

MGL - CAPITULO 3 – 3ª Parte (Control de Calidad)

CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE

PRODUCCION DE LECHE DE CALIDAD

La leche debe provenir de vacas sanas, libres de tuberculosis y brucelosis y con índices bajos de mastitis y otros problemas sanitarios.

Las vacas deben mantenerse en un ambiente limpio y confortable (espacio, cama y sombra adecuados).

El ordeño debe ser higiénico, seco y cumplir con las normas técnicas de calidad.

La leche debe ser enfriada de inmediato y mantenerse en recipientes limpios y no contaminados.

El agua para la limpieza del ordeño debe ser de calidad potable. Mandar analizar periódicamente el agua, tanto desde el punto de vista *microbiológico* como *fisicoquímico*. Valores referenciales de calidad del agua usada en lechería:

pH – límites	>5.5 <8.5
Sólidos totales	<5,000 mg/L
Carbonato Ca	<500 mg/L
Sulfatos	<500 mg/L
Magnésio	<1,000 mg/L
Sodio	< 800 mg/L
Cloro	<1,600 mg/L

Mesófilos	<1,000,000/dL
Coliformes fecales	<1/dL

ESTANDARES DE CALIDAD DE LA LECHE

1. Composición de la leche de vaca (%)

	<u>Holstein</u>	<u>Jersey</u>
Sólidos totales	12.4	14.6
Grasa	3.7(3.2-4.6)	5.1
Sol. No grasos	8.7	9.5
Proteína (*)	3.1(2.8-3.5)	3.7
Lactosa	4.9(4.2-4.8)	5.0
Otros (min-vit)	0.7(0.6-0.8)	0.8
(*) Caseína 80%		
Energía	61.0 kcal/100 mL	

2. Peso específico: 1.031 a 15°C

3. Temperatura y tiempo de enfriamiento: 4°C en 2-3 h.

4. Tiempo de almacenamiento antes de la pasteurización: ~ 24 horas

5. Acidez: 13-20 mL NaOH 0.1 N/100 mL; pH de 6.5 a 6.7 (**)

6. Prueba de alcohol

Se usa alcohol neutro de **68°-(72°)-80°** según nivel de exigencia de la planta.

Es una prueba inespecífica que, en casos positivos, nos dice que la leche tiene algún problema de calidad. El problema puede deberse a:

- Inestabilidad de la caseína (niveles altos de **Ca** y **Mg** en la leche)
- Acidez: una acidez de 0.21% causa floculación de la leche
- Elevado recuento de células somáticas

7. **Tiempo de reducción del azul de metileno a 36°C:** > 2 h (excelente > 8 h)
8. **Tolerancia cero para inhibidores**
9. **Recuento de células somáticas:** 200,000 a 500,000 / mL
10. **Mesófilos:** < 100,000 ufc/mL; meta <10,000 ufc/mL
11. **Coliformes:** <100 ufc/mL
12. **Libre de patógenos, sobre todo de:**
 - a) *Mycobacterium bovis*
 - b) *Brucella abortus*
 - c) *Mycobacterium avium* subesp *paratuberculosis*
 - d) *Listeria spp*
 - e) *Salmonella spp*
 - f) **Estafilococos y estreptococos**

Para que la leche sea considerada como un alimento saludable y seguro, también debe estar libre de sustancias extrañas, como residuos de pesticidas, drogas y antibióticos perjudiciales para la salud humana.

La leche debe estar libre de residuos de inhibidores de la formación del coágulo de caseína de la leche y del desarrollo de inóculos formadores de *yoghurt*.

ELEMENTOS INDESEABLES EN LA LECHE

- **Agua**
- **Excremento, tierra, moscas**
- **Bacterias (recuentos máximos permitidos)**
- **Antibióticos**
- **Preservantes químicos**
- **Detergentes, desinfectantes**
- **Pesticidas**
- **Almidón, sacarosa, proteínas, etc**
- **Baldes y porongos de plástico**

() Nota sobre acidez de la leche**

El pH normal de la leche es de 6.5 a 6.7, que corresponde más o menos a 14-16° D.

La acidez de la leche puede tener 2 orígenes:

a) ***Fermentación bacteriana*** por inadecuada higiene; es causada por la formación de ácido láctico a partir de la lactosa de la leche.

b) ***Elevada producción de ácidos naturales de la leche***. Se comprueba por descarte, detectando – por titulación – la ausencia de ácido láctico en la leche.

Se debe, probablemente, a deficiencias y desbalances nutricionales y metabólicos difíciles de detectar y corregir.

La acidez natural no debería ser motivo de rechazo por las plantas lechera, ya que se trata de una leche normal.

La **acidez natural** de la leche depende de:

- Acidez de la caseína (contribuye con un 40% a la acidez natural total)
- Acidez proveniente de minerales, CO₂ y ácidos orgánicos (p.e. ácido cítrico), que contribuyen con un 40% del total
- Acidez dependiente de fosfatos de la leche (contribuye con un 20%)

Hay un reporte de Venezuela asociando un problema de acidez natural en vacas a pastoreo de **kikuyo** (*Pennisetum clandestinum*).

Otros factores que podrían elevar la acidez de la leche son:

- Presencia de calostro en la leche
- Turbulencia al agitar la leche
- Cambio de 3 a 4 ordeños (observado en Israel)

FACTORES QUE ALTERAN LA COMPOSICION DE LA LECHE

1. Genéticos, individual o de raza
2. Variación normal, según las etapas de la lactancia
3. Clima (el calor deprime la producción de grasa y algo la proteína).
4. Manejo
 - a) Condición corporal al parto
 - b) Ordeño – Calidad y Frecuencia
 - c) Técnicas de evaluación y factor humano
 - d) Mastitis
 - e) Alimentación (manipulación de la ración: fibra, buffers y otros elementos, así como procesamiento y distribución de la ración, etc)
5. Nutrición

Respuestas a Selección genética					
			Respuesta en:		
Factor de selección:	Leche	Grasa %	Grasa prod	Proteína %	Proteína prod.
Leche	+++	-	+++	-	+++
Grasa %	-	++	+	++	0
Grasa, producción	++	+	+++	-	++
Proteína, %	-	+	-	++	0
Proteína, producción	++	0	+++	+	+++
Grasa+Proteína, Prod	+++	+	+++	+	+++

Efecto de Mastitis sobre los Sólidos de la Leche

Valores en leche %	Leche normal	Alta en células somáticas	% del valor normal
Sólidos totales	13.1	12.0	92
Lactosa	4.7	4.0	85
Grasa	4.2	3.7	88
Proteína total	3.6	3.6	100
Caseína	2.8	2.3	82
Proteínas suero leche	0.8	1.3	162
Cloro	0.091	0.147	161

Fuente:
John C. Bruhn, Extension Food Technologist, U.C.-Davis, 1983.

ANTIBIOTICOS Y OTROS INHIBIDORES

Los **INOCULOS o INICIADORES** para la producción de quesos, yoghurt y otros derivados lácteos, necesitan crecer y producir ácidos.

El crecimiento y la producción de ácidos puede ser inhibida por residuos de:

- i. **Antibióticos**
- ii. Desinfectantes y Detergentes)
- iii. Algunos inhibidores naturales
 - Nisina (producido por *Lactococcus lactis*)
 - Ácidos grasos libre producidos por gérmenes
 - Ciertas proteínas naturales de la leche

Causas de la presencia de antibióticos en la leche

Tratamientos

1. Vacas recién paridas cuyo calostro/leche contenga residuos de antibióticos, debido al tratamiento de secado
2. Intramamarios en vacas con mastitis
3. Aplicaciones IM, SC o EV por causas diversas
4. Intrauterinos, por RP o Metritis
5. Orales

Abusos en tratamienon con antibióticos

Hay una serie de esquemas terapéuticos “tradicionales” basados en el uso de antibióticos, hoy cuestionados y abandonados en muchas partes del mundo.

1. **Retención de placenta** – La aplicación intrauterina de bolos de antibióticos o sulfas después del parto, es contraproducente porque no cura y porque alarga el período parto-concepción.
2. **Lavados uterinos** – La aplicación intrauterina de soluciones de antibióticos, para tratar endometritis o mejor la tasa de concepción, han demostrado no tener el efecto esperado.
3. **Mastitis por coliformes** – El tema no está completamente resuelto.

Hay muchas evidencias de que el tratamiento con antibióticos no sólo no ayuda, sino que inclusive puede ser perjudicial. La razón es que los coliformes ejercen su acción patógena por las endotoxinas que liberan; y si los antibióticos matan muchas bacterias, éstas liberan mucho más endotoxinas, capaces de matar la vaca. Más racional es usar como terapia los ordeños frecuentes, el uso de oxitocina y la aplicación EV de líquidos. Y el uso de vacunas específicas en hatos problema.

Clases de antibióticos

1. Aminoglucósidos (estreptomina, gentamicina, neomicina, kanamicina)
2. β – Lactámicos (penicilinas, ampicilina, cloxacilina, cefalosporinas)
3. Macrólidos (eritromicina, tilosina)
4. Tetraciclinas (oxitetraciclina)
5. Cloramfenicol y florfenicol
6. Fluoroquinolonas (norfloxacin, ciprofloxacina, enrofloxacin)
7. Sulfas y Trimetoprim
8. Otros (novobiocina, polimixina, nitrofuranos)

Problemas de Salud Pública

- * 5 a 10% de la población es alérgica a la penicilina: problemas de piel, asma o shock anafiláctico.
- * El cloramfenicol, puede causar aplasia medular.
- * Los nitrofuranos, nitroimidazoles y otros pueden ser cancerígenos, mutagénicos o inductores de la síntesis de ADN.
- * Hay preocupación de que pequeñas cantidades de determinados antimicrobianos presentes en los alimentos puedan elevar la resistencia al tratamiento contra determinados microorganismos del tracto gastrointestinal de la población humana.

Antibióticos promotores prohibidos

La UE ha prohibido la *Bacitracina Zinc*, *Virginamicina*, *Spiramicina* y *Tilosina*.

DETECCION DE ANTIBIOTICOS PRUEBAS DE LABORATORIO

Se han desarrollado muchas pruebas de laboratorio:

- **Pruebas microbiológicas.** Miden la capacidad de la leche de inhibir el crecimiento de ciertas bacterias, como *Bacillus stearothermophilus* (Delvotest SP, otros)
- **Pruebas inmunológicas – ELISA competitivo**
- **Pruebas químicas (cromatografía líquida)**
- **Pruebas enzimáticas (Reductasa Negro Brillante)**

Especificidad y Sensibilidad de las pruebas.

El caso de falsos resultados positivos.

Límites de detección de varios inhibidores con <i>B.stearothermophilus</i> en leche de vaca (µg/ml)		
	Negativo	Positivo
PENICILLIN G	0,002	0,004
AMPICILLIN	0,003	0,005
AMOXICILLIN	0.003	0.005
OXACILLIN	0,005	0,025
CLOXACILLIN	0,025	0,040
CEPHALEXIN	0.025	0.075
CEPHAPIRINE	0.005	0.008
SULFATHIAZOLE	0,020	0,075
SULFAMETHAZINE	0,100	0,200
SULFANILAMIDE	0,100	0,600
OXYTETRACYCLIN	0,050	0,150
TETRACYCLIN	0,050	0,150
ERYTHROMYCIN	0,200	0,400
TYLOSIN	0,020	0,100
NEOMYCIN	<0.500	0.800

Tiempos de descarte de leche

Definición - Es el tiempo durante el cual la leche contiene algún agente antimicrobiano; y por lo tanto no debe mezclarse con leche no contaminada.

El tiempo de descarte debe ser indicado por el fabricante del producto. Sin embargo, en muchos casos la presencia de residuos sobrepasa el tiempo de descarte indicado.

La cantidad y tiempo de presencia del antibiótico en la leche depende de:

- clase de antibiótico empleado
- su concentración
- formulación (solución acuosa/oleosa, suspensión)
- vía de administración (EV, IM, Intrauterina, Intramamaria)

TIEMPOS DE DESCARTE DE LECHE VALORES DE REFERENCIA (no oficiales)

Penicilina G proc	10 mil UI/kg IM c/24 h –	3 días
Ceftiofur (Excenel)	1.1 mg/kg IM c/24 h –	0 días
Cefapirina	Via IntraMamaria –	4 días
Aminoglucósidos	Vía IntraMamario –	2-3 días
Enrofloxacin	3 -5 mg/kg IM c/24 h –	(no aprob US)
Sulfa-Trimetop	30 mg/kg EV/IM c/24 h –	7 días
Oxitetraciclina	Vía IntraUterina –	6 días
Oxitetrac	10 mg/kg EV/IM c/24 h –	(no establecido)
Oxitetrac LA	20 mg/kg IM c/3-4 días –	4 días
Florfenicol	20 mg/kg IM c/2 d –	(no establecido)
Tilosina	10-20 mg/kg IM c/12-24 h –	4 días
Eritromicina	10-15 mg/kg IM c/12-24 h –	2 días

TIEMPO DE ESPERA PARA EL BENEFICIO DE ANIMALES TRATADOS CON ANTIBIOTICOS

El tiempo de retiro de antibióticos en animales tratados vía inyectable, suele ser varias veces mayor que el tiempo de descarte de la leche. Excepto S+T:

• Sulfa+Trimetoprim	03 días
• Penicilina procaínica, dosis simple,	10 días
Penicilina procaínica, dosis doble,	30 días
• Eritromicina,	14 días
• Tilosina,	21 días
• Oxitetraciclina LA,	28 días

TIEMPO DE DESCARTE EN TRATAMIENTOS INTRAUTERINOS

Se han detectado residuos en leche por 48 horas y más después de haber sido tratadas las vacas por vía INTRAUTERINA con:

- **Penicilina + Estreptomicina**
- **Oxitetraciclina**
- **Sulfa/Trimetoprim**

Errores comunes

- Tratamientos prolongados y dosis/volumen excesivos
- Mayor tiempo que el esperado, de permanencia del antibiótico en la leche
- Falta de observancia del período de retiro
- Descarte de leche sólo del cuarto tratado; el descarte debe hacerse de los 4 cuartos
- Errores de identificación de vacas tratadas; falta de registro o errores de registros
- Transferencia por error de leche tratada al tanque
- Contaminación del equipo de ordeño
- Parto prematuro, o corto período de secado
- Por error, ordeño de vaca seca
- Alimento o agua con antibióticos (pediluvio, USA)

VARIABILIDAD DEL TIEMPO DE DESCARTE

Según trabajo de Seymour et al., 1988

Residuos en leche de vacas tratadas con Penicilina IM:

- Sin residuos al 3er días ----- 40%
- Con residuos al 3er día ----- 27%
- Presentes hasta 4 días ----- 20%
- Presentes hasta 5 días o más ----- 13%

En vacas tratadas con Cefapirina vía Intramamaria:

- Sin residuos al 4º día ----- 32%
- Con residuos al 4º día ----- 35%
- Presentes hasta 5 días ----- 21%
- Presentes hasta 6 días----- 12%

Desinfectantes y Detergentes

El ganadero debe tener especial cuidado con el uso de desinfectantes y detergentes, tanto en la sala de ordeño, como en las tuberías, equipo de enfriamiento, porongos, etc. Algunos compuestos, como los amonios cuaternarios, no deben ser usados en lechería por su persistencia en los equipos y el medio, pudiendo constituir un enérgico inhibidor. Los desinfectantes más confiables, para ser usados en lechería, como yodóforos y cloro.

Inhibidores naturales

Son formados por deficiencias en la higiene y el enfriamiento. Tenemos la Niacina, los ácidos grasos libres (AGL) y proteínas naturales de la leche.

- **Nisina** - Si algunas cepas de *Lactococcus lactis*, normalmente presentes en la leche, desarrollan en alto número, producen **nisina** (antibiótico de amplio espectro), que puede inhibir algunos cultivos.
Esto no ocurre si se enfría bien la leche durante el ordeño, y se mantiene fría.
- **Ácidos grasos libres (AGL)** - Mesófilos contaminantes del ambiente pueden aumentar la concentración de AGL. Esto no ocurre si hay buena higiene y buen frío.
- **Proteínas naturales de la leche** - La leche cruda puede inhibir el crecimiento de bacterias, por presencia de inmunoglobulinas, lisozimas y sobre todo del sistema lactoperoxidasa-tiocianato- peróxido de hidrógeno (LP).

El sistema LP es un inhibidor de *lactococos*.

Soluciones

- La 1ª responsabilidad corresponde al Estado, que debe dictar las normas que los productores y la industria deben cumplir:
 - a) para salvaguardar la salud pública
 - b) para obtener un producto de calidad industrial
- En tanto el Estado no intervenga, corresponde a la industria fijar los criterios para la recepción de leche que cumplan con los requisitos internacionales de calidad
- Los productores deben conocer y cumplir las normas de producción de calidad.

Información en webs sobre calidad de leche y su control

Calidad:

<http://foodscience.cals.cornell.edu/mqip/FACTrawmilkqual.doc>

Composición:

http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_DS156

<http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/2001/formaggioni.pdf>

http://www.ruralni.gov.uk/livestock/dairy/milk_quality/compositional_quality/index.htm

Higiene:

http://www.ruralni.gov.uk/livestock/dairy/milk_quality/hygiene/index.htm

Links desde Israel:

<Http://www.icba.org.il/atin/link.htm>

HAS Marzo 2006