprendida la destinada a la preparación de mantequilla, queso y otros productos.

4.8. Tuberculosis

El consumo de leche cruda representa el vehículo principal por el que los bacilos tuberculosos pasan del animal al hombre.

Las vacas lecheras infectadas son con mucho el reservorio más importante de bacilos tuberculosos. La incidencia de tuberculosis bovina en el hombre depende sobre todo de su presencia en el ganado vacuno y de la cantidad de leche cruda o insuficientemente tratada que consume la población.

Los bacilos tuberculosos de la leche proceden unas veces del medio exterior contaminado (estiércol, polvo, etc.) y otras, las más, de las ubres afectadas; se ha observado, sin embargo, que los bacilos pueden pasar de la sangre a la leche a través de la ubre sin lesiones clínicas perceptibles. En términos generales puede decirse que el 4% aproximadamente de las vacas tuberculina-positivas eliminan bacilos tuberculosos en la leche, pero que sólo el 25% de los animales que excretan bacilos presenta lesiones evidentes de la ubre.

El bacilo tuberculoso de la variedad humana puede contaminar directamente la leche a partir de los ordeñadores y otros operarios, y llegar al consumidor del mismo modo que tantos otros gérmenes patógenos transmitidos por la leche, a menos que se destruya a tiempo con un tratamiento térmico adecuado.

El bacilo tuberculoso humano parece provocar en el ganado vacuno infecciones transitorias que se traducen a veces por la aparición de reacciones positivas pasajeras a la tuberculina.

Lucha contra la tuberculosis

- Erradicación de la tuberculosis del ganado lechero.
- Vigilancia médica del personal de las lecherías.
- Tratamiento térmico correcto de la leche.

4.9. Adenovirus

Este grupo está integrado por unos veinte tipos diferentes de virus, aunque solamente algunos tienen carácter patógeno.

La vía común de transmisión parece ser la respiratoria, encontrándose algunos tipos en las heces. Es probable que la leche intervenga en la transmisión de los adenovirus.

4.10. Virus de la glosopeda

Esta es una de las enfermedades más contagiosas del ganado vacuno. Afortunadamente, el hombre es muy poco sensible a esta virosis.

La transmisión de este virus por la leche es excepcional, incluso entre aquellos individuos que consumen leche cruda de ganado infectado. Este virus aparece en la leche en el período de generalización de la enfermedad; en una etapa posterior, las vesículas de la ubre y de los pezones, al romperse durante el ordeño, pueden causar una gran contaminación de la leche. Por fortuna, la transmisión del virus por la leche es mínima, ya que la mayoría de las vacas interrumpen su lactancia al caer enfermas. El virus de la glosopeda no parece resistir la pasteurización.

4.11. Otros virus

Se conocen también otros virus patógenos que pueden transmitirse directamente al hombre por contacto con los animales infectados, por ejemplo los virus de la viruela, la estomatitis vesicular, la dermatitis pustular contagiosa y la seudoviruela bovina.

No obstante, con la información existente, no se puede afirmar que la leche infectada con los virus citados, provoque infecciones clínicas.

4.12. Hepatitis Infecciosa

El virus se transmite por vía oral; los convalecientes y las personas clínicamente sanas pueden intervenir en la difusión.

El virus sobrevive a una temperatura de 56°C por 30 minutos. Se ignora el efecto de temperaturas superiores. La hepatitis infecciosa debe considerarse como una de las virosis más graves que puede transmitir la leche. Ni siquiera el agua clorada puede frenar la proliferación de virus. Por consiguiente, dejando aparte la contaminación directa por las manos sucias, la infección puede propagarse por agua de mala calidad.

4.13. Fiebre Q

Enfermedad producida por una rickettsia, la *Coxiella burnetti*, se halla muy difundida en todo el mundo. En lo que a la infección humana se refiere, los principales reservorios se encuentran principalmente en tres especies de animales lecheros: la vaca, la oveja y la cabra. La infección humana se produce sobre todo por inhalación del polvo contaminado con líquido amniótico o con membranas fetales de animales infectados, pero también se observan casos causados por la ingestión de leche cruda contaminada.

El ganado infectado elimina *Coxiella burnetti* por la leche durante períodos prolongados (más de 200 días) aunque en cantidad variable de un día a otro.

La *Coxiella burnetti* muestra cierta resistencia al calor y suele sobrevivir a algunas de las combinaciones de temperaturas utilizadas en la pasteurización.

La *Coxiella burnetti* sin duda es más termorresistente que el bacilo tuberculoso, considerado hasta no hace mucho el microorganismo más termorresistente de todos los patógenos no esporulados presentes en la leche.

La *Coxiella burnetti* pasa de la leche cruda a los productos lácteos, si antes no se efectúa una pasteurización adecuada.

Lucha contra la Fiebre Q . Depende sobre todo del tratamiento térmico eficaz de la leche y de la crema. Impedir que los terneros y en general las crías tengan acceso al establo de ordeño. Evitar que la leche tratada térmicamente se contamine con polvo y secreciones.

4.14 Encefalitis transmitida por las garrapatas

En sus focos naturales, el virus encefalítico pasa de unos vertebrados a otros a través de garrapatas y de los ácaros; las infecciones del hombre pueden producirse por picadura de garrapata o por vía oral, sobre todo por la ingestión de leche no tratada y procedente de animales infectados.

La leche de vaca puede transmitir la infección al hombre, aunque en ese sentido parece tener más importancia la leche de cabra.

Lucha: Tratamiento térmico correcto de la leche. La ebullición o calentamiento de la leche a 72- 85°C por 10 segundos ó a 65 - 70°C por 20 minutos determinan la inactivación del virus.

4.15. Botulismo

Es muy raro que la leche y los productos lácteos intervengan en la transmisión del botulismo.

El *Clostridium botulinum* y el *Cl. parabotulinum* tienen esporas resistentes que se encuentran muy difundidas en el suelo y frecuentemente contaminan la leche y los productos lácteos. La pasteurización y otros tratamientos térmicos ordinarios no suelen destruirlos. Se han encontrado esporas viables en el queso, aunque generalmente sin las toxinas.

Aunque no se sabe con exactitud cuáles son los factores que provocan la inhibición de estos microorganismos en la leche y el queso, es

posible que la acidez de la leche y de algunos productos lácteos desarrollen un importante papel.

4.16. Gastroenteritis enterotóxica estafilocócica

El peligro mayor que tiene la contaminación de la leche con estafilococos reside en que algunas cepas de estos microorganismos pueden producir una enterotoxina capaz de causar en el hombre gastroenteritis agudas. Esta enterotoxina es termoestable y los estafilococos que la producen se encuentran con mucha frecuencia en operarios aparentemente sanos y en el ganado lechero.

Este tipo de intoxicación alimentaria puede producirse, incluso, en leches correctamente pasteurizadas, bastando para ello que la leche haya permanecido a la temperatura favorable a la multiplicación de los estafilococos durante el período necesario para la producción de una cantidad peligrosa de enterotoxina.

Sólo algunas cepas de estafilococos son toxígenas. La proporción de portadores de estafilococos potencialmente patógenos (coagulasa positivos) en la población general, varía según las zonas y las épocas pudiéndose afirmar, sin embargo, que un 30-50% de las personas transportan estos estafilococos en las fosas nasales o en la piel, sobre todo si presentan forúnculos, heridas o ántrax.

Otra importante fuente de infección son las ubres y la piel de las vacas lecheras, infectada en ocasiones por el contacto con portadores humanos.

La termorresistencia de la enterotoxina tiene una gran importancia práctica, debido a que los distintos métodos de pasteurización son ineficaces; ni siquiera la ebullición durante 30 minutos permite reducir eficazmente la actividad de la enterotoxina y es preciso prolongarla durante una hora para lograr resultados aceptables. El calentamiento en autoclave a presión de 1 kg/cm² produce la destrucción completa de la enterotoxina en 20 minutos.

El estafilococo no es termorresistente. Las combinaciones de tiempo y temperatura empleados normalmente en la pasteurización destruyen la mayor parte de las especies de Micrococos.

Se han dado casos en los que, después de destruir todos los estafilococos mediante tratamiento térmico correcto de la leche infectada, la enterotoxina conservaba potencia suficiente para producir gastroenteritis y otros trastornos.

La lucha contra la gastroenteritis producida por la enterotoxina estafilocócica plantea un problema sumamente difícil. No es nada fácil eliminar completamente todos los estafilococos existentes en la leche, que proceden algunas veces de infecciones latentes de las ubres, otras del propio personal de las lecherías y de las plantas elaboradoras.

Los operarios con heridas, forúnculos u otras lesiones estafilocócicas en las manos, no deberán manipular en ningún caso la leche ni los productos lácteos. Sin embargo, lo fundamental es impedir la multiplicación de los estafilococos, evitando de este modo la formación de enterotoxina.

La leche recién ordeñada debe enfriarse con la mayor rapidez posible hasta 10°C por lo menos, conservándola así hasta su tratamiento térmico. Una vez realizado el tratamiento térmico correcto, es preciso evitar la recontaminación y multiplicación de los estafilococos. Bajo ningún concepto se debe permitir, por ejemplo, que la leche sometida a un tratamiento térmico parcial, permanezca a una temperatura favorable a la rápida multiplicación.

4.17. Infección por *Clostridium perfringens* (Welchii)

El *Clostridium perfringens*, aparece con mucha frecuencia en las heces de las personas, animales e insectos. Sus esporas son muy resistentes y se encuentran muy difundidas en los establos y granjas.

La contaminación de la leche pasteurizada comercial con este organismo es del orden del 16-18% (Paquet y Gauvin, 1953; Buttiaux y Beerens, 1953).

Bajo ciertas condiciones, este germen puede multiplicarse rápidamente en los alimentos almacenados luego de la cocción o de un calentamiento previo, provocando gastroenteritis en los consumidores.

Las carnes y las sopas actúan con mucha más frecuencia que la leche, como vehículos del *Clostridium perfringens*.

La única medida realmente eficaz para combatir a este microorganismo es el enfriamiento rápido y la conservación de la leche a una temperatura inferior a 15°C, antes y después de la pasteurización.

4.18. Infección por gérmenes coliformes

Se han atribuido no pocos trastornos gastrointestinales a la acción de las bacterias coliformes de los géneros *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Proteus*, generalmente sobre la base de información heterogénea e insuficiente. Lo que se ha demostrado claramente es que algunos *Escherichia coli* de los grupos 0, son causantes de la aparición de gastroenteritis agudas en niños y rara vez en adultos, actuando solos o en asociación con enterovirus.

Estudios efectuados (Thomson y cols, 1956) en Gales, han mostrado que el 1% de las partidas de leche remitidas por los productores o centrales lecheras contiene *E. coli* enteropatógenos de los grupos 0, gérmenes que generalmente están implicados en la aparición de gastroenteritis infantiles.

Se ha observado que en las mastitis del ganado vacuno, se encuentran a veces *E. coli* enteropatógenos de los tipos que provocan con frecuencia gastroenteritis infantiles.

La investigación microbiológica de los gérmenes coliformes forma parte de los exámenes de leche cruda y pasteurizada en la mayor parte de los laboratorios de análisis de leche. Los resultados que se obtienen

demuestran que estos gérmenes nunca aparecen en la leche correctamente pasteurizada, que ha dado prueba de fosfatasa negativa, excluyendo la recontaminación.

La lucha contra los gérmenes coliformes presentes en la leche se basa en las siguientes medidas:

- separación de la leche procedente de los cuartos mamarios afectados,
- enfriamiento y conservación a temperaturas inferiores a 10 °C,
- tratamiento térmico apropiado, y
- prevención de toda contaminación posterior.

5. Mastitis

Debido a la extensión y gravedad de los problemas que provoca esta enfermedad del ganado lechero, tanto en el orden de la salud como en el económico, es necesario, a diferencia de las otras enfermedades, dedicarle un capítulo especial.

El contenido de células somáticas de la leche cruda es un parámetro que expresa el grado de irritación mamaria de los cuartos afectados y que proporciona, además, una información indirecta sobre la pérdida de producción y las modificaciones en la composición física y química de la leche pertenecientes a esos cuartos.

Como expresión del estado de salud mamaria y del valor higiénico de la leche, el contenido de células somáticas es un criterio que debería incluirse en la clasificación y pago de leche al productor, con el objeto de estimular las medidas de un programa de control de esta enfermedad.

Como concepto, cabe recordar que la mastitis es una inflamación o irritación de la glándula mamaria producida por diversos agentes, principalmente de tipo infeccioso, caracterizándose por cambios físicos y químicos en la composición de la leche y ocasionando alteraciones patológicas localizadas en la mama.

La enfermedad puede desarrollarse en diferentes formas: aguda, subaguda o crónica.

5.1. Orígenes de la enfermedad

En el desarrollo de la mastitis pueden intervenir numerosos microorganismos como bacterias, levaduras, mohos, virus y otros agentes. Resultaría muy extenso mencionar todos los gérmenes que pueden

intervenir en la infección, por lo que sólo se citarán aquellos que participan con mayor frecuencia y que son los siguientes: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *dysgalactiae* y *uberis*; *Corynebacterium pyogenes* y *Pseudomona aeruginosa*.

CUADRO 6

PRINCIPALES FACTORES QUE PREDISPONEN A LA MASTITIS

Factores genéticos:

- ubres pendulares
- conformación de la ubre y del pezón
- esfínter del pezón
- ordeñabilidad

Edad

Lactancia

Técnica del ordeño:

- ordeño mecánico
- sobreordeño
- escurrido ("stripping")
- ordeño discontinuo

Factores ambientales:

- clima
- alimentación
- higiene
- traumatismo

Otras enfermedades:

- inespecíficas
- específicas

Los diferentes microorganismos pueden invadir el tejido de la glándula mamaria por diferentes vías: la piel, la linfa y la sangre, pero normalmente la vía más común es externa, penetrando por el canal del pezón.

CUADRO 7**PRINCIPALES AGENTES MICROBIANOS PRESENTES EN LA MASTITIS**

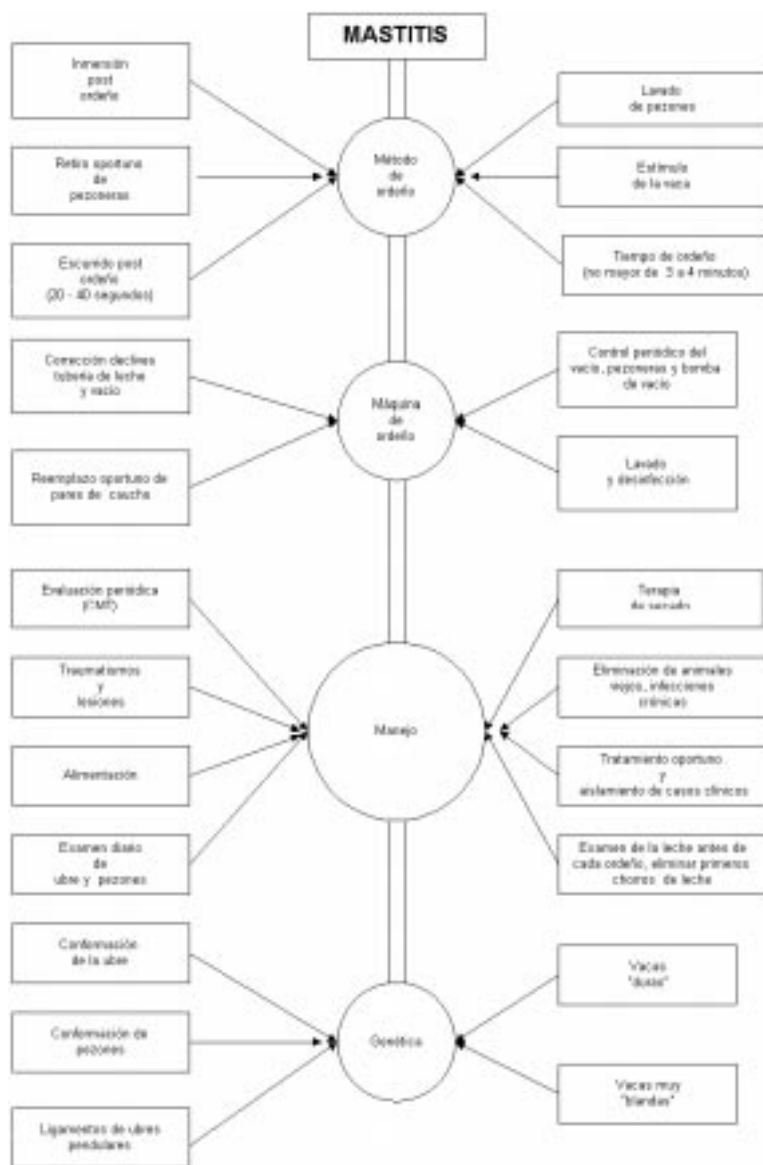
Streptococcus agalactiae
Streptococcus dysgalactiae
Streptococcus uberis
Staphylococcus aureus
Coliformes
Pseudomonas

La información estadística de varios países señala que la mastitis no ha disminuido en los últimos 30 años y que el 50% del ganado lechero se encuentra afectado por esta enfermedad, como promedio, en dos de sus cuartos.

Estas cifras impresionantes pueden deberse a muchos factores como son las exigencias a que son sometidas las vacas lecheras para producir mayores volúmenes de leche en lactancias más largas y al mayor empleo del ordeño mecánico, en los casos en que su uso no es el correcto.

De acuerdo a la definición de mastitis **clínica**, sabemos que ésta puede ser detectada fácilmente por sus manifestaciones aparentes y cualquier ordeñador con algo de experiencia puede reconocerla.

No sucede lo mismo con la mastitis de carácter **subclínico** y es por esto que la gravedad del problema es mayor. En primer lugar, porque son pocos los que conocen, en su real magnitud, la gran difusión de este tipo de mastitis y su incidencia en la salud y la economía. Debido a esto, se hace necesario insistir sobre la importancia de este tipo de mastitis, teniendo en cuenta que se presentan entre 15 a 40 veces más que las mastitis clínicas, a las que normalmente preceden. Por otra parte, las mastitis subclínicas son de duración larga y difíciles de diagnosticar, merman el volumen de producción y provocan nocivos efectos en la calidad.



FACTORES CRITICOS

5.2. Consecuencias

Las consecuencias que provoca una infección mastítica son variadas, dependiendo del tipo de infección y del grado en que ésta se presenta. A continuación se citan las más importantes:

- pérdida de cuartos mamarios,
- eliminación prematura de vacas lecheras, pudiendo alcanzar hasta un 6% de los animales infectados,
- muerte; generalmente la mortalidad de los animales afectados por mastitis es baja, entre 0.05 a 0.1%,
- acortamiento del período de lactancia,
- alteraciones digestivas de tipo diarreico y a veces muerte de terneros alimentados con leches mastíticas,
- transmisión de infecciones al hombre. Los tratamientos térmicos a los que se somete la leche en la industria, en el caso de *Staphylococcus aureus*, destruyen al microorganismo pero no la enterotoxina que éste produce, en razón de su termorresistencia; de pasar al hombre, provocan toxinfecciones de carácter grave,
- trastornos alérgicos de variable gravedad para el hombre, debido a la presencia de residuos de antibióticos que permanecen en la leche como consecuencia de la terapia de los animales enfermos,
- aumento de los costos de producción por concepto de gastos veterinarios, compra de antibióticos y manejo especial de los animales enfermos,
- alteración en la preparación de productos fermentados por parte de la industria lechera, como yoghurt y queso,
- modificaciones físico-químicas de la leche:
 - disminución de la materia grasa entre 5 a 12%
 - disminución de los sólidos no grasos entre 5 a 12%
 - disminución de la caseína total, entre 5 a 8%, aumentando solamente la κ -caseína.
 - aumento del nitrógeno sérico en un 20%

- disminución de la lactosa entre un 10 a 20%
- aumento del sodio y cloro y disminución del fósforo y calcio
- disminución de la vitamina B₂ y vitamina C
- aumento de las enzimas catalasa, fosfatasa ácida y arylestearasa

Resulta evidente que las variaciones en la composición de la leche citadas anteriormente cambian sustancialmente la calidad de la misma como materia prima, con la consecuente baja en el valor nutricional que afecta directamente a la salud pública, además de incidir negativamente en los procesos tecnológicos como por ejemplo:

- reducción de la capacidad de coagulación de las proteínas,
- disminución de la termoestabilidad de la leche,
- influencia desfavorable sobre el sabor y tiempo de conservación de los productos,
- alteraciones en la calidad de la leche pasteurizada y de la leche en polvo,
- disminución de la capacidad acidificadora en los quesos,
- modificaciones indeseables en el sabor de los quesos,
- fermentaciones indeseables y catabolismo protéico,
- influencias negativas sobre la calidad y formación de aromas en mantequilla.

Lo anterior revela que las pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis pueden ser cuantiosas y esto ha sido demostrado por numerosos estudios. De acuerdo a las estadísticas, la distribución de estas pérdidas sería la siguiente:

Disminución de la producción de la leche	70%
Muertes o eliminación prematura	15%
Alteraciones de la leche	8%
Tratamientos y asistencia	8%

Sin embargo, nada se logra con saber las funestas consecuencias de esta enfermedad y conocer, o muchas veces suponer, que un alto porcentaje de nuestros animales están afectados de mastitis, si no se toman las medidas estratégicas para lograr un control efectivo.

Un programa de control, para que sea efectivo, depende en gran parte de métodos de diagnóstico precisos y de realización sencilla.

CUADRO 8

MÉTODOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA MASTITIS

Examen clínico

Métodos químicos:

- pH
- cloruros
- catalasa
- seroalbúmina (monomastest)
- Whiteside Test
- California Mastitis Test
- Wisconsin Mastitis Test
- enzimático
- viscosímetro (Rolling Ball Viscosimeter)

Métodos confirmatorios:

- Prescott & Breed
- Coulter Counter
- Optical Somatic Cell Counter
- Fossomatic

Examen bacteriológico:

- *Stafilococcus*
 - Hemolítico
 - Coagulasa
 - Fermentación anaeróbica de glucosa y manitol
- *Streptococcus (agalactiae)*:
 - prueba de CAMP
 - desdoblamiento de la esculina
 - hidrólisis del hipurato

Otros métodos de diagnóstico bacteriológico:

- Medio de Edwards para *Streptococcus*
- Medio de TKT/FC y agar telurito glicina (placas desechables)
- Prueba de frotis

5.3. Estrategia de control de la mastitis

La gran variedad de factores que interactúan en la mastitis y, de manera especial, los diversos microorganismos patógenos involucrados, impiden la erradicación de esta enfermedad. No obstante, es posible y debe lograrse el control de la misma, reduciéndola a niveles mínimos. Esto puede alcanzarse con medidas de control preventivo que logren evitar que la mastitis alcance la población de vacas lecheras.

A pesar de que la mastitis es considerada como una de las enfermedades que provoca las más altas pérdidas económicas en las explotaciones pecuarias, en muchos países los programas de sanidad animal no contemplan el control de esta enfermedad. Posiblemente, esto se deba a que no se ha demostrado cabalmente a las autoridades pertinentes el daño que produce esta enfermedad, para así iniciar programas de control a nivel nacional.

A lo anterior, debe sumarse el poco interés del productor lechero por dar solución a este problema, debido a que no es una enfermedad que produzca impacto y alarma sobretodo si el productor solamente se percata de los animales que sufren mastitis clínica y, desde el punto de vista de las pérdidas económicas, lo considera despreciable. Recordemos que este tipo de mastitis no es el que más nos debe preocupar sino el del tipo subclínico, más difícil de detectar y que, por lo general, por cada 14 a 40 casos de este tipo de mastitis, solamente se tiene una del tipo clínico.

Un programa de control de la mastitis, debe perseguir dos objetivos fundamentales:

- eliminar las infecciones antiguas y
- evitar nuevas infecciones.

Para alcanzar estos objetivos, la estrategia de control debe contemplar las siguientes medidas, que necesariamente tienen que aplicarse en conjunto, sin excepción de ninguna de ellas, porque de ser aplicadas en forma aislada conducirían al fracaso.

Las infecciones existentes pueden ser eliminadas por recuperación espontánea, eliminación del animal, o por tratamiento con antibióticos. La recuperación espontánea se da con frecuencia, en aquellos casos de mastitis leves, pero muy rara vez en los casos de infecciones establecidas.

Eliminar los animales es recomendable en caso de infecciones crónicas, pero evidentemente no es práctica la eliminación de cada vaca infectada de un rebaño. Lo más recomendable para erradicar la mayoría de las enfermedades existentes, es el empleo de la terapia con drogas.

Exceptuando los casos clínicos, donde se debe proceder con prontitud y mediante un adecuado tratamiento, las infecciones subclínicas responden mejor al tratamiento durante el período de secado, resultando la tasa de curación dos veces más alta cuando se hace en este período que durante la lactancia, con el beneficio adicional de evitar que residuos de antibióticos pasen a la leche, creando problemas de salud pública a la vez que tecnológicos en la industria.

Para impedir nuevas infecciones, dentro de un programa de control, es necesario tener en cuenta las siguientes medidas:

5.4. Medidas generales para un correcto manejo

Deben considerarse todos los factores que predisponen a la mastitis como por ejemplo: selección genética, alimentación, higiene, traumatismos y lesiones, eliminación y reemplazo de los animales viejos y con infecciones crónicas, tratamiento oportuno y aislamiento de los casos clínicos, orden apropiado de los animales durante el ordeño, control de enfermedades específicas, evaluación mensual del rodeo mediante un método aplicable al pie de la vaca para conocer el estado sanitario del plantel y el examen físico de la ubre, pezones y leche antes de cada ordeño, con el fin de detectar anomalías.

5.5. Apropiado diseño, funcionamiento y mantenimiento de los equipos de ordeño

Es imprescindible corregir los defectos técnico-mecánicos de los equipos de ordeño como, por ejemplo, declives de las tuberías de leche y vacío, y hacer un control periódico de las partes más importantes del equipo como ser los niveles de vacío, pulsadores, pezoneras y bomba de vacío. Todo esto debe ser acompañado con la aplicación de una pauta adecuada en la higiene de los equipos luego de cada ordeño.

5.6. Método de ordeño

Es muy importante emplear un correcto procedimiento de ordeño que se relacione con aspectos de higiene donde es recomendable atenerse al siguiente procedimiento: lavado de los pezones con agua circulante, secado de los mismos con toalla desechable, desinfección de las manos del ordeñador; lavado de las pezoneras con flujos de agua caliente antes de cada ordeño; inmersión (“dipping”) de todos los pezones en solución desinfectante después de cada ordeño.

Antes de colocar las pezoneras, el animal debe ser adecuadamente preparado mediante el estímulo manual de la ubre o por acción del agua durante el lavado. Esto permite la bajada de la leche de manera más fácil, reduce la irritación, el tiempo de ordeño y evita ordeños incompletos.

Al término del ordeño de cada vaca, debe practicarse el escurrido por 10 a 20 segundos. No deben mantenerse las pezoneras puestas por más de 3 a 4 minutos. Debido a que existen diferencias entre vacas y entre pezones de una misma vaca, es conveniente el uso de mangueras transparentes para que el ordeñador se percate del momento en que el animal ha dejado de producir leche, retirando las pezoneras a tiempo. En cuanto a los ordeñadores, es necesaria su capacitación y además disponer de un número suficiente dentro de la sala de ordeño, que estará en relación directa con el número de unidades de ordeño. Se estima que un ordeñador puede atender eficazmente no más de 4 vacas (2 por lado) controlando todo el proceso de ordeño.

5.7. Desinfección por inmersión post ordeño

Consiste en el sumergimiento de los pezones en una solución desinfectante, luego de cada ordeño. El baño del pezón o inmersión, reduce las infecciones porque elimina los restos de leche de la punta del pezón que resultan un buen medio de cultivo para las bacterias, elimina los microorganismos presentes en este lugar y deja una pequeña cantidad de desinfectantes, que quizás no tenga mayor importancia, ya que permanece activo por muy poco tiempo. Un buen baño de pezón inmediatamente de terminado el ordeño, reduce las infecciones en un 50% o más. Este es el procedimiento más efectivo disponible en la actualidad para reducir las tasas de nuevas infecciones y no se debe omitir en un rebaño lechero. Para obtener buenos resultados con este procedimiento, debe tenerse en cuenta que no todos los baños de pezón son igualmente efectivos. Un adecuado baño de pezón debe tener las siguientes características:

- pH estable,
- no debe ser irritante,
- efectividad alta, mayor al 50%,
- poseer propiedades emolientes,
- tener un colorante que permita controlar su empleo.

CUADRO 9

EFICIENCIA DEL BAÑO DE PEZÓN LUEGO DE SU APLICACIÓN POR SEIS MESES

GRADO CMT	CON INMERSIÓN	SIN INMERSIÓN
N	40%	—
T	35%	hipoclorito de sodio 3,800ppm
1	20%	60% cloro activo
2	5%	20% p>0,01 desde el 2° control, 60 días
3	—	—
CMT	= California Mastitis Test	N = negativo
p	= nivel de significancia estadística	T = trazas

5.8. Terapia de secado

Como se viera, el baño de pezón tiene eficacia sobre las bacterias ubicadas en el extremo del pezón pero no tiene acción sobre infecciones ya existentes, para las cuales debe aplicarse una terapia adecuada. El baño y la terapia de secado son herramientas fundamentales en todo programa de control de mastitis.

5.9. Capacitación

Los programas de control deben contemplar una adecuada capacitación del personal relacionado con la producción lechera; propietarios, ordeñadores, profesionales, etc., con el objeto de dar a conocer la importancia de las medidas y normas a seguir.

5.10. Incentivo

Este es un factor importantísimo quizás porque, en última instancia, decide el éxito o el fracaso del seguimiento de las normas del programa de control. Por lo tanto, debe tenerse presente un incentivo económico, mediante un pago diferenciado de la leche en base a su calidad.

5.11. Costo

Cualquier programa de control debe contemplar en su planificación y ejecución un análisis de costo, teniendo en cuenta que para que tenga éxito debe retornar con creces las inversiones realizadas y esto va a depender de ciertos principios básicos:

- debe ser práctico de realizar,
- debe ser efectivo para reducir la mastitis,
- debe ser más barato que la enfermedad, y
- debe demostrar al productor resultados positivos.

Todas estas medidas pueden y deben aplicarse sin que sea necesario un diagnóstico previo de la enfermedad.

Posiblemente, en un programa de control nacional, el diagnóstico de esta enfermedad debería llevarse a cabo en laboratorios centrales para que, en concordancia con los resultados, se concentre la acción mediante campañas de control, dirigidas a aquellos rodeos que presenten mayores problemas. Otra alternativa, es la de dejar en manos de las industrias receptoras de leche y éstas en su técnico veterinario, el control de los predios productores, manejándose con un programa de control común. Pero ninguna de estas alternativas puede alcanzar éxito, si no se tiene un fuerte apoyo por parte del gobierno, y los reglamentos legales correspondientes.

6. Contaminación de la leche por antibióticos

Existen inhibidores naturales de microorganismos en la leche aunque el combate se haga principalmente en base al uso de antibióticos.

CUADRO 10

INHIBIDORES NATURALES DE LA LECHE

NOMBRE	REFERENCIA	PROPIEDADES
Lactenina	Jones & Simms, 1930 Auclair et al, 1935 Morris, 1945	Dos tipos, especialmente en calostro (poco activa en anaerobiosis); efecto menor en la leche Factor específico contra ciertos coliformes
Inmunoglobulinas	Sinnel, 1966	
Pseudoglobulinas	Vedamuth et al, 1974	Inhibición de propionibacterias en suero
Hormonas	Lestes & Hecher, 1958	
Ácidos grasos libres	Maxcy & Chandan, 1962	Inhibición lactobacilos <i>Sc. Lactis</i>
Leucocitos	Whitehead & Cox, 1956	Fagocitosis

La cantidad de antibióticos que llega a la leche depende del tipo de preparado (componente activo y vehículo), dosis y forma de aplicación, producción de leche del animal tratado, tipo y grado de afección mamaria y tiempo que media entre el tratamiento y el ordeño.

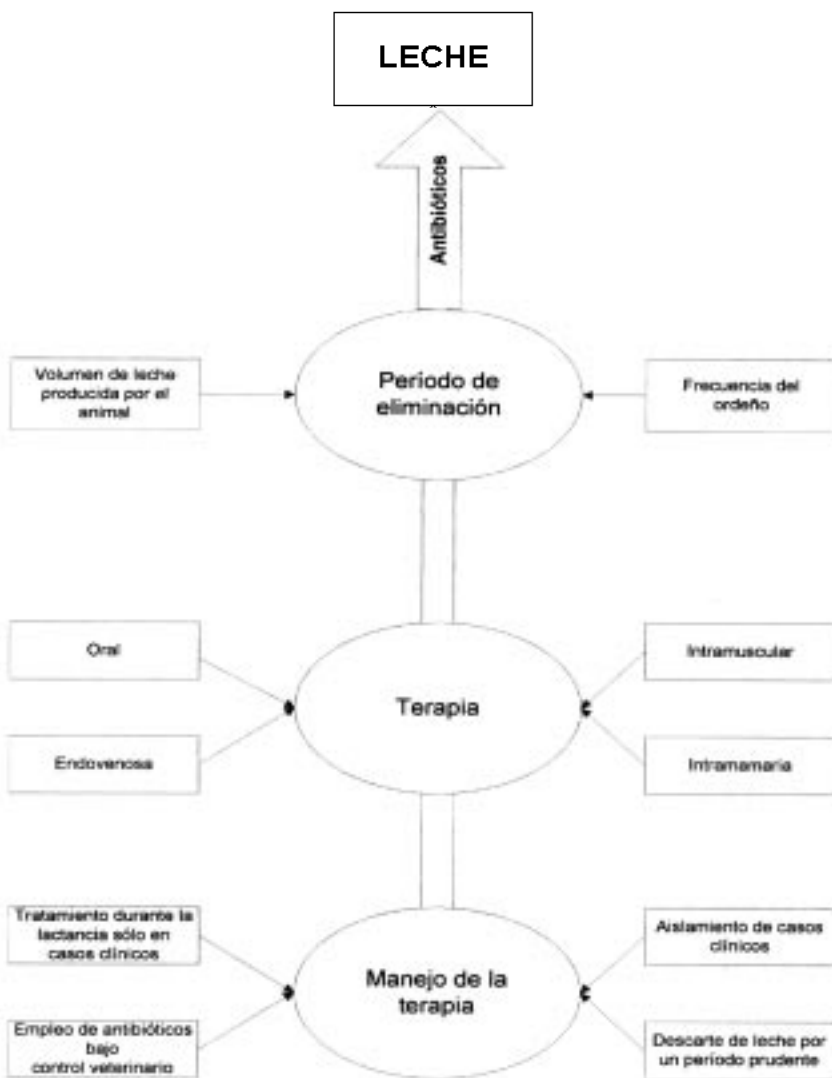
CUADRO 11

CAUSAS DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS DE PENICILINA EN LOS SUMINISTROS DE LECHE

Errores de orientación y prácticas inadecuadas	42%
• incorrecta aplicación de recomendaciones	22%
• recomendaciones equivocadas	6%
• uso de ungüentos y sustancias que contengan penicilina	7%
• limpieza insuficiente de la máquina de ordeño	7%
Comunicación y difusión insuficiente en el predio	42%
Partos prematuros en el período seco	8%
Adquisición de vacas tratadas con penicilina	3%
Causas desconocidas	5%
Total	100%

La administración ya sea oral, intramuscular o intravenosa, tiene menos importancia, desde el punto de vista de higiene de leche, que la aplicación por vía intramamaria. Esta última es la más usada para el tratamiento de la mastitis, dependiendo la cantidad de antibióticos eliminada por la leche del tipo de preparado, dosis, intervalos entre tratamiento y ordeño, número de ordeños, producción de leche y factores individuales.

Los preparados con base hidrofoba, presentan un tiempo de eliminación más prolongado que aquellos con base acuosa.



PUNTOS CRÍTICOS

Cuando se introduce un antibiótico en la ubre, éste se distribuye en el tejido mamario por los conductos galactóforos y es transferido al torrente sanguíneo por un mecanismo físicoquímico que depende del valor de pK_a (valor de disociación) del preparado, valor de pH del plasma sanguíneo, proteína ligada al antibiótico y valor de pH de la leche. Debido a esto, la reabsorción del producto es muy variable de acuerdo al preparado y al animal.

De la dosis administrada a la glándula mamaria, una parte es absorbida pasando al torrente sanguíneo, otra es inactivada por la leche y los productos generados por la infección y el resto, que es la mayor parte, es excretada a la leche durante los ordeños posteriores.

Existe una correlación negativa entre el tiempo de eliminación del antibiótico y el volumen de leche producido por el animal. Los animales de baja producción demoran en excretar el preparado, principalmente por la mala absorción y secreción de los cuartos afectados. El ordeño frecuente aumenta el efecto de dilución y por lo tanto acorta el tiempo de eliminación del antibiótico.

Por otra parte, no sólo la leche de los cuartos tratados es la que se contamina. Se ha podido comprobar, en algunos casos, actividad antibiótica en los cuartos vecinos no tratados, actividad que permanece, por lo general, durante un período de tiempo igual a la mitad del observado para los tratados. Es posible que esta situación se produzca por difusión pasiva entre la sangre y la leche y también por difusión directa entre los tejidos mamarios.

Debido a que los antibióticos de aplicación intramamaria son de fácil aplicación y generalmente baratos, dado que usualmente no se consulta al médico veterinario para su aplicación, se han hecho muy populares en las explotaciones lecheras y la consecuencia inmediata de esto es su reconocimiento como la principal causa de aparición de residuos de antibióticos en la leche.

6.1. Problemas que plantean los antibióticos

Los antibióticos, sulfamidas y nitrofurados, cuando se encuentran presentes en la leche ocasionan graves problemas en la salud pública y en los procesos tecnológicos.

6.1.1. Importancia en la Salud Pública

En la actualidad no se conocen informes sobre intoxicaciones provocadas por antibióticos de uso común ingeridos a través de la leche y se explica porque sus concentraciones resultan ser muy bajas como para provocar un efecto tóxico, con la excepción, posiblemente, del cloranfenicol, que es capaz de producir, de acuerdo a algunos investigadores, anemia plástica por depresión de la médula ósea, al suministrarse dosis bajas por períodos cortos de tiempo. No obstante lo anterior, subsiste la duda de si el consumo de antibióticos por el hombre, a través de alimentos contaminados, puede alcanzar niveles que determinen una toxicidad de tipo crónico, motivo más que suficiente para prohibir la presencia de éstos en los alimentos.

Otro de los problemas que ocasiona en el ser humano el antibiótico presente en la leche, lo constituyen las reacciones de tipo alérgico que se producen luego de un período de sensibilización, en el cual se generan en el sistema retículo endotelial anticuerpos contra la droga administrada que actúa como antígeno. El contacto con los antígenos, continuado o periódico, provoca la reacción alérgica que resulta desproporcionada con la dosis ingerida.

Al respecto, el problema se plantea en dos preguntas: la ingestión continuada de leche que contenga residuos de antibióticos, es capaz de producir alergias? La segunda interrogante es: un individuo sensibilizado puede presentar cuadros alérgicos al consumir leche contaminada? Con respecto a la primera interrogante, son muy diversas las opiniones, no existiendo pruebas determinantes. En cuanto a la segunda pregunta, la respuesta es afirmativa para el caso de varios antibióticos. La OMS establece que para el caso de administración

oral de 40 UI de penicilina, esta dosis puede provocar graves reacciones, lo que permite suponer que no deberían permitirse la presencia de cantidades trazas en la leche.

Además del problema de las reacciones alérgicas, los antibióticos presentes en la leche pueden provocar los siguientes efectos en el consumidor:

- alteración de la flora intestinal,
- estimulación de bacterias antibiótico-resistentes,
- desarrollo de microorganismos patógenos, y
- reducción de la síntesis de vitaminas.

Desde el punto de vista de la salud pública, el establecer límites máximos permisibles en cuanto a contenido de antibióticos en la leche resulta muy difícil y el uso de un límite inferior sólo debe considerarse como solución transitoria, siendo imperioso llevar a cabo mayores investigaciones en el tema.

Por lo anterior, la tendencia debe inclinarse hacia la limitación en el uso de estos preparados, por la vía de una adecuada selección genética, buen manejo del ganado, control sobre su utilización y principalmente, toda medida que contribuya a disminuir la incidencia de mastitis.

6.1.2. Problemas Tecnológicos

La producción de productos fermentados es la más afectada en la industria cuando en la leche recibida están presentes residuos de antibióticos, provocando grandes pérdidas en calidad y, por ende, económicas.

Por ejemplo, las bacterias empleadas en la fabricación de yoghurt, *L. bulgaricus* y *Strep. termophilus* resultan ser unas de las más sensibles a los antibióticos. Las bacterias, por efecto de los antibióticos, presentan cambios morfológicos y pueden darse situaciones en que los cultivos iniciadores sean reemplazados por microorganismos

indeseables, provocando la inutilización del producto o que se convierta en peligroso para su consumo.

Además de los efectos en los productos lácteos fermentados, la industria se ve perjudicada en pruebas de control de calidad a la que es sometida la leche a nivel de recepción. Tal es el caso del test de tiempo de reducción del azul de metileno, TRAM, que aumenta cuando la leche está contaminada con antibióticos, lo que trae como consecuencia un error en la clasificación de la leche.

Por otra parte, aún persiste la creencia errónea de que los tratamientos térmicos a que se somete la leche destruyen las sustancias inhibidoras y, en forma particular, los antibióticos. Sin embargo, un informe de 1967 de la Federación Internacional de la Lechería señala que la penicilina pierde solamente un 8% de su actividad luego de la pasteurización.

Un tratamiento térmico más exigente (90°C por 30 minutos), destruye el 20% de la actividad de la penicilina y la esterilización un 50%.

En el cuadro siguiente, se muestra un resumen con respecto a la termoestabilidad de los antibióticos frente a diferentes tratamientos.

CUADRO 12

TERMOESTABILIDAD DE ANTIBIOTICOS

Antibiótico	% de destrucción según el tratamiento térmico		
	Pasteurización	90° C/30 min	100°C/30 min
Penicilina	8%	20%	50%
Estreptomicina	-	-	66%
Neomicina	-	-	66%
Clorotetraciclina	-	-	90%
Oxitetraciclina	-	-	90%
Cloranfenicol	-	-	-

A continuación se muestran los principales efectos provocados por los antibióticos en la industria.

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES EFECTOS PROVOCADOS POR LA PRESENCIA DE ANTIBIÓTICOS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

Queso y productos fermentados

- demora en la acidificación,
- demora en la coagulación,
- coagulación deficiente,
- disminución de la retención de agua,
- desarrollo de microorganismos indeseables,
- alteración de las características normales del producto:
 - cuerpo débil,
 - textura blanda,
 - sabor amargo (excesiva acción del cuajo),
 - consistencia arenosa (yogurt),
- interferencia en la formación de aroma en mantequilla fermentada.

En el siguiente cuadro se identifican algunos microorganismos lácticos y su sensibilidad a la penicilina, estreptomina y clortetraciclina:

CUADRO 13

CULTIVO	INHIBICION POR ANTIBIOTICOS					
	PENICILINA u.i./ml		ESTREPTOMICINA gamas/ml		CLORTETRACICLINA gamas/ml	
	parcial	total	parcial	total	parcial	total
<i>Strp. cremoris</i>	0,05-0,17	0,1-0,5	-	-	-	-
<i>Strp. lactis</i>	-	-	-	-	-	0,5
<i>Strp. thermophilus</i>	0,0017- 0,17	0,025- 0,05	0,5-5,0	-	0,001- 0,01	0,3
<i>Lb. acidophilus</i>	0,3-0,6	0,1-0,3	-	-	-	0,3-0,5
<i>Lb. casei</i>	0,3-0,6	0,05-5,0	-	-	-	0,05
<i>Lb. helveticus</i>	0,3	-	0,1-0,5	-	-	-
<i>Lb. lactis</i>	-	0,05-0,3	-	-	-	0,3-3,0
cultivo mantequilla	0,017 0,17	-	0,1-0,2	-	0,01 0,1	-
cultivo inicial para quesos	0,20 0,05	0,02 0,50	0,04 -	- -	0,02 0,025	- -

Ref.: Krack y Tolle, 1967.

6.2. Estrategia de control de antibióticos

6.2.1. Objetivos

- * crear conciencia del problema,
- * diagnosticar el problema.

6.2.2. Centralización de datos

Recabar y organizar información sobre:

- diagnóstico de la situación nacional,
- desarrollo de las investigaciones,
- diagnóstico de la situación a nivel de productores de leche:
 - magnitud de incidencia,
 - volumen de producción,
 - época del año; curva de pariciones.

6.2.3. Establecimiento de un programa adecuado de control

A nivel de recepción en la industria

- análisis periódico de la leche,
- considerar el parámetro de detección de inhibidores en el esquema de pago de leche (legislación).

A nivel del predio productor de leche

- control de la mastitis (terapia con antibióticos durante el período de secado de las vacas),
- estricto control sobre venta y uso de antibióticos,
- adición de colorantes a los preparados de antibióticos de uso intramamario,
- manejo de las vacas tratadas (descartar la leche de vacas tratadas con antibióticos, por un período de tiempo prudencial).

6.2.4. Educación

Se requiere una acción conjunta y coordinada entre las instituciones de gobierno, industrias lecheras, escuelas técnicas, universidades, etc.

7. Contaminación de la leche por metales

El uso de materiales poco apropiados durante el ordeño, manipulación, almacenamiento y transporte de la leche, así como la contaminación de los alimentos y aguas que ingiere el animal, provocan contaminaciones con metales.

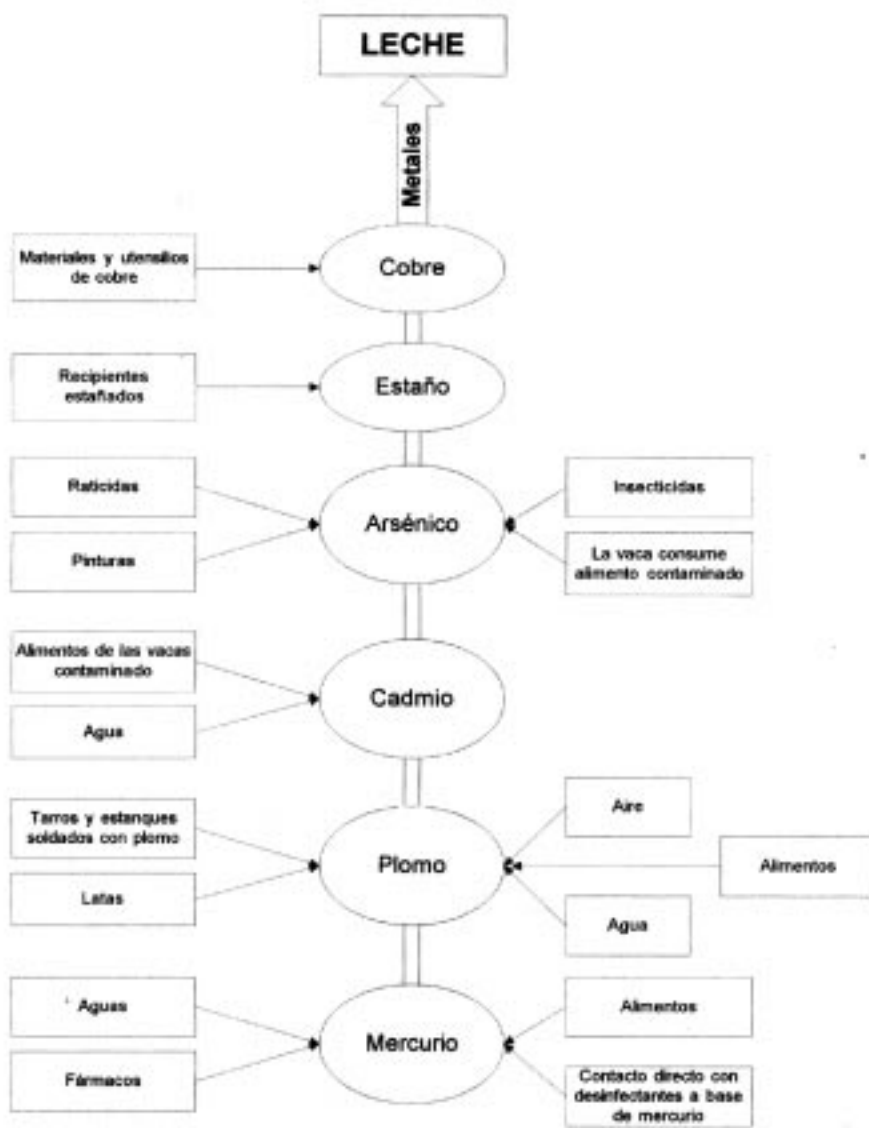
Si bien es cierto que generalmente el animal actúa como un filtro biológico de los alimentos consumidos, las modernas técnicas analíticas han permitido la detección de trazas de diferentes elementos que hasta no hace mucho resultaban imposibles de determinar.

De los elementos contaminantes a considerar, deben tenerse en cuenta, desde el punto de vista toxicológico, el mercurio, el plomo, el cadmio y el arsénico como altamente tóxicos, en tanto que el estaño y el cobre como tóxicos cuando se consumen en grandes cantidades. Finalmente, el hierro, sólo como un elemento deficitario en la leche, esencial en la nutrición humana y catalizador de la oxidación de las grasas.

Es posible encontrar el **mercurio** en el medio ambiente bajo diferentes formas químicas de toxicidad variable. Industrialmente, es empleado en procesos electro-químicos destinados a la fabricación de cloro e hidróxido sódico y en la agricultura como compuesto de mercurio de acción fungicida.

La problemática que presenta este elemento es que al ser vertido en forma de residuos en cursos de agua, se transforma en metil-mercurio que es mucho más nocivo. Es por esto que actualmente existe la tendencia a creer que la mayor parte del mercurio encontrado en tejidos biológicos tiene su origen principal en desechos industriales y, en menor cuantía, por la aplicación de compuestos de mercurio en la fumigación.

Son variados los caminos de llegada a la vaca: aguas, alimentos, fármacos o contacto directo con desinfectantes a base de mercurio.



PUNTOS CRÍTICOS

Sólo una pequeña porción de este elemento, una vez ingerido, pasa a la leche, ligándose a la parte grasa en cierta porción y quedando el resto disperso en ella. En el caso de leche descremada, la unión se produce a nivel de la caseína ácida y proteínas del suero.

Desde el punto de vista de la salud pública, las consecuencias, en casos de intoxicaciones agudas, son trastornos neurológicos, encontrándose en los tejidos bajo la forma de metil-mercurio.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud, FAO/OMS, han establecido un consumo tolerable semanal no mayor a 0,005 mg de mercurio total por kilogramo de peso. En el caso de metil-mercurio, el valor baja a 0,0033 mg.

Los valores normales de mercurio en la leche, de acuerdo a recientes investigaciones, estarían por debajo de 1 μg por kilogramo, valor que no presentaría ninguna peligrosidad. No obstante, es recomendable el empleo de alimentos que contengan bajos niveles de mercurio y evitar el uso de desinfectantes que los contengan.

El **plomo** es otro de los metales contaminantes y se encuentra en la naturaleza. El hombre lo toma del aire, alimentos y del agua que bebe.

La leche, bajo condiciones normales de producción y procesamiento, no debería entrar en contacto con este elemento, salvo en el caso en que su transporte se haga en tarros con soldaduras de plomo o que se envase en latas.

Los estudios realizados con el objeto de determinar la incidencia de la contaminación de la leche por ingestión de alimentos contaminados, han determinado que es muy poco el plomo ingerido que luego es detectado en la leche.

De lo anterior se desprende que en la detección de niveles muy altos de plomo en la leche, con seguridad deberán atribuirse a contaminaciones con recipientes o aguas de lavado antes, durante o posteriormente al proceso de industrialización.

El plomo es un veneno acumulativo y su toxicidad puede darse bajo tres formas diferentes: inhibición de la síntesis de hemoglobina pudiendo provocar anemia, encefalopatía en el tejido nervioso y en los sistemas vegetativos.

FAO/OMS han establecido un consumo tolerable semanal y transitorio igual a 0,05 mg de plomo por kilogramo de peso.

Los valores encontrados en la leche varían entre 2 a 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$, no revistiendo ningún peligro para la salud pública.

De acuerdo a lo anteriormente expresado, deben tomarse precauciones como, por ejemplo, evitar el uso de equipos o tarros lecheros que tengan soldaduras de plomo y el empleo de aguas contaminadas con este metal.

El **cadmio** también se encuentran en la naturaleza y muy unido al cinc. Es empleado en la fabricación de algunos pesticidas y fertilizantes, aumentando con ello el riesgo de contaminación. Es un veneno de carácter acumulativo y la contaminación de la leche frecuentemente se produce cuando la vaca consume alimentos y aguas contaminados con este elemento. El cadmio tiene la particularidad de combinarse con la crema, caseína y proteínas del suero.

Los estudios llevados a cabo en la leche indican que el contenido de cadmio se encuentra por debajo de 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de leche, no resultando peligrosa esta cantidad para la salud pública.

FAO/OMS señalan un consumo tolerable para el hombre de 400 a 500 μg por semana, lo que equivaldría aproximadamente a 1 μg por kilogramo de peso vivo diario.

El **arsénico** puede llegar a la leche por un inadecuado manejo de productos tales como raticidas, pinturas e insecticidas que contienen este elemento. No obstante, algunos investigadores sostienen que el principal origen de su presencia en la leche es a través de animales que comen pastos u otros alimentos en zonas contaminadas.

Este elemento tiene efectos acumulativos y gran afinidad por los glóbulos rojos de la sangre. Los niveles permitidos para la leche son de 0,1 mg/kg en Gran Bretaña y 0,15 mg/kg en Australia.

FAO/OMS han determinado como tolerable una ingestión diaria para el ser humano de 0,05 mg/kg de peso.

El **estaño** es un elemento fundamental para la formación de algunas enzimas y hormonas. Los recipientes revestidos de estaño resultan ser una fuente de contaminación de la leche, como es el caso de los tarros lecheros estañados, aunque su importancia es mayor cuando se destina este tipo de material para la construcción de estanques para la conservación de leches concentradas.

Desde el punto de vista de la salud pública, la ingestión de estaño en altas dosis provoca anemia e interrupción del crecimiento debido a disminución en el consumo de alimentos y una mala asimilación.

El estaño se acumula en el sistema nervioso central ya que es muy soluble en la grasa y estable en la sangre, permitiendo por esto su penetración.

Es escasa la información disponible sobre el contenido normal de estaño en la leche, resultando muy variables los rangos de tolerancia en los distintos países.

Debido a la baja toxicidad relativa del estaño, sólo se debe recomendar precauciones en cuanto al empleo de recipientes que contengan este metal, sobretodo si el producto ha de permanecer por mucho tiempo almacenado y, más aún, si permanecerá expuesto al aire ya que el oxígeno aumenta el nivel de contaminación.

El **cobre** se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y es esencial en la nutrición. La tolerancia para el hombre es muy amplia, no presentándose efectos perjudiciales con consumos inferiores a 0,5 mg/kg de peso al día.

La presencia de este metal no se vincula con problemas toxicológicos, sino con problemas de tipo organoléptico debido a su influencia en los procesos de oxidación de las grasas.

Con el objeto de reducir la contaminación directa o indirecta de la leche con este metal, deberían tomarse las siguientes precauciones:

- evitar el uso de utensilios y otros elementos capaces de contaminar el agua,
- evitar la presencia de materiales de cobre en todas aquellas partes que entran en contacto directo con la leche,
- en las operaciones de limpieza y desinfección, emplear solamente soluciones que eviten la absorción de cobre en paredes de tuberías y tanques de almacenamiento y
- emplear solución de ácido cítrico diluido (0,03 a 0,04%) en limpieza de tuberías y equipos de ordeño, al final de cada limpieza de rutina.

Finalmente, cabe señalar que con el avance tecnológico y la introducción del ordeño mecánico, ha aumentado el riesgo de la contaminación indirecta con cobre.

El **hierro** es uno de los metales esenciales para el hombre y el más abundante en su cuerpo, resultando deficitario en la mayor parte del mundo. La leche es muy pobre en hierro y cuando no está contaminada, pueden encontrarse cantidades aproximadas de 0,20 - 0,25 mg/kg, sufriendo variaciones entre vacas y durante la lactación, no influyendo en ningún caso la alimentación.

En la leche, este metal se encuentra unido a la membrana del glóbulo graso, a la lactoferrina y en menor porcentaje a la transferrina y lactoperoxidasa. La presencia de hierro en la leche es menos peligrosa que la del cobre, debido a que resulta menos acusada su incidencia en la oxidación de los lípidos.

Si bien FAO/OMS no consideran al hierro desde un punto de vista toxicológico, deben tomarse precauciones para prevenir problemas de

oxidación de las grasas, sobretodo en productos como mantequilla. Para ello debe prestársele máxima atención a los procedimientos de ordeño, limpieza y desinfección, empleando recipientes adecuados y aguas con un contenido bajo en hierro.

8. Contaminación de la leche por detergentes e higienizantes

El uso de detergentes y desinfectantes se ha hecho imprescindible en las explotaciones lecheras para evitar la proliferación de microorganismos en las superficies que entran en contacto directo con la leche, en las operaciones de ordeño, manipulación y almacenamiento de la misma, y es por ello que los compuestos usados tienen la oportunidad de llegar indirectamente a la leche.

8.1. Detergentes

Los detergentes pueden ser empleados solos o combinados con un desinfectante. Los ingredientes que por lo general, forman parte de los detergentes, pueden clasificarse como:

Alcalinos: hidróxido de sodio, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, fosfato trisódico y meta-, bi- o tetrasilicato sódico.

Ácidos: ácido clorhídrico, cítrico, fosfórico, acético, tartárico, fórmico, glucónico y sulfámico.

Agentes tensoactivos: alquilarilsulfonatos, compuestos de óxido de polietileno, compuestos cuaternarios de amonio y ácidos alquilamino carboxilos.

Agentes secuestradores: bifosfato tetrasódico, trifosfato pentasódico, tetrafosfato hexasódico, polifosfato sódico, tartrato sódico, ácido glucónico y sus sales, ácido cítrico y sus sales, ácido acético, etielendiaminotetracético (EDTA) y ácido nitrilacético (NTA).

Los detergentes destinados al lavado manual deben contener una gran proporción de álcalis suaves, con una pequeña cantidad de agentes humectantes y ablandadores de agua. Para la limpieza en circuito cerrado son necesarios detergentes con álcalis más fuertes, que compensen de esta manera la acción del cepillo en el lavado manual. Además, deben incluir agentes ablandadores de agua, pero no agentes humectantes que provoquen mucha espuma, debido a que dificultarían la circulación y enjuague.

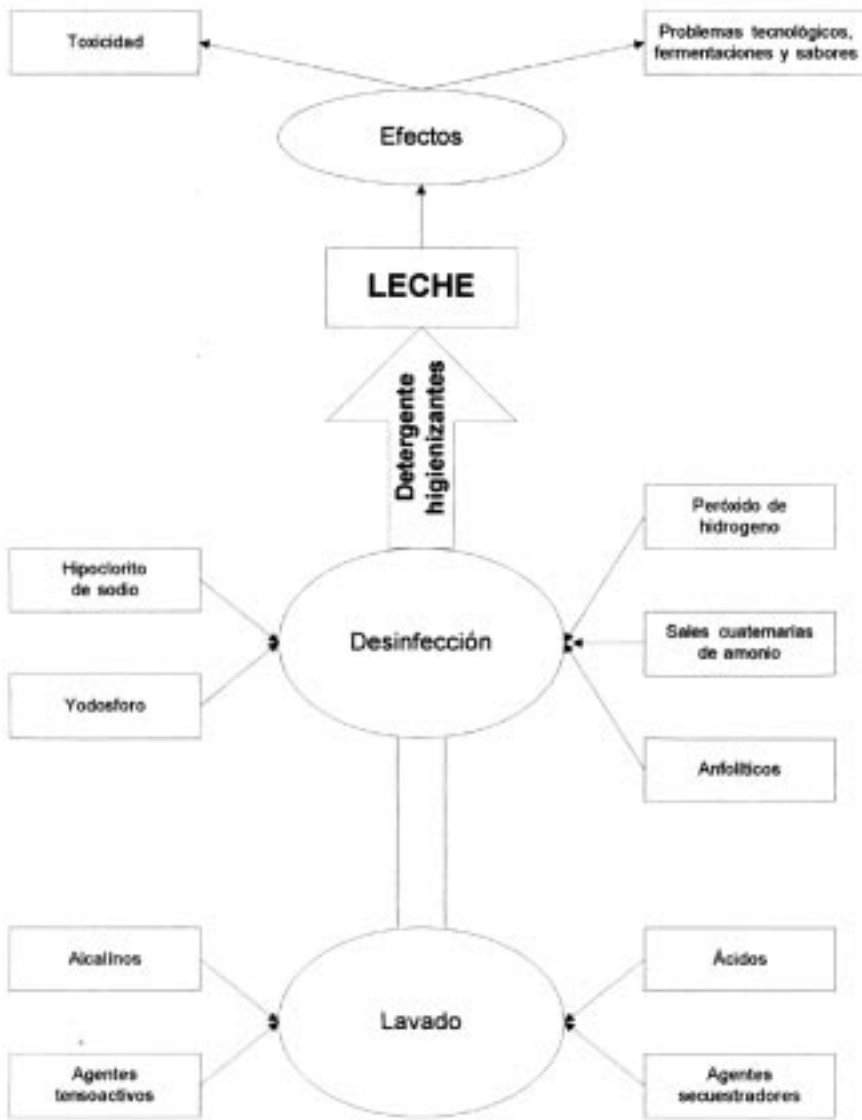
Es recomendable el uso de ácidos solamente en forma periódica, con el objeto de prevenir o eliminar la “piedra de leche”. Estos ácidos deben manejarse con mucho cuidado ya que tienen acción corrosiva sobre metales como aluminio, estaño y los galvanizados.

8.2. Desinfectantes

Los desinfectantes resultan elementos imprescindibles para el control de la contaminación microbiana de equipos de ordeño y estanques de almacenamiento.

Los desinfectantes pueden clasificarse en:

- hipoclorito de sodio o cálcico; ortofosfato trisódico clorado y ácido tricloroisocianúrico; todos ellos liberan cloro y generalmente se emplean asociados con un detergente alcalino,
- compuestos de amonio cuaternario; son variados y su alta producción de espuma impide su uso en circuitos cerrados,
- anfóliticos; el más característico es el dodecil-diamino-etilglicina,
- yodóforos; complejos de yodo que se unen generalmente con ácido fosfórico y agentes tensoactivos,
- agentes humectantes; que constan de ácido fosfórico o agentes humectantes aniónicos, y
- peróxido de hidrógeno que generalmente suele combinarse con el ácido peracético.



PUNTOS CRÍTICOS

Cualquiera de los compuestos mencionados es posible que llegue a la leche durante el ordeño o luego de éste, por efecto de su empleo en el baño de pezones o contaminación del equipo que se produce cuando no se enjuaga correctamente luego de la limpieza y desinfección.

8.3. Acción toxicológica de los desinfectantes

La acción toxicológica dependerá del producto. Así, por ejemplo, los ácidos y álcalis pueden provocar irritaciones locales y efectos corrosivos en caso de accidentes. Los agentes tensoactivos tienen una toxicidad realmente baja, pudiendo producir irritaciones en pieles delicadas. Los derivados del cloro tienen una acción tóxica debido a su poder desnaturalizante de las proteínas celulares y a la reacción de los aminoácidos que se originan de la digestión de las proteínas por el cloro. El cloro resulta mortal para el hombre, en dosis de 0,5 a 1 gramo de hipoclorito de sodio o calcio. Niveles bajo 25 mg por kilogramo de leche no tienen acción sobre la flora microbiana ácido láctica.

La acción tóxica del yodo es similar a la del cloro, siendo la dosis letal para el hombre de unos 2 gramos.

No obstante lo anterior, los residuos de yodo presentes en la leche pueden ser nocivos debido a su acción sobre la glándula tiroides. Niveles inferiores a 10 mg/kilogramo de yodo en la leche no tienen efecto inhibidores sobre la flora bacteriana láctica.

Finalmente, la toxicidad de los derivados del amonio cuaternario, está dada por la interferencia que produce sobre muchas funciones celulares, procesos enzimáticos y permeabilidad celular. La dosis letal para el hombre es de 1 a 3 gramos y cantidades entre 1 a 2 mg/kilogramo de leche pueden inhibir a microorganismos formadores de ácido.

9. Contaminación por bifenilo policlorados (BPC)

Los compuestos bifenilo policlorados poseen características químicas y físicas que los hacen apropiados para su uso en resinas sintéticas, pinturas, ceras, lubricantes, etc. Las contaminaciones detectadas en la leche han sido atribuidas a contaminación accidental del alimento consumido por las vacas, liberando el BPC no metabolizado a la leche y en parte a los tejidos ricos en grasa.

Lamentablemente, no se ha descrito aún el mecanismo de acción toxicológica de este compuesto.

Debido a la gran difusión del BPC en usos industriales, se han detectado residuos en algunos alimentos, entre ellos la leche.

Los niveles encontrados, si bien han sido bajos, preocupan por el hecho de que se ha encontrado en la leche humana, lo que estaría implicando un riesgo desde los primeros días de vida.

De acuerdo a la Federación Internacional de la Lechería, FIL, la recomendación con respecto a este compuesto es que su uso debería disminuir o desaparecer y además intensificar la investigación con el objeto de encontrar sustitutos del BPC, menos dañinos.

10. Contaminación por pesticidas

Con el nombre de pesticidas son designados un conjunto de compuestos químicos que se emplean en el combate contra plagas o parásitos en las explotaciones agropecuarias o en la industrialización de productos.

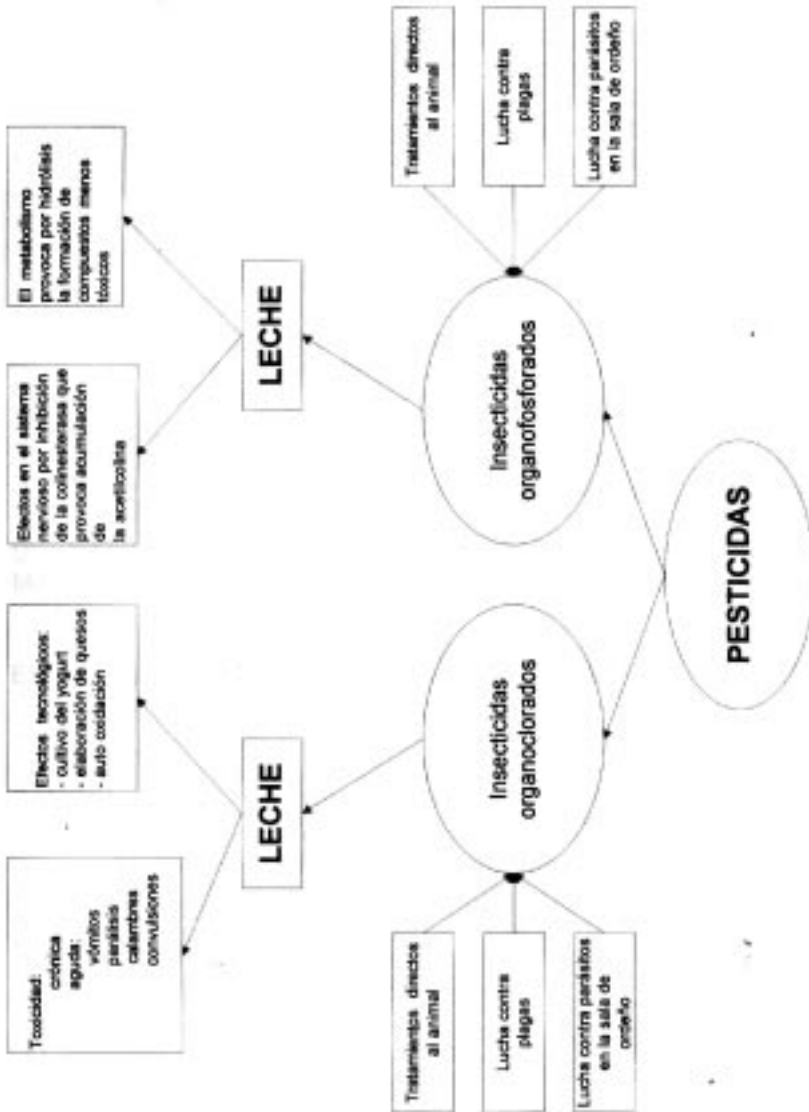
La llegada de los pesticidas desde el medio ambiente a la leche puede producirse por diferentes vías: lucha contra parásitos en salas de ordeño y dependencias anexas, pudiendo quedar el equipo de ordeño y las paredes contaminadas, los que a su vez contaminan la leche, y los tratamientos directos al animal, además de la lucha contra plagas en suelos y cultivos.

La peligrosidad de los pesticidas está dada en función a la dosis letal media (DL_{50}) que representa la dosis capaz de matar a 50 de 100 animales de laboratorio y que es equivalente al grado de toxicidad aguda.

Para el caso de la leche, el interés se centra preferentemente hacia la toxicidad crónica, que es la que se produce cuando se ingieren dosis bajas durante períodos de tiempo muy prolongados. En estos casos, debe conocerse la Ingestión Diaria Admisible (IDA) y los niveles de residuos tolerables en alimentos, lo que permitirá, en base a los estudios de degradación del producto, establecer los tiempos que deben trascurrir entre el tratamiento y la recolección o consumo del producto con el objeto de prevenir riesgos de contaminación.

Los insecticidas organoclorados pueden absorberse a través de la piel, mucosa o tracto digestivo, pasando directa o indirectamente al hígado. En este órgano son lentamente metabolizados para quedar almacenados en las células grasas.

Debido a su naturaleza lipolítica y relativa estabilidad, la mayoría de los insecticidas clorados y sus metabolitos son eliminados al exterior a



PUNTOS CRÍTICOS

través de la leche. La velocidad de excreción en la leche depende, entre otros, del estado de lactación, volumen de grasa producida al día, raza, naturaleza del pesticida, cantidad ingerida al día, duración de la ingestión, etc.

En algunos casos la eliminación puede producirse hasta 170 días, y a veces más, luego de la administración del alimento.

Los resultados de estudios llevados a cabo en 21 países de Europa, América y Australia, comprueban la presencia de residuos organoclorados en la leche y productos lácteos. Un resumen de estos resultados puede apreciarse en el siguiente cuadro:

CUADRO 14			
RESIDUOS DE PESTICIDAS ORGANO-CLORADOS DETECTADOS EN LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS (mg/kg)			
PESTICIDA	PRODUCTO LACTEO	NIVEL MAXIMO REGISTRADO	NIVEL MEDIO
DDT, Isómeros y Metabolitos	Leche	150	0,05
	Queso	0,5	0,06
	Mantequilla	8	0,36
Epoxi-heptacloro	Leche	0,3	0,012
	Queso		
	Mantequilla	1,4	0,005
Dieldrin	Leche	0,375	0,037
	Queso	0,3	0,05
	Mantequilla	1,62	0,09
HCH Total	Leche	2,5	0,15
	Queso	0,6	0,06
	Mantequilla	9	0,9

10.1. Efectos toxicológicos

Los efectos toxicológicos agudos se presentan rápidamente originando fenómenos neurológicos como vómitos, parálisis, calambres y convulsiones.

La toxicidad subcrónica y crónica, en cambio, se pone de manifiesto por análisis histopatológicos de órganos como hígado, cerebro y riñones.

10.2. Efecto sobre los procesos tecnológicos

Una concentración de 50 mg/litro de endrin, produce interferencia en los cultivos de yoghurt. Para el caso del DDT y lindano, son necesarias concentraciones más altas.

Concentraciones de 0,08 mg/litro de dieldrin provocan inconvenientes en la elaboración de quesos.

Microorganismos como *Aerobacter aerógenes*, *Bacillus cereus*, *coagulans*, y *subtilis*, *E. coli* y *Enterobacter*, pueden descomponer estos insecticidas en metabolitos de menor toxicidad.

A bajas concentraciones, el DDT ejerce una acción desdobladora de los carotenos y, por el contrario, a altas concentraciones tiene una actividad estabilizante. Lo contrario ha sido demostrado para el lindano.

Actúan sobre las grasas acelerando la auto oxidación de los ácidos grasos, con formación aumentada de peróxidos.

Como recomendación final, debe indicarse la necesidad de tender a un uso de insecticidas clorados a niveles lo más bajo posibles, basándose en el conocimiento de los límites máximos de residuos en alimentos destinados al consumo de la vaca.

En el área industrial, el descremado de la leche resulta un método muy eficaz para eliminar residuos de pesticidas, debido a que todos los órgano-clorados se encuentran en la fracción grasa.

10.3. Insecticidas organo-fosforados y carbamatos

La contaminación de la leche con residuos de estos compuestos se produce de igual manera que con los órgano-clorados. La contaminación de la leche debida al consumo oral de estos compuestos es, por lo general, despreciable, ya que muchos de ellos son metabolizados con facilidad durante la digestión. No obstante, hay algunos que se resisten a la degradación.

Los efectos producidos por estos insecticidas en el organismo, tienen que ver con la inhibición de la colinesterasa que desdobra la acetilcolina - sustancia mediadora del sistema nervioso - en ácido acético y colina, que son inocuas para el organismo. Lo anterior provoca acumulación de acetilcolina que se traduce en trastornos del sistema nervioso.

Finalmente, cabe señalar que el metabolismo de los insecticidas organofosforados y carbamatos termina en una hidrólisis, que para el caso de algunos compuestos aún no se determina totalmente, formándose productos menos tóxicos o atóxicos, que se eliminan del organismo del animal.

10.4. Recomendaciones

Debido a su rápida degradación y metabolismo, como también a la ausencia de residuos persistentes en la leche, la decisión en la elección del pesticida debe tender hacia los organofosforados, teniendo presente eso sí, que existe un grupo de sistémicos que se caracterizan por atravesar la piel y difundirse por todo el organismo.

11. Consideraciones finales

La calidad de la leche es uno de los pilares fundamentales de una industria lechera desarrollada y comprende ganado sano bien alimentado y criado, leche con una capacidad de conservación adecuada para su transporte a la industria, y composición óptima. Las citadas cualidades redundarán en beneficio de todos:

- al productor, ya que recibirá mayores ingresos económicos por una mayor producción de leche, evitando pérdidas de todo orden y en los casos en que exista un pago de leche en base a la calidad, mayores ingresos por este concepto,
- para la industria lechera, debido a que la calidad de la leche resultará de un nivel tal que no será necesario el desvío de suministros insatisfactorios a otros usos, mayor valor de utilización y mejor calidad de los productos terminados,
- para el consumidor porque recibirá un producto de alto valor nutricional y sin riesgo para la salud.

Lo anterior establece claramente un incentivo importante para que no tan sólo la industria lechera, sino que también organismos de salud y el propio gobierno, se inclinen hacia la implantación del pago de leche en base a la calidad como una medida integradora a nivel nacional, que permita alcanzar los beneficios anteriormente señalados.

11.1. Sistema de pago de leche cruda en base a su calidad

Un requisito fundamental consiste en la necesidad de que los esquemas de pago sean claros, simples, fáciles de entender y ampliamente

conocidos y comprendidos particularmente por los productores y las industrias.

Previo a la iniciación de un esquema de pago de leche según calidad, deben existir y conocerse el conjunto de medidas y procedimientos técnicos adecuados, conducentes a la producción de leche de buena calidad. Sólo así podrá cada productor tener opción a mejorar la calidad de la leche y tener acceso a los premios pagados. Estas mismas medidas producen, además de un mejoramiento en la calidad, una mayor producción de leche.

Por otra parte, si la calidad de la leche es determinada a nivel de recepción en la industria, debe asegurarse que ésta cautele aquellos factores de su responsabilidad y que afectan a la calidad de la leche, tales como: adecuada higienización de tarros, racionalización de recorridos de recolección de la leche y recepción organizada de la misma. La alternativa es que la determinación de la calidad de la leche esté a cargo de laboratorios centrales, independientes del poder comprador, lo que implica un menor gasto en infraestructura y una confianza mayor por parte del productor, en cuanto a la evaluación de la calidad de su leche.

Finalmente, debe señalarse que recae en el Estado la responsabilidad de oficializar y reglamentar el esquema y controlar su aplicación.

Las consideraciones siguientes están extractadas del documento ITCL II Seminario de Análisis del Sector Industria Lechera. 10-12 Junio de 1976. Von Baer, H.; Pinto, M. y Vial, F.

11.1.1. Introducción

La simple definición fisiológica común o legal de leche no basta para evaluar la calidad de la materia prima a adquirir desde el momento que se considera la leche como una materia prima para el abastecimiento de unidades industriales.

Las variaciones de composición debidas a los factores humanos que influyen en el manejo y la producción o debidas a las condiciones climáticas y factores fisiológicos normales de los animales que intervienen en la secreción determinan, desde luego, la necesidad de adoptar una clasificación que permita apreciar las leches según sus características propias y según el valor que puedan tener en relación a la utilización que se les pretende dar.

La controversia sobre este aspecto tan discutido de la industria lechera es grande y aunque se reconoce que el sistema de pagar la leche exclusivamente por su volumen es inadecuado, no se ha conseguido hasta hoy unanimidad de puntos de vista sobre el método de valorización más recomendable (Keating, 1964).

11.1.2. Valor alimenticio de la leche

La necesidad de atender la creciente demanda de alimentos para una población mundial en expansión tiende a eclipsar la necesidad paralela de que la calidad de los alimentos responda a los requisitos nutricionales establecidos. La falta de proteínas de alta calidad es una de las deficiencias fundamentales del alimento consumido por la mitad de la población mundial.

La leche es la única materia proporcionada por la naturaleza para servir exclusivamente como fuente de alimentación. Por lo tanto, un factor fundamental que influye en el valor y la aceptación universal de la leche es la imagen que ésta presenta: la de una posibilidad nutricional no superada por ningún otro alimento utilizado por el hombre.

Las proteínas que contiene la leche son ideales, tanto por su calidad como por su equilibrada composición, para satisfacer las necesidades de aminoácidos del hombre. Su contenido de minerales y vitaminas es excepcional, no sólo en proporción, sino en cantidad. Dejando aparte la vitamina C y el hierro, la leche puede considerarse como una fuente segura de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de la población humana (FAO, 1973).

11.1.3. Conceptos de calidad de leche

Se habla frecuentemente de calidad, pero no siempre se atiende al significado completo y al concepto verdadero de este término. Por una parte, la leche al ser secretada, adquiere en cada caso individual, ciertas características físico-químicas que determinan su composición. Por otra parte, hay que tener en cuenta el estado de salud del animal productor ya que la leche, así como puede ser un excelente alimento puede también constituir un peligroso medio de difusión de enfermedades. Mientras los métodos racionales empleados en la producción hacen de la leche un producto de alta higiene, la falta o imperfección de estos métodos puede dar lugar a una sustancia malsana y repugnante. Es por ello que generalmente se reconoce que, para ser aceptable, una leche debe tener buena conservación, estar exenta de agentes patógenos y tener buena apariencia, alto valor nutritivo y estar limpia y libre de materias extrañas y suciedades (Keating, 1964).

11.1.4. Fundamentos para el pago de leche según calidad

11.1.4.1. Principios básicos

Definición de calidad de leche. Para definir el concepto de calidad de leche deben tenerse presente los siguientes factores:



11.1.4.2. Objetivos de un pago de leche según calidad.

- asegurar a los productores un pago equitativo de la leche que suministran a la industria compradora de acuerdo a la calidad real del producto,
- producir, mediante el pago diferenciado por calidad, el estímulo económico necesario para lograr un mejoramiento efectivo de la composición del producto y de sus condiciones higiénicas.

11.1.4.3. Premisas fundamentales a tener en cuenta para asegurar el éxito de la aplicación de un sistema de pago de leche por calidad.

El pago de leche cruda según su calidad ha constituido en todos los países con una actividad lechera desarrollada, una herramienta fundamental para alcanzar niveles de excelencia en cuanto a volumen de producción total, la calidad y éxito comercial de sus productos lácteos.

La historia del éxito o fracaso de planes de pago en base a calidad, indica que no existe esquema perfecto y que todos los programas aplicados pueden ser susceptibles de crítica. Sin embargo, es útil aprovechar la experiencia de aquellos programas o esquemas que han tenido éxito por estar basados, no en un plan teórico de metas ideales, sino que fundamentados en las condiciones objetivas muy propias y particulares del respectivo país o región y en la adaptación periódica de acuerdo a la evolución experimentada por dichas condiciones.

La experiencia recogida en estos países, resumida en varias publicaciones entre las que destacan las realizadas por la FAO, hacen especial hincapié en la necesidad de cumplir una serie de premisas fundamentales para asegurar el éxito en la aplicación de este sistema, entre las que se destacan:

11.1.4.3.1. Aplicación simultánea.

Como aspecto fundamental se indica la aplicación simultánea del sistema que se adopte, ya sea a nivel regional, zonal o nacional, de tal modo que todos los compradores de leche respeten los mínimos establecidos para aplicar premios, precio normal o deducciones. Sin perjuicio de lo anterior una industria puede incorporar exigencias de calidad adicionales, según sus rubros específicos de producción y mercado.

11.1.4.3.2. Uniformidad.

Un sistema de pago de leche, debe cumplir con el requisito de ser uniforme para todos los productores que entregan leche a determinada planta. Esto es, no se debe discriminar en el precio entre los productores pertenecientes a una misma planta y que tengan las mismas características de: **calidad, distancia y volumen de entrega.**

11.1.4.3.3 Ajuste permanente.

Otro aspecto básico es la necesidad de ajustar permanentemente el sistema de forma que, una vez alcanzadas las metas fijadas para una etapa, se determinen nuevas metas y se ajuste el esquema a ellas. Un sistema estático, no modificable con agilidad, implica el riesgo de ser inoperante a corto plazo o no corregible en las imperfecciones que se detecten en una primera etapa de aplicación.

Para ello es indispensable constituir, desde el momento en que se decida la aplicación de un sistema de pago de leche según calidad, una instancia que pueda evaluar periódicamente los resultados

obtenidos y ajustar adecuadamente los niveles de calidad exigidos para las distintas categorías de leche, para así producir progresivamente un mejoramiento efectivo de la calidad de este producto.

11.1.4.3.4. Claridad y difusión.

Como otro requisito fundamental se plantea la necesidad imperiosa de que los esquemas de pago según calidad sean claros, simples y fáciles de entender y ampliamente conocidos y comprendidos particularmente por los productores y las industrias.

11.1.4.3.5. Medidas técnicas.

Previo a la iniciación de un esquema de pago de leche, según calidad, deben existir y conocerse el conjunto de medidas y procedimientos técnicos adecuados conducentes a la producción de leche de buena calidad. Sólo así podrá cada productor tener opción a los premios pagados por calidad. Estas mismas medidas producen, además de un mejoramiento en la calidad, una mayor producción de leche.

11.1.4.3.6. Responsabilidad sobre la calidad.

Por otra parte si la calidad de la leche es determinada a nivel de recepción en plantas, debe asegurarse que la industria cautela aquellos factores de su responsabilidad y que afectan a la calidad de la leche, tales como: **adecuada higienización de tarros, racionalización de recorridos de leche y recepción de la misma.**

11.1.4.3.7 Papel del Estado.

Finalmente, se hace presente que recae en el Estado la responsabilidad de oficializar y reglamentar el esquema y controlar su aplicación, pudiendo delegar esta última responsabilidad.

11.2. Pago de la leche según calidad en Chile.

A título de ejemplo, es interesante ver en detalle un sistema existente de pago de la leche cruda según su calidad, en este caso específico en la República de Chile.

Si bien en Chile las industrias procesadoras de leche no basan su pago de leche, en forma obligatoria, de acuerdo a un esquema reglamentado por el Estado, sí están obligadas a clasificar las leches en base a su calidad a la recepción.

Para los fines de pago, cada industria puede o no recurrir a la clasificación que señala el Estado y de hecho la mayoría lo hace, incluyendo en ésta otros elementos de juicio como por ejemplo: refrigeración de la leche, ordeño mecánico, asistencia médico veterinaria, vacunación del ganado, etc. y, obviamente, porcentaje de materia grasa y volumen.

Si bien la situación ideal de aplicación, de acuerdo a los principios generales, hubiera sido que todas las industrias aplicaran los parámetros y categoría que indica la Ley, los resultados en la práctica en cuanto a una mejora de la calidad resultan muy alentadores lo que ha obligado a los organismos involucrados en el seguimiento del esquema a revisar las exigencias del mismo con el fin de aumentar los requisitos, en cuanto a categorías se refiere, con el fin de dar cumplimiento al punto 11.1.4.3.3. en el que se establece que una vez alcanzada una meta para una etapa se deben determinar nuevas metas a futuro, con el objeto de mantener una mejora constante de la calidad de la leche.

11.2.1. Reglamento Específico para la Determinación de la Calidad de la Leche Cruda. Ministerio de Agricultura de Chile.

El 5 de junio de 1979, de acuerdo al Decreto Supremo N°271 aparece publicado en el Diario Oficial el Decreto que aprueba el Reglamento Específico para la Determinación de la Calidad de la Leche Cruda.

De acuerdo al Título I, Artículo 1°, se expresa que el presente Reglamento tiene por objeto determinar la metodología de muestreo y análisis para efectuar las pruebas de recepción y clasificación de la leche, los requisitos de establecimiento y funcionamiento de los Laboratorios Oficiales y las demás materias técnicas necesarias para la aplicación del Decreto Supremo 271, del 28 de agosto de 1978, que fijó el sistema de control y clasificación de la leche según calidad.

11.2.1.1. Recepción de la leche.

En el Artículo 5° del Título II, dentro de otros específicos, se establece de manera especial que las plantas sólo podrán recibir leches que:

1. Tengan olor y aspectos normales, que no presenten alteraciones de textura, signos de sangre, pus o leche calostrales y ausencia de materias extrañas y coagulaciones.
2. Ser negativas a la prueba de alcohol, esto es, no presentar coagulación a 68% (v/v) de concentración de alcohol.

Nota: En el Artículo 6° del mismo título, se indican los métodos y procedimientos para la verificación de las características indicadas en el Artículo 5°.

11.2.1.2 Clasificación de la leche.

En el Artículo 10° del Título III se establece que la leche recibida por las plantas deberá ser clasificada de acuerdo a sus

características de calidad dentro de las tres categorías o clases siguientes:

Leche Clase A: se clasificará dentro de esta categoría a la leche que reúna las siguientes características:

Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM): Igual o mayor de 3 horas.

Contenido de células somáticas: grado negativo del C.M.T. o contenido de células somáticas no superior a 500 000 por ml de leche.

Densidad: Igual o mayor a 1,029 g/ml (20°C).

Leche Clase B: se clasificará dentro de esta categoría a la leche que reúna las siguientes características:

Tiempo de Reducción del Azul de Metileno: de igual o mayor de 1 hora a menos de 3 horas.

Contenido de Células Somáticas: grado trazas y 1 de C.M.T. o contenido de células somáticas entre 500 000 y 1 000 000 por ml de leche.

Densidad: igual o mayor a 1,029 g/ml (20°C).

Leche Clase C: se clasificará dentro de esta categoría la leche que reúna las siguientes características:

Tiempo de Reducción del Azul de Metileno: menor a 1 hora.

Contenido de Células Somáticas: grado 2 y 3 del C.M.T. o contenido de células somáticas superior a 1 millón por ml de leche.

Densidad: inferior a 1,029 g/ml (20°C).

Nota: En los Artículos 11° y 12° se especifica la metodología para el TRAM y Células Somáticas y en el Artículo 13° para Densidad.

11.2.1.2.1. Sustancias inhibidoras, aguado o cualquier tipo de fraude.

El Artículo 14° del Título III establece que la leche recibida por las Plantas debe estar **exenta de sustancias inhibidoras, aguado y cualquier tipo de fraude** y su **punto crioscópico** debe estar dentro del rango de - 0,530 a - 0,570°C. La infracción a esta disposición faculta a las Plantas para aplicar descuentos al productor infractor.

Nota: En los Artículos 15° y 16° se establecen los métodos para la detección de lo establecido precedentemente.

11.2.1.2.2. Frecuencia de análisis.

En el Artículo 17° del Título III se establece que la frecuencia mínima con que las Plantas deberán efectuar los análisis debe ser la siguiente:

- TRAM, una vez a la **quincena**.
- Células Somáticas: una vez en la **quincena**.
- Densidad: una vez en la **quincena**.
- Inhibidores: una vez al **mes**.
- Crioscopía: una vez al **mes**.

11.2.2. Mejora en la calidad de la leche por efecto de la aplicación del Reglamento Específico.

Lamentablemente aún no se cuenta con datos oficiales que cuantifiquen el efecto sobre la calidad que ha tenido la aplicación del Reglamento. Es por ello que se considera válido citar como ejemplo al respecto, lo informado en el Seminario FIL. sobre Garantía de Calidad por el Sr. Raymundo Royo.

El referido informe entrega antecedentes sobre el efecto observado en una Planta Lechera de la Provincia de Valdivia, estableciendo que el avance observado desde el inicio del sistema indica un desplazamiento hacia la Clase A de las Clases B y C. Expresa también que los resultados obtenidos demuestran que el esquema de clasificación de leche por calidad acompañado de un sistema de pago, se hace realmente efectivo debido a que, en un tiempo relativamente corto, los productores tanto grandes como pequeños mejoran la calidad de su leche al tratar de obtener un mejor precio.

Finalmente dice que, en el medio rural en el cual se desarrolla la producción de leche en Chile, es doblemente meritorio este cambio de actitud en el productor ya que, con medios relativamente rudimentarios, logra mejorar su calidad de leche.

LITERATURA CITADA:

FAO. Estudios Agropecuarios N° 89. Pago de Leche según la Calidad Roma. 1973.

Keating, P. El pago de la leche en función de la calidad. FAO. 1964. TR-La/64/2-s.

Ministerio de Agricultura de Chile. Reglamento específico para la determinación de la calidad de leche cruda. Diario Oficial de la República de Chile. Jueves 27 de Septiembre de 1979. N° 30.475. pp 9-11.

Royo, R. Clasificación y pago por calidad de leche a productores. Presentado en Seminario FIL-Valdivia. Noviembre 1983.

Von Baer, H.; Pinto, M. y Vial, F. Doc. ITCL. II Seminario de Análisis del Sector Lechero. 10-12 Junio de 1976. Valdivia. UACH.

