

# Los residuos de medicamentos en la leche

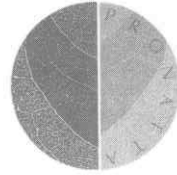
## Problemática y estrategias para su control



61161



PRONATTA



Programa Nacional de Transferencia  
de Tecnología Agropecuaria

# Los residuos de medicamentos en la leche

## Problemática y estrategias para su control

María Helena Parra Trujillo  
Lorenzo Peláez Suárez  
Julio Ernesto Londoño Arango  
Nelson Pérez Almario  
Guillermo Rengifo Benítez

Neiva, 2003

PROVATTA



Los residuos de medicamentos  
en la leche  
Problemas y estrategias  
para su control

Manual Técnico  
Código 2-1-10-06-02-03  
ISBN 958-96706-3-6

**Autores**

- María Helena Parra Trujillo
- Lorenzo Peláez Suárez
- Julio Ernesto Londoño Arango
- Nelson Pérez Almario
- Guillermo Rengifo Benítez
- Diseño:** Leonidas Rodríguez
- Tiraje: 1000 ejemplares
- Impreso en:** El Poirá S.A.

# Contenido

PRESENTACIÓN .....	5
INTRODUCCIÓN .....	7
<b>LA LECHE .....</b>	<b>11</b>
Definición .....	11
Composición de la leche y valor nutritivo .....	11
La leche como alimento humano .....	12
La leche como alimento del ternero .....	12
Calidad de la leche .....	13
Factores que desmejoran su calidad .....	13
Importancia de la buena calidad .....	14
<b>MEDICAMENTOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PECUARIA .....</b>	<b>19</b>
<b>Los antibióticos .....</b>	<b>20</b>
Definición .....	20
Usos .....	20
Riesgos del consumo de leche y derivados con residuos de antibióticos .....	22
Riesgos para el humano .....	22
Implicaciones tecnológicas .....	23
Cómo y cuando usar los antibióticos .....	24
Sustancias antimicrobianas controladas .....	25
Fármacos implicados en reacciones adversas en humanos .....	26
<b>Los pesticidas .....</b>	<b>26</b>
Pesticidas organoclorados .....	27
Pesticidas organofosforados y carbamatos .....	28
Pesticidas piretroides .....	28
<b>RESIDUOS DE MEDICAMENTOS EN LECHE .....</b>	<b>33</b>
Definición .....	33
Control de residuos en alimentos .....	35
<b>Residuos de antimicrobianos en leche .....</b>	<b>37</b>
Factores que afectan la excreción mamaria de los antibióticos .....	38
Causas más comunes de aparición de residuos de antibióticos .....	39
Tiempo o período de retiro o supresión .....	40
Residualidad de antibióticos .....	44
<b>Residuos de pesticidas en leche .....</b>	<b>44</b>
Residuo de pesticida .....	44
Factores que afectan la excreción de pesticidas en la leche .....	45

Causas de la aparición de residuos de pesticidas en leche .....	45
Residualidad de los plaguicidas en alimentos .....	46
Riesgos del consumo de leche y derivados con residuos de pesticidas ..	49
Efecto de los pesticidas sobre los procesos tecnológicos .....	50
Efecto sobre el medio ambiente .....	50
<b>Métodos de detección .....</b>	<b>51</b>
Residuos de antibióticos .....	51
Residuos de pesticidas .....	52
<b>Reglamentación de la residualidad en alimentos .....</b>	<b>53</b>
Control de residuos en Colombia .....	54
<b>MANEJO RESPONSABLE DE LOS MEDICAMENTOS EN LA FINCA .....</b>	<b>59</b>
<b>Manejo racional de antibióticos .....</b>	<b>59</b>
<b>Manejo racional de pesticidas .....</b>	<b>60</b>
<b>Recomendaciones para evitar la presencia de residuos en la leche .</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 1 TERAPIA DEL SECADO .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO 2 RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SEGURO DE</b>	
<b>PLAGUICIDAS .....</b>	<b>69</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>75</b>

## **PRESENTACIÓN**

La apertura de los mercados, internos como externos, ha acrecentado las exigencias de los consumidores por la calidad de los alimentos, representada esta por la demanda de productos sanos y seguros. De ahí la importancia de la seguridad agroalimentaria en la temática actual del libre comercio de estos productos. En este contexto, la calidad físico-química y bacteriológica de la leche libre de residuos considerados nocivos para el consumidor, son su carta de presentación dentro de este exigente mundo del libre comercio.

El uso irracional de sustancias químicas para el control de plagas y enfermedades en el ganado sintetiza la problemática de los residuos de sustancias inhibidoras en la leche dentro de la explotación ganadera del departamento del Huila, constituyéndose en el punto central de las acciones del convenio Pronatta Corpoica, con el propósito claro de fijar estrategias eficientes para su solución.

Este documento ofrece a ganaderos y profesionales, con una rápida revisión del estado de arte sobre residuos de medicamentos en la leche, elementos de juicio que permitan, con su aplicación en campo, hacer competitivo, con base en su alta calidad, este importante renglón productivo regional.

## INTRODUCCIÓN

**D**e acuerdo con la URPA Huila (1999), el subsector pecuario representa el 8,5% del PIB departamental. Dentro de la población bovina, con 457.684 cabezas, predomina el sistema de producción de doble propósito (79,2%) que proporciona 86% de la leche (66.8 millones de litros/año) con un valor de 21 mil millones de pesos. De los 85.812 predios del departamento, 76.9% son minifundios, dedicados en su mayoría a la explotación pecuaria (68,17%).

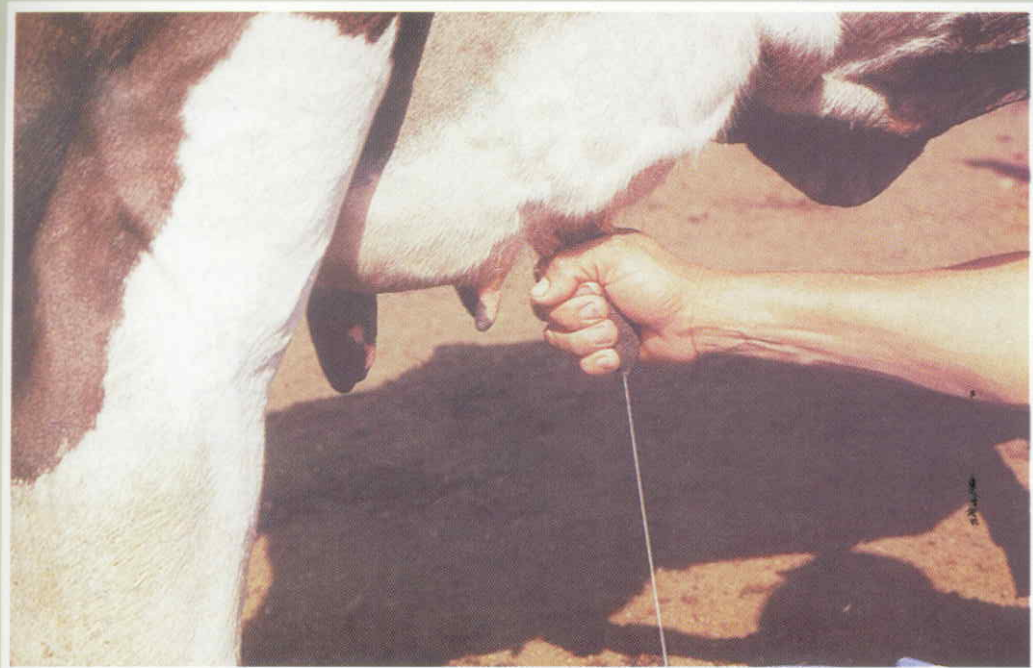
Las principales limitantes de salud de la ganadería del departamento, son las enfermedades infecciosas, la mastitis y los parasitismos (ectoparásitos y hemoparásitos). Los medicamentos de mayor uso para su control son: los antibióticos de amplio espectro (penicilina, tetraciclinas, neomicina y estreptomina, entre otros) aplicados indiscriminadamente, a animales en producción y a animales jóvenes. Para el control de los parásitos externos se utilizan organofosforados, piretroides y carbamatos subdosificados y mezclados con insecticidas de uso agrícola, sin tener en cuenta ningún criterio técnico.

En un estudio realizado por Corpoica en 25 fincas de doble propósito del Huila (de diferentes estratos socioeconómicos), se encontró que la leche del departamento tiene una alta competitividad industrial desde el punto de vista composicional

(12.68% de sólidos totales, 3.73% de grasa y 3.30% de proteína), pero con deficiencias desde el punto de vista higiénico; se estima que al mejorar los factores que afectan su calidad, a lo largo de la cadena agroalimentaria, con énfasis en el saneamiento básico, la higiene y la reducción de residuos químicos a niveles permisibles, la leche tendrá mayor competitividad en los mercados (Parra y col., 1999).

Considerando que los residuos de medicamentos, al afectar la calidad de la leche y su proceso de industrialización, son un peligro para la salud humana, y que 60% de la leche producida en el departamento se vende para consumo directo como leche cruda, es necesario desarrollar programas tendientes al uso racional de medicamentos y sustancias químicas, en el control de enfermedades, procesos de limpieza y desinfección en las fincas, y contribuir así a producir leche de buena calidad, higiénica y libre de residuos nocivos, reducir la contaminación ambiental y a obtener productos de mejor calidad, con mayor valor agregado por ubicación y posicionamiento en mercados especiales (verdes), con menor riesgo para la salud de los consumidores; con ello se contribuye a incrementar la productividad y la eficiencia del sistema de producción y a generar empleo y oportunidades de progreso para los pequeños productores.

La implementación de programas de protección alimentaria a nivel de finca, debe ser una responsabilidad de los veterinarios, los productores y las casa farmacéuticas de medicamentos, ya que son fundamentales para el fomento de los intercambios internacionales de productos de origen animal (Cullor., 1997).



# La leche

## LA LECHE

### DEFINICIÓN

De acuerdo con la FAO (Food and Agriculture Organization, Organización para la Alimentación y la Agricultura), la leche es el producto de la secreción mamaria, obtenido por uno o varios ordeños, sin adición o sustracción alguna; según Salud Pública, la leche es el producto integral del ordeño completo de vacas sanas, sin contenido de calostro.

### COMPOSICIÓN DE LA LECHE Y VALOR NUTRITIVO

FACTOR	MALA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
Grasa %	< 3,0	3,0 - 3,3	3,3 - 3,5	> 3,5
Proteína %	< 2,6	2,6 - 2,8	2,8 - 3,2	> 3,2
Lactosa %	< 4,6	4,6 - 4,9	4,9 - 5,3	> 5,3
Sólidos Totales %	< 11,3	11,3 - 11,8	11,8 - 12,0	> 12,2
Sólidos no grasos %	< 8,0	8,0 - 8,4	8,4 - 8,7	> 8,7
Reductasa (horas)	< 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	> 5,0
Densidad (g/ml)	< 1,028	1,028 - 1,029	> 1,029	> 1,029
Crioscopia	< 500	520 - 500	530 - 520	530 - 545
Recuento Bacteriano UFC/ml (x1000)	> 300	100 - 300	50 - 100	< 50
CCS/ml en tanque (x1000)	> 400	200 - 400	100 - 200	< 100

FUENTE: Adaptado de RHONE MERIEUX S. A. y ALPINA S. A.

La leche es una emulsión de materia grasa en una solución acuosa, que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal; por lo tanto, la leche tiene la propiedad de ser una mezcla física y química, compuesta por agua, grasa, proteínas, azúcares, minerales, vitaminas, enzimas y algunos materiales celulares de la glándula mamaria (Veisseyre, 1980)

La composición de la leche varía considerablemente con la raza, el estado de lactancia, la alimentación y la época del año, entre otros factores. Aún así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración en la composición de la leche.

### **LA LECHE COMO ALIMENTO HUMANO**

La leche de excelente calidad es un producto alimenticio de gran valor nutricional, con un contenido compensado de aminoácidos, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, y bajo contenido de gérmenes patógenos, de células somáticas, con ausencia de cuerpos extraños y con sabor y olor normales.

La leche es una fuente excelente de la mayoría de minerales requeridos para el crecimiento del lactante y para el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto.

### **LA LECHE COMO ALIMENTO DEL TERNERO**

La leche posee las inmunoglobulinas que el ternero necesita para defenderse de los organismos infecciosos (virus, bacterias, etc.). La concentración de inmunoglobulinas en el calostro es un factor muy importante para asegurar un nivel adecuado de inmunoglobulina séricas, en el ternero recién nacido.

El calostro debe ser suministrado al ternero lo más pronto posible después del nacimiento, pues su capacidad de absorción decrece casi a cero a las 36 horas de edad. Las inmunoglobulinas son estables en el torrente circulatorio del ternero por 60 días, otorgando protección, hasta que el sistema inmune es funcional. El calostro puede almacenarse congelado para dárselo a otros terneros (Wattiaux, s.f.)

### **CALIDAD DE LA LECHE**

La calidad es determinada por las características físico-químicas y bacteriológicas que determinan la composición de los productos. Una leche de buena calidad debe reunir las siguientes características: adecuada composición (contenidos de proteína, grasa, sólidos totales, minerales y vitaminas), no contener un número excesivo de microorganismos ( $<50.000$  UFC/ml), estar libre de sustancias extrañas (calostro, sedimentos) y de residuos químicos e inhibidores (antibióticos, pesticidas y otros), ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos (brucelosis, tuberculosis, paratuberculosis y salmonella, entre otros), y poseer adecuadas características organolépticas (sabor y olor normales) (Cabrera y col, 2003; Cotrino y Gaviria, 2003).

La calidad de la leche depende de las condiciones climáticas y de los factores fisiológicos normales de los animales que la producen, de factores genéticos, de la nutrición y salud de las vacas, de las condiciones en que se ordeña, y del manejo dado al producto hasta llegar al consumidor. La calidad de la leche puede estar afectada igualmente por el contenido de residuos de origen químico.

### **FACTORES QUE DESMEJORAN SU CALIDAD**

La leche es una sustancia que se contamina fácilmente, debido a su composición química y a su elevada cantidad de agua; por lo



Medicamentos  
utilizados en la  
industria pecuaria

## **MEDICAMENTOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PECUARIA**

Los medicamentos veterinarios se utilizan en los animales, para favorecer su crecimiento y para curar o prevenir infecciones. Entre estas sustancias están: los antibióticos usados para el tratamiento de infecciones causadas por bacterias, los vermífugos para combatir los endoparásitos, los desinfectantes y detergentes en los procesos de limpieza y desinfección y los pesticidas en el control de garrapatas, moscas u otros (Vallejo, 1993).

En todos los casos, el uso de medicamentos o aditivos plantea un problema de salud pública, en la medida en que estos pueden originar residuos en los alimentos derivados de los animales tratados; por lo tanto, *la utilización de cualquier medicamento veterinario, debe estar siempre ligada a dos conceptos básicos: el respeto del tiempo o período de retiro, o supresión, y la aparición o presencia de residuos, en los productos obtenidos de animales tratados.*

Después de administrar un medicamento a un animal, tiene lugar un proceso metabólico que favorece su eliminación; en términos generales, la mayor parte del producto y de sus metabolitos, se excretan por la orina y las heces; sin embargo, también se pueden encontrar estos productos en la leche o en la carne después de sacrificar el animal; por lo tanto, lo ideal sería que cuan-

do los animales estén sometidos a un tratamiento, la leche ordeñada de estos animales se separe de la leche del resto de animales no tratados, hasta que se sepa con certeza que se puede consumir, sin que existan restos de inhibidores.

Aunque el principio activo se administra al animal en dosis terapéuticas, teóricamente atóxicas o con alguna toxicidad leve, es necesario analizar los riesgos que representan los residuos para el consumidor, con base en estudios científicos sobre la toxicidad de estas sustancias.

## **LOS ANTIBIÓTICOS**

### **Definición**

Los antibióticos son sustancias producidas por microorganismos o plantas superiores de composición química muy diversa. Tienen la propiedad de inhibir los procesos metabólicos de las bacterias, bien sea destruyéndolas o inhibiendo su reproducción.

### **Usos**

Los antibióticos pueden ser utilizados con los siguientes fines:

1. Para el tratamiento de enfermedades infecciosas:

Los animales, como cualquier ser vivo, están expuestos a padecer alguna enfermedad infecciosa durante su vida productiva. Los medicamentos antibacterianos se han convertido en una solución apropiada, para el tratamiento de estas enfermedades.

2. Para la prevención de enfermedades infecciosas:

Algunas enfermedades infecciosas se han podido controlar en los animales, gracias a la inclusión de sustancias químicas (fármacos antimicrobianos), en el alimento.

Igualmente, se ha podido disminuir la incidencia de mastitis, por medio del uso de antibióticos. La administración de preparados intramamarios es sin embargo, una de las principales causas de la presencia de residuos químicos en la leche.

### 3. Como estimulantes del crecimiento:

Los antibióticos en concentraciones subterapéuticas, se utilizan en la producción animal para mejorar la conversión alimenticia, o como sustancias promotoras de crecimiento.

Esta práctica está prohibida en algunos países, pues además de dejar residuos, contribuye a la aparición de resistencia bacteriana y puede causar daño al entorno dado que una parte de los antibióticos llega al medio ambiente y destruye los microorganismos necesarios para el crecimiento de algunas plantas (Rodríguez, 2003; Sánchez, 1995; Khor, s. f.)

Cuando se utilizan los antibióticos como agentes terapéuticos se administran durante un corto periodo de tiempo (1-7 días) y en dosis altas; como promotores de crecimiento, se administran en dosis bajas, y durante periodos muy prolongados de la vida de los animales.

Los requerimientos para que un antibiótico terapéutico sea ideal son: ser muy eficaz, permitir la inmunidad y alcanzar altas concentraciones en los tejidos enfermos. Además, debe asegurar que con un uso correcto, no permanezcan residuos inaceptables en la leche y en la carne.

Los antibióticos más utilizados son: la penicilina, de tratamiento obligado en numerosas enfermedades infecciosas; las tetraciclinas, neomicina, bacitracina y estreptomina, entre otros.

Se han establecido límites máximos de residuos (LMR) para los antibióticos, o límites permisibles en los productos derivados de la producción, que no deben ser superados en ningún caso; por lo tanto, lo más indicado es hacer un uso racional de estos medicamentos.

Por uso racional de medicamentos se entiende, la aplicación de métodos terapéuticos, basados en el conocimiento de los procesos fisiológicos normales y de los anormales (fisiopatología), y de las acciones farmacológicas de los medicamentos.

### **Riesgos del consumo de leche y derivados con residuos de antibióticos**

Los residuos de antibióticos en la leche, además de ser un peligro para la salud humana y los procesos de industrialización de la leche, tienen implicaciones económicas (no pago de la leche con presencia de inhibidores, menores precios, etc.). El mercado actual de lácteos es cada vez más exigente en productos libres de residuos; por lo tanto, *obtener leche libre de antibióticos, es un elemento esencial para la comercialización.*

### **Riesgos para el humano**

Aunque los residuos solo se encuentren en los alimentos en muy baja concentración, es posible que la ingestión regular de pequeñas cantidades, de una misma sustancia, pueda determinar manifestaciones tóxicas, a largo plazo, por efectos acumulativos.

Los efectos tóxicos pueden agruparse en directos e indirectos. Son efectos directos, aquellos producidos por la utilización de antibióticos, en condiciones terapéuticas. Se manifiestan en variadas formas clínicas como: toxicidad en riñón, hígado, sangre, médula, oído, efectos teratogénicos, carcinogénicos y alergias graves. Los efectos indirectos son los asociados a los fenómenos de resistencia bacteriana y a las reacciones alérgicas. Además, los antibióticos presentes en la leche pueden inducir alteración de la flora intestinal, desarrollo de microorganismos patógenos y reducción de la síntesis de vitaminas.

La resistencia bacteriana es un problema ecológico, pues las cepas resistentes a antimicrobianos, no solamente afectan a los individuos que están siendo tratados, sino que también afectan a los individuos que comparten el mismo ambiente. Existe evidencia microbiológica y clínica, de que las bacterias resistentes pueden pasar de animales a humanos, haciendo más difícil el tratamiento de las infecciones; además, todas las bacterias son afectadas cuando se utiliza un tratamiento antimicrobial, tanto a las que va dirigido el tratamiento, como a las que no.

Algunas personas pueden desarrollar reacciones alérgicas, con la ingestión de leche con pequeñas cantidades de antibióticos (penicilina, beta lactámicos, tetraciclinas y aminoglucósidos). ***La principal fuente de residuos de estos antibióticos es la leche de vacas tratadas con estas bases vía intramamaria*** ((Levy, 1997; Cotrino y col, 2002; Cabello, s. f.; Calvinho, s. f. ).

### **Implicaciones tecnológicas**

La presencia de residuos de antibióticos afecta el proceso de industrialización de la leche, pues la mayoría de los inhibidores impiden o retardan el desarrollo de las bacterias lácticas, ocasio-

nando mayores costos de elaboración, de materia prima, y alteración del programa de producción, que implica una pérdida de rentabilidad para la empresa.

Los inhibidores en la leche, no desaparecen totalmente con los tratamientos térmicos. De acuerdo con algunos estudios realizados, la penicilina pierde solamente 8% de su actividad, luego de la pasteurización y 50% con la esterilización. La ebullición de la leche destruye 66% de residuos de estreptomicina y 90% de residuos de tetraciclinas.

Las bacterias lácticas son particularmente sensibles, a los antibióticos comúnmente usados en el tratamiento de mastitis, particularmente a la penicilina (Sánchez, 1.997; Calvino, s. f.). Los *Streptococcus* mesófilos lácticos, son parcialmente inhibidos a concentraciones de 0,1 ng/ml, y totalmente inhibidos a concentraciones de 0,2 ó 0,3 ng/ml. Los *Streptococcus thermophilus* y los *Lactobacillus*, son 10 veces más susceptibles a la penicilina, que los *Streptococcus* mesófilos (Brouillet, 1992).

Entre los principales problemas que se presentan al procesar leche con residuos de antibióticos, están:

- formación de una cuajada inadecuada durante la elaboración del queso, la cual induce una maduración anormal;
- disminución de la producción de acidez durante el proceso de elaboración de productos fermentados;
- disminución del crecimiento de los cultivos lácticos, cuando se propagan en leche en polvo reconstituida (Vallejo, 1993).

### **Cómo y cuando usar los antibióticos**

El principal objetivo de la terapia antibiótica, es eliminar el organismo causante de la infección, por medio de la administración de una cantidad óptima de droga activa, en el foco infeccioso,

que supere y mantenga por un tiempo adecuado, una concentración que inhiba al agente infeccioso.

La prescripción o fórmula debe ser realizada siguiendo criterios clínicos y tiene que contemplar parámetros fundamentales como: la droga indicada, dosis a aplicar, duración del tratamiento y último tratamiento. En lo posible, se deben enviar muestras del animal al laboratorio, para determinar el agente causal de la enfermedad y, con base en un antibiograma, elegir el antibiótico más apropiado y administrarlo correctamente.

### **Sustancias antimicrobianas controladas**

Entre los antimicrobianos cuyos residuos han sido evaluados por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) a través del JECFA, figuran: el cloranfenicol, los nitrofuranos, la sulfadimidina, el sulfatiazol, la bencilpenicilina, la oxitetraciclina, la espiramicina y la tilosina.

Los siguientes antibióticos no están aprobados para utilizarlos en ganado de leche en producción: bacitracina, estreptomina, sulfaclopiridazina, tetraciclinas y tylosina.

Igualmente, no se deben aplicar en ganado de leche, los siguientes: clindamicina, cefalexina, dicloxacilina, gentamicina, kanamicina, lincomicina, espectinomicina, sulfadiazina, sulfadoxina, sulfamerazina, sulfametoxazole, sulfanilamida, sulfapiridina, sulfathiazole, sulfisoxazole, sulfamerazina, sulfathiazina, sulfamethizole y sulfisoxizole (Botero, 1997)

## **Fármacos implicados en reacciones adversas en humanos**

1. Penicilina: La mayoría de los reportes relacionados con casos de sensibilidad, se deben a la penicilina y su fuente de residuos es la leche de vacas tratadas con infusiones intramamarias.
2. Cloranfenicol: El cloranfenicol produce en las personas anemia aplásica con cantidades muy pequeñas. Por esta razón, ha sido prohibido su uso en animales de consumo humano.
3. Sulfametazina: Este medicamento produce por toxicidad crónica, un adenocarcinoma tiroideo en ratas.
4. Aminoglicósidos (estreptomina, kanamicina, gentamicina): Los posibles efectos adversos por residuos de aminoglicósidos, se limitan a la flora gastrointestinal (resistencia bacteriana), debido a la poca capacidad de absorción.
5. Tetraciclinas: Las tetraciclinas están relacionadas con problemas de osificación y dentición, en niños en crecimiento, y pueden inducir resistencia bacteriana (Sánchez, 1995)

## **LOS PESTICIDAS**

Los pesticidas son sustancias químicas, utilizadas para combatir los agentes productores de plagas y enfermedades, en las explotaciones agropecuarias o en la industrialización de productos. El pesticida también es conocido como plaguicida o biocida (González y Juan, 2001).

Según la FAO, plaguicida es "cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o

comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos" (García, 1998).

Los plaguicidas son muy parecidos en su aplicación y forma de actuar, pero se diferencian en su persistencia en el suelo. El tiempo que un plaguicida puede permanecer en el suelo, manteniendo su actividad biológica, depende de su toxicidad y biodisponibilidad.

En ganadería, los insecticidas más usados son los organofosforados, los carbamatos y los piretroides.

### **Pesticidas organoclorados**

Estos insecticidas son sustancias tóxicas muy resistentes a los procesos de degradación natural, presentan una elevada persistencia y residualidad, ocasionando en la mayoría de los casos toxicidad crónica. Su metabolismo y eliminación es lento, y el tiempo de vida media de estos compuestos, puede ser de varios meses en los mamíferos, y de dos a cinco años en el suelo. La mayoría están prohibidos en los países industrializados.

Los insecticidas organoclorados pueden absorberse a través de la piel, mucosa o tracto digestivo, y pasar 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 través de la leche.

Los primeros síntomas de intoxicación por estos productos son de tipo neuromuscular, principalmente temblores, parálisis, ca-

lambres, convulsiones clónico-tónicas; acompañados de mareos, cefalalgia, fatiga, salivación, midriasis, diarrea, ataxia y muerte. No hay ningún antídoto, el tratamiento es sintomático.

En este grupo de compuestos se encuentran las siguientes sustancias activas: aldrín, hexacloruro de benceno, clordano, dieldrín, endrín, heptacloro y toxafeno, entre otras.

### **Pesticidas organofosforados y carbamatos**

Estos pesticidas son menos persistentes y menos estables que los organoclorados, se metabolizan formando productos menos tóxicos o atóxicos, que se eliminan del organismo del animal, en un tiempo inferior a un año; sin embargo, algunos fosforados utilizados como garrapaticidas en los bovinos, pueden absorberse rápidamente, cuando la leche es consumida inmediatamente después de su aplicación, pudiendo ocasionar intoxicaciones agudas graves.

Estos insecticidas son inhibidores de la colinesterasa, por lo tanto, los efectos tóxicos están relacionados con trastornos del sistema nervioso.

Dentro del grupo de compuestos organofosforados, se encuentran las siguientes sustancias activas: clorpirifos, diazinón, diclorvos, malatión, paratión, tiofos, triclorfón. Entre los carbamatos: carbarilo, carbofurán y metonilo.

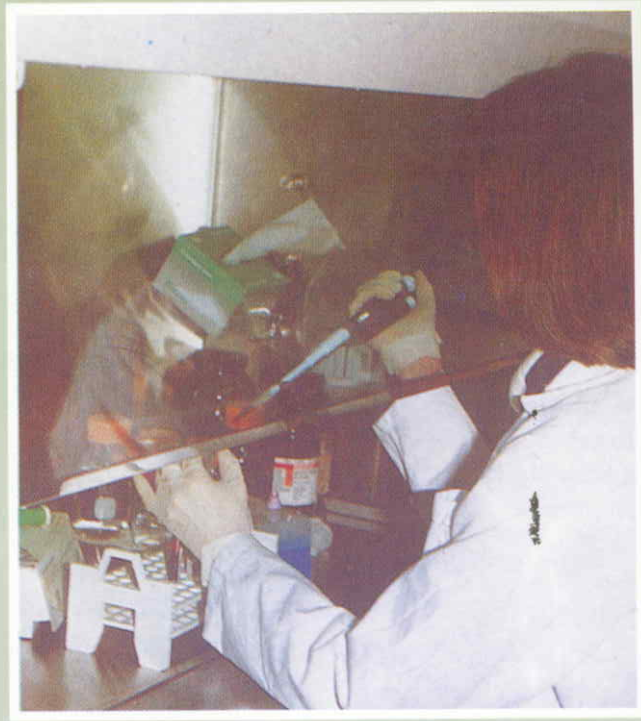
### **Pesticidas piretroides**

Las piretrinas son productos naturales del *Chrysanthemum* (*Pyrethrum cinaerfolium*), del que se extrae el extracto del pelitre. Este tipo de compuestos actúa sobre el ácaro, produciendo un bloqueo de la actividad motriz.

Estos compuestos persisten poco en el medio ambiente. Son poco tóxicos para homeotermos y muy tóxicos para insectos y peces.

Son productos neurotóxicos, producen hiperexcitación y parálisis, incoordinación, convulsiones, postración y muerte. Pueden producir alergias en algunas personas.

Las sustancias activas incluidas en este grupo son las siguientes: cipermetrina, deltametrina, flumetrina, cialotrina, alfacipermetrina y fenvalerato.



# Residuos de medicamentos en leche

## **RESIDUOS DE MEDICAMENTOS EN LECHE**

### **Definición**

Residuo es toda sustancia química o biológica, que al ser administrada o consumida por el animal, se elimina y/o permanece como metabolito en la leche, en la carne o en los huevos, con efectos nocivos para el consumidor (Cotrino, 2001).

El residuo ilegal es el que está presente cuando se exige la ausencia, o bien, el que está en cantidad o proporción superior a un límite máximo permitido o autorizado de residuo.

Los residuos más problemáticos presentes en la leche, son los que se derivan de fármacos antibacterianos, hormonas promotoras del crecimiento, y de ciertos pesticidas, metales pesados y productos químicos. El uso de éstos compuestos, hace que tomen contacto con diferentes tejidos comestibles de los animales; así se ve expuesto a ellos el ser humano (McEwen, 1997; García y col, s.f.).

Los residuos químicos afectan la calidad de la leche, al igual que su proceso de industrialización y son un peligro para la salud humana, ya que por efectos acumulativos, causa manifestaciones tóxicas, afecciones orgánicas diversas, alergia e incluso cáncer. Por lo tanto, es muy importante que se respeten los tiempos

indicados, entre la última administración del compuesto a los animales, y el ordeño (conocido como "período de retiro o supresión"), para garantizar al consumidor, que la carne y la leche que ingiera, no contengan residuos por encima de los límites máximos establecidos (LMR), que son los niveles superiores seguros, compatibles con la ausencia de riesgos para la salud humana. Se han determinado niveles que son indicativos de buenas prácticas agrícolas (BPA) (McEwen, 1997), y de ausencia de riesgo para la salud humana.

Estas buenas prácticas agrícolas, tienen por objeto minimizar la presencia de contaminantes, por medio de la utilización de las cantidades mínimas necesarias, para conseguir un control adecuado.

Los límites máximos de residuos (LMR) en leche, se fijan de acuerdo con las propiedades farmacocinéticas y toxicológicas del medicamento y sus metabolitos.

Cuando la presencia de un residuo implica un riesgo para la salud humana, los límites máximos aceptables se establecen utilizando los valores de ingesta diaria aceptable (IDA). La IDA es un límite máximo ultra seguro, pues fija los estándares en los cuales una droga puede ser consumida durante toda la vida, sin que constituya riesgo para la salud del consumidor. Si no se conocen exactamente los efectos de una droga sobre la salud humana, se fijan estándares de IDA temporarios, hasta que los efectos sean conocidos.

Existe un límite superior de aceptación para la mayoría de los residuos potenciales. Como medida extrema, para aquellos materiales altamente tóxicos, no existe tolerancia (tolerancia cero implica que la sustancia no debe ser detectada en el alimento). Cuando el efecto de una droga en los seres humanos depende de la dosis ingerida, los valores de IDA se establecen en niveles muy

seguros y cuando no se cuenta con datos acerca de la toxicología de una sustancia, los LMR se establecen para asegurar que el abuso de esta droga, no lleve a niveles innecesariamente altos de residuos en los alimentos.

### **Control de residuos en alimentos**

Como últimamente se han incrementado las exigencias de los consumidores por la calidad de los productos alimenticios, en algunos países se han empezado a utilizar *Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)* y *Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)*, para garantizar los aspectos de inocuidad en los alimentos.

El objetivo de las **BPM** es que los operarios que trabajan con alimentos conozcan, comprendan y apliquen prácticas de higiene. En nuestro país, las **Buenas Prácticas de Manufactura**, se utilizan en el sector industrial con el fin de responder a reglamentaciones nacionales e internacionales y como paso previo a la implementación de **HACCP** y/o a la certificación.

El **HACCP** es un enfoque sistematizado, que permite identificar peligros, estimar riesgos e instrumentar medidas de control. Su objetivo fundamentalmente es prevenir y evitar problemas de origen microbiológico, químico y/o físico, con la finalidad de preservar la salud de la población. Los principios de este método pueden utilizarse en cualquiera de los diferentes eslabones de la cadena alimentaria (Páez y col. 1999).

Los residuos de medicamentos veterinarios y sustancias químicas, son un riesgo para la población humana, porque ocasionan problemas de resistencia bacteriana, reacciones alérgicas e intoxicaciones:

En Suecia, la limitación del uso de drogas como los antibióticos para los agricultores también ha tenido repercusión para el bienestar de los animales. Cuando los productores no pueden recurrir a esos medios para ocultar la mala administración y el ambiente inadecuado, tienen que mejorar la una y el otro si quieren mantener sanos sus animales; es decir, tienen que encontrar y combatir las causas de los problemas, en lugar de tratar simplemente los síntomas con medicamentos (Croall, 1999)

El objetivo principal de la vigilancia de residuos de medicamentos de uso veterinario en alimentos es evitar que lleguen al consumidor alimentos con residuos de sustancias que puedan tener consecuencias negativas para la salud.

Cualquier país en proceso de internacionalización de su economía, requiere de un sistema de control de residuos de medicamentos veterinarios y de sustancias químicas, como elemento fundamental para garantizar la seguridad agroalimentaria y aunque el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, entidad encargada de la prevención y control de riesgos para la producción agropecuaria, tiene establecido el control de residuos químicos en los alimentos de origen animal, en Colombia no se tienen estudios sobre el número de personas afectadas, ni sobre las pérdidas económicas que ocasiona esta contaminación. En efecto, únicamente aparecen trabajos aislados en instituciones académicas.

El Ministerio de Salud y la Secretaría de Salud Pública del Distrito, han llevado a cabo algunos trabajos de investigación en el área de residuos, particularmente en lo relacionado con pesticidas; sin embargo, dichos trabajos no están enmarcados en sus actividades de vigilancia.

La Ley 100 de 1993 consagra la creación del INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Alimentos y Medicamentos), uno de cuyos intereses relevantes es, atender el control de residuos de sustancias químicas en alimentos procesados para consumo humano.

## RESIDUOS DE ANTIMICROBIANOS EN LECHE

La presencia de residuos de antibióticos en alimentos, se debe a que no existen controles sobre el manejo de dichos medicamentos, ni orientación veterinaria respecto a los antibióticos a suministrar de acuerdo con análisis previos, dosis y tiempo de duración del tratamiento. Además, por intereses económicos, no se deja un tiempo prudencial entre el último suministro y la total eliminación del medicamento, para poder disponer del producto alimentario.

La única condición para que estos medicamentos aparezcan como RESIDUOS, es que pasen de la sangre a la leche, en la cantidad mínima necesaria, para que sea considerado como un residuo violatorio. Tabla 2.

Tabla 2. Niveles de tolerancia de algunos microbianos.

Por gramo ó ml de	Músculo	Riñón	Leche
Clortetraciclina	0.05ug	0.05ug	0.015ug
Oxitetraciclina	0.5ug	0.5ug	0.1ug
Penicilina	0.05Un	0.05Un	0.01Un
DH-Estreptomicina **	0.5ug	0.5ug	0.2ug
Eritromicina	0.3ug	0.3ug	0.04ug
Lincomicina	0.6ug	0.6ug	0.15ug
Espectinomicina *	1.0ug	1.0ug	No Evaluado
Tilosina	0.3ug	0.3ug	0.04ug

(\*) Drogas no aprobadas para uso en vacas lecheras

(\*\*) Prohibido recientemente

Fuente: Andresen, H. s.f.

## **Factores que afectan la excreción mamaria de los antibióticos**

**El principio activo:** las sales benzoáticas de las penicilinas se eliminan por más tiempo (pueden eliminarse hasta por 20 a 30 días en la leche), que las sales sódicas. En los EEUU, la Food and Drug Administration (FDA), no aprueba ninguna penicilina benzoática, ni para uso inyectable, ni de aplicación intramamaria en vacas lactantes (Milk assurance quality program, 1996).

El porcentaje de macrólidos que pasa a la leche es 1% aproximadamente, y el 0,001% de las penicilinas (Brouillet, 1992).

**El excipiente:** los antibióticos en vehículo acuoso se eliminan más rápido que los de vehículo oleoso. Una penicilina procaínica en vehículo oleoso, tendrá una duración de excreción de 125%, mayor que la misma penicilina en medio acuoso.

**La dosis:** para una penicilina procaínica, una aplicación intramuscular que pase de 3 a 6 millones de UI, incrementa la excreción en 33%.

**La vía de administración:** *la administración mamaria tiene una duración de excreción mayor que la vía intramuscular. Los antibióticos aplicados vía intramamaria se eliminan por los 4 cuartos mamarios.*

Existen algunos reportes de que 61% de los casos positivos a residuos en leche, se deben al uso de antibióticos intramamarios, en mastitis clínicas; 31% a tratamientos intramamarios en período fuera de lactancia (tratamientos para vaca seca); 6% a inyectables, y 1% a otras causas (Vallejo, 1993).

Igualmente, *las aplicaciones de antibióticos intrauterinos, producen residuos en la leche*. La administración vía oral, puede generar residuos dependiendo del metabolismo del antibiótico, y de su absorción por la mucosa intestinal (Brouillet, 1992)

**La duración del tratamiento:** siempre el tiempo de retiro para los antibióticos y demás medicamentos, debe ser durante, y con base en el último tratamiento (Botero, 1997)

### **Causas más comunes de aparición de residuos de antibióticos**

La presencia de inhibidores en leche es responsabilidad del ganadero. La mayoría de las veces se debe a un mal manejo en la finca.

Entre las principales causas de residualidad de antibióticos, están las siguientes:

- No respetar los tiempos de retiro de los medicamentos.
- Ordeño de vacas que han presentado aborto o con períodos secos muy cortos, y que hayan sido tratadas con antibióticos de larga acción.
- Uso de medicamentos no aprobados.
- Carencia de registros de medicación.
- Sobredosificación de medicamentos.
- Aplicación de medicamentos sin recomendación del Médico Veterinario.
- Administración de medicamentos por vías no recomendadas, por los laboratorios fabricantes.
- Residuos de soluciones desinfectantes en el equipo de ordeño.
- Mezcla con leches contaminadas.
- Descarte de leche, solamente del cuarto mamario tratado con antibiótico (Botero, 1997)

*Se calcula que la leche de una vaca tratada con 200 mg de penicilina G, tiene el potencial de contaminar la leche de 8000 vacas.*

### **Tiempo o período de retiro o supresión**

El "tiempo o período de retiro o supresión", es el período de tiempo que se debe esperar para destinar la leche al consumo humano o animal, desde el momento en que se suministró el último tratamiento a la vaca en producción, con el objeto de que no existan residuos de dicho medicamento en el alimento (tolerancia 0), o bien, que dichos residuos se encuentren en proporción inferior al límite máximo admitido o permitido (LMR), para dicho medicamento y alimento (concentración legal o inocua).

Las compañías farmacéuticas fijan el tiempo de retiro de la leche, fundamentadas en las propiedades farmacocinéticas de las distintas formulaciones en vacas en ordeño, y en los estudios toxicológicos en humanos.

En general, los períodos de retiro oscilan entre cuatro a seis días para los antibióticos más comúnmente administrados, y es raro que se eliminen residuos de antibióticos por un período mayor, que el tiempo de retiro declarado por el fabricante del fármaco.

Sin embargo, se debe tener en cuenta, que en las enfermedades en las cuales se disminuye significativamente la producción, el tiempo de retención de la droga en la ubre puede aumentarse. Otros factores que pueden prolongar el tiempo de retiro, pueden ser las enfermedades renales y hepáticas, y la administración de varias drogas simultáneamente. En estos casos se recomienda extender el período de retiro de la leche, o consultar acerca de otras medidas que podrían adoptarse (Prüssing, 2002).

**El período de retiro debe figurar en FORMA CLARA Y PRECISA, en la etiqueta de todos los preparados comerciales.** Un ejemplo sería este: "la leche de las vacas tratadas con este preparado, no debe ser dada al consumo durante el tratamiento. Solo puede darse al consumo, 72 horas después del último tratamiento".

**Tabla 3. Períodos de retiro de algunos antibióticos inyectables utilizados en bovinos.**

Antimicrobianos Inyectables		
Ingrediente Activo	Período de Retiro	
	LECHE	CARNE
Amoxicilina Trihidrato	96 horas	25 días
Ampicilina Trihidrato	48 horas	6 días
Cefquinoma	168 horas	14 días
Ceftiofur	12 horas	24 horas
Ciprofloxacina	No usar en vacas en producción	5 días
Enrofloxacina	No usar en vacas en producción	5 días
Eritromicina	72 horas	14 días
Espiramicina	168 horas	====
Florfenicol 300 mg/ml	No usar en vacas en producción	28 días
Gentamicina	72 horas	21 días
Kanamicina	72 horas	21 días
Oxitetraciclina hidrocloreuro	72 horas	21 días
Oxitetraciclina L.A 200 mg/ml	96 horas	28 días
Oxitetraciclina L.A 300 mg/ml	144 horas	28 días
Penicilina G procaínica+Sulfato de Estreptomicina 20/20	36 horas	30 días
Penicilina G procaínica	48 horas	15 días
Penicilina G procaínica + Dihidroestreptomicina	168 horas	30 días
Sulfadimetoxina	96 horas	15 días
Sulfadoxina + Trimetoprim	96 horas	10 días
Sulfametazina	96 horas	15 días
Tilosina	96 horas	21 días

Fuente: Carmona, s.f.

En la Tabla 3 se observan los períodos de retiro de algunos antibióticos que se utilizan para realizar tratamientos inyectables en bovinos.

Tabla 4. Períodos de retiro de algunos antibióticos intramamarios utilizados en bovinos.

Antibióticos Intramamarios	Período de Retiro	
	LECHE	CARNE
Ingrediente Activo	LECHE	CARNE
Amoxicilina	60 horas	12 días
Cefacetrilum (UTC. Natrium)	96-120 horas	====
Cefalexina Monohidrato	36-48 horas	====
Cefapirina Benzatínica - Secado	No usar en vacas en producción	42 días
Cefapirina Sódica	96 horas	4 días
Cefopera Zona Sódica	84 horas	====
Cloxacilina Benzatínica - Secado	No usar en vacas en producción	30 días
Cloxacilina Sódica	72 horas	10 días
Espiramicina - Secado	No usar en vacas en producción	21 días
Hetacilina Potásica	72 horas	10 días
Penic. G Procaínica + Dihidroest - Nafcilina -Secado	No usar en vacas en producción	====
Pirlimicina	36 horas	28 días

Fuente: Carmona, s. f.

En la Tabla 4 se observan los períodos de retiro de algunos antibióticos que se utilizan para realizar tratamientos vía intramamaria, en bovinos.

**Tabla 5. Períodos de retiro de algunos endoparasiticidas utilizados en bovinos.**

<b>Endectocidas</b>		
<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Período de Retiro</b>	
	<b>LECHE</b>	<b>CARNE</b>
Eprinomectina	0 días	
Abamectina	No usar en vacas en producción	28 días
Doramectina	No usar en vacas en producción	35 días
Ivermectina	No usar en vacas en producción	35 días
Ivermectina (Fórmula Tixotrópica )	No usar en vacas en producción	122 días
Ivermectina Pourn On	No usar en vacas en producción	49 días
Moxidectina	No usar en vacas en producción	35 días

Fuente: Carmona, s.f.

En la Tabla 5 se observan los períodos de retiro de algunos pesticidas, utilizados para el control de parásitos internos en bovinos.

**Tabla 6. Períodos de retiro de algunos ectoparasiticidas utilizados en bovinos.**

<b>Ectoparasiticidas</b>		
<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Período de Retiro</b>	
	<b>LECHE</b>	<b>CARNE</b>
Clorpirifos	72 horas	10 días
Coumaphos	72 horas	30 días
Cyamizol	72 horas	72 horas
D.D.V.P	120 horas	30 días
Ethion		45 días
Fenthion		45 días
Fluazuron	No usar en vacas en producción	42 días
Flumetrina + Cifutrin	24 horas	24horas
Formamidinas ( Amitraz )	24 horas	96 horas
Triclorfon	72 horas	30 días
Triclorfon + Coumaphos	72 horas	30 días

Fuente: Carmona, s.f.

En la Tabla 6 se observan los períodos de retiro de algunos pesticidas, utilizados para el control de parásitos externos en bovinos.

## **Residualidad de antibióticos**

En Colombia no se conocen cifras en la incidencia de residuos antimicrobianos en los alimentos de origen animal; únicamente aparecen algunos trabajos aislados en instituciones académicas (Sánchez, 1976).

En un estudio realizado en la comarca del Deza, para conocer el contenido de antibióticos en la leche producida, se encontró que, de un total de 302 muestras de leche cruda, analizadas por el método de enzimo-inmunoensayo competitivo, en 15.89% de las muestras se detectaron residuos de cloranfenicol y 5.62% de estreptomicina, y algunas de las muestras analizadas superaron los niveles de residuos compatibles con la elaboración de derivados lácteos. (Rodríguez, 1999)

## **RESIDUOS DE PESTICIDAS EN LECHE**

### **Residuo de pesticida**

Es cualquier sustancia específica presente en alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción.

Se han establecido unos límites máximos para residuos (LMR y LMRE) de plaguicidas en los alimentos, con el fin de proteger la salud de los consumidores, al aplicar solamente la cantidad mínima de plaguicida que se necesita para controlar una plaga. Estos límites no deben excederse, para evitar la aparición de manifestaciones, después de un período prolongado (efecto crónico).

## **Factores que afectan la excreción de pesticidas en la leche**

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

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

## **Causas de la aparición de residuos de pesticidas en leche**

La presencia de residuos de plaguicidas en la leche, se debe principalmente al uso de garrapaticidas, insecticidas y fungicidas agrícolas, mal utilizados, que contaminan suelo, plantas (forrajes) y granos. Los animales se contaminan a través de los alimentos, y de los tratamientos con acaricidas e insecticidas. Los residuos de estos compuestos químicos o sus metabolitos, se acumulan en el tejido graso y los eliminan con la leche, aumentando las posibilidades de que las personas ingieran estas sustancias (Vallejo, 1993). Igualmente, no existen controles sobre el manejo de los tratamientos veterinarios o sustancias químicas; existe ignorancia entre las personas encargadas del manejo de los animales, en lo que significan los tiempos de retiro, o de las implicaciones que representa llevar al mercado animales contaminados con sustancias químicas y, además, por intereses económicos, no se deja un tiempo prudencial entre el último suministro y la total eliminación del medicamento, para poder disponer del producto alimentario. Además, en un alto número de fincas, las sustancias agroquímicas se utilizan o se almacenan, sin tener en cuenta las normas más elementales de seguridad.

## **Residualidad de los plaguicidas en alimentos**

La aplicación incorrecta de estas sustancias químicas y otras deficiencias en el empleo de las buenas practicas de uso y manejo, de estos medicamentos, pueden causar la presencia de residuos nocivos en los alimentos de origen animal, que se constituyen en riesgos para la salud pública y para el medio ambiente.

Los pesticidas organoclorados se acumulan en los tejidos adiposos, y son excretados en asociación con la porción grasa de la leche (Willett et al., 1993). En un estudio realizado en cabras en producción, se encontró que la inyección intravenosa de ethion (2 mg/kg) originó residuos en leche sobre el nivel máximo recomendado (MRL) por más de 2 semanas. La administración oral (10 mg/kg) causó bajos niveles de ethion, pero altos niveles del metabolito 14C en leche (sobre el MRL) y plasma, por más de 2 semanas; mientras que la aplicación dérmica produjo niveles de ethion sobre el MRL en leche, hasta por 5 semanas (Mosha et al., 1991).

En un estudio realizado en la Universidad de Caldas, en leches procedentes de 20 fincas agropecuarias de la región de San Félix, analizaron 27 muestras de leche hervida, cruda y pasteurizada, y encontraron residuos de DDT (0,04 ppm), BHC (0,04 ppm), dieldrín (0,04 ppm), aldrín (0,1 ppm), y heptacloro epóxido (0,17 ppm), que indican el elevado grado de contaminación de la leche de dicha región. Los residuos de insecticidas organoclorados presentes en estas muestras de leche, se deben a la mala utilización de estas sustancias por el agricultor, en el cultivo de la papa, pues utilizan 94,7 Kg de plaguicidas/ha de cosecha, cuando lo recomendado por el ICA es de 2 a 4 Kg/ha (Trejos y Franco, 1980; Vallejo, 1993)

En otro estudio realizado en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional, se analizaron muestras de leche cruda, de fincas de la Sabana de Bogotá, del Guamo y del Espinal, muestras de leche pasteurizada, y muestras de leche entera en polvo. Aunque todas las muestras fueron positivas a DDT, los promedios encontrados en las muestras de leche cruda, pasteurizada y en polvo, de las zonas de Bogotá y de las zonas agrícolas, se encuentran por debajo de los límites permisibles por la FAO/OMS. Caso contrario sucede con los niveles de lindano y dieldrín, dado que las muestras de leche de las zonas del Espinal y del Guamo presentan valores por encima de los límites permisibles por la FAO/OMS. La principal razón por la cual se encuentran elevados niveles de insecticidas organoclorados en la leche, se debe a que en estas zonas hay extensos cultivos de soya, arroz y algodón, donde la aplicación aérea y terrestre de los plaguicidas es intensa (Vargas y Vallejo, 1987).

En otro estudio realizado en la Sabana de Bogotá, se encontró que la utilización de los desechos de floricultura, como complemento alimenticio de las vacas, produjo alta contaminación de la leche por endosulfan y tetradifón (plaguicidas empleados). Los niveles encontrados exceden los niveles permisibles de estos residuos (endosulfan: LMR según el Codex, es de 20 ppb y se encontraron límites de 130, 160 y 410 ppb), en el alimento, convirtiéndose en un factor de riesgo para las personas que consumen esta leche contaminada, cruda (Benítez, 1997; Sánchez, 1997)

En el país existen pocas investigaciones sobre residuos de los insecticidas de mayor uso, como los organofosforados y los carbamatos, debido a que son degradables, por lo tanto, son de baja residualidad. El hallazgo de estos depende del lapso comprendido, entre la aplicación y la cosecha.

Paralelamente al reconocimiento de los beneficios que se derivan del buen uso de los plaguicidas, se ha incrementado la demanda pública, para que se utilicen con prudencia y garantías para el consumidor, generándose a nivel mundial, una preocupación creciente por conocer y controlar los niveles de residualidad.

No existe ningún plaguicida exento de toxicidad. En el caso de la leche, es importante evaluar la toxicidad crónica, producida por ingerir dosis bajas de pesticidas durante períodos de tiempo muy prolongados. Para esto es importante conocer la Ingestión Diaria Admisible (IDA); la degradación de los productos y, los niveles de residuos tolerables en este alimento, y con base en ello, establecer el tiempo de retiro, y así prevenir riesgos de contaminación.

La FAO/OMS ha fijado niveles máximos para garantizar la seguridad para el consumidor, lo cual ha contribuido a disminuir los riesgos de la comunidad, al consumir alimentos que han sido tratados previamente con plaguicidas de origen químico. Para establecer un límite máximo de residuos, es necesario tener la información química, toxicológica y de comportamiento del plaguicida, de acuerdo con su uso adecuado, para asegurar su eficacia y efectos adversos mínimos (Calvinho, s. f. ) Tabla 7.

Tabla 7. Valores de ingesta diaria aceptable (IDA) para pesticidas organoclorados

Compuesto	IDA mg/kg de peso corporal
Aldrin y Dieldrin	0,0001
Endosulfan	0,006
Chlordane	0,0005
Lindane (?-BHC)	0,008
DDT (y metabolitos)	0,02

Fuente: Organización Mundial de la Salud

## Riesgos del consumo de leche y derivados con residuos de pesticidas

Los residuos de plaguicidas en la leche, pueden producir intoxicaciones de variada naturaleza en el hombre, aguda, subaguda y crónica, de acuerdo con la rapidez de aparición de los síntomas, la gravedad y duración de los mismos, y la velocidad con que se absorbe y acumula la sustancia tóxica.

Tabla 8. Algunos efectos principales de los plaguicidas sobre la salud humana.

Efecto sobre la salud	Comentarios
Muerte inmediata	Exposiciones muy intensas, generalmente accidentales o intencionadas.
Efectos agudos Lesiones ojos/piel Lesiones neurológicas Lesiones hepáticas Lesiones renales Lesiones pulmonares	Fundamentalmente debidos a exposiciones laborales. Relativamente bien conocidos.
Efectos crónicos Cáncer Alteraciones reproducción Neurotoxicidad Inmunotoxicidad	Evidencias mucho más limitadas. Potencialmente relacionados con exposición ambientales o laborales. Mecanismos patogénicos no totalmente comprendidos.

Fuente. García, 1998.

En la Tabla 8, se presentan y comentan algunos de los principales efectos de los plaguicidas sobre la salud.

Algunos organofosforados utilizados como garrapaticidas se absorben rápidamente, y cuando la leche es consumida inmediatamente después de su aplicación, puede ocasionar intoxicaciones agudas graves.

Los pesticidas provocan efectos a largo plazo, como cáncer, trastornos neurológicos y endocrinos, retrasos en el aprendizaje, pro-

blemas reproductivos (infertilidad y abortos), efectos en el sistema inmunológico, endometriosis, e incremento en la incidencia de diabetes, y existe además la posibilidad de que produzcan malformaciones o anomalías congénitas (espina bífida, labio leporino, alteraciones cromosómicas, como el síndrome de Down, entre otras). Por otra parte, un buen número de plaguicidas han demostrado su acción mutagénica, es decir, su capacidad para producir defectos congénitos (García, 1998).

### **Efecto de los pesticidas sobre los procesos tecnológicos**

Los residuos de pesticidas no son alterados por la pasteurización, esterilización, upeización, ni por el almacenamiento en refrigeración o a temperatura ambiente, pero la evaporación por pulverización y congelación, reduce la concentración de pesticidas en algún grado (Pietrino, 1991).

Los bajos niveles de residuos de pesticidas, no tienen efecto significativo en el procesamiento de la leche, en lactocultivos o quesos, pero una concentración de 50 mg/litro de endrin, produce interferencia en los cultivos de yogurt, y 0,08 mg/litro de dieldrin ocasionan problemas en la elaboración de quesos. Además, se cree que la microflora usada en la elaboración del queso, puede degradar los residuos de pesticidas durante la maduración de este.

### **Efecto sobre el medio ambiente**

La erradicación masiva de plagas con pesticidas, además de eliminar las especies nocivas, elimina también las especies benéficas, rompiendo el equilibrio de los sistemas ecológicos.

Los pesticidas organoclorados esterilizan el suelo, pues destruyen no sólo los organismos patógenos (plagas), sino también los

benéficos para la fijación de nutrientes, CO<sub>2</sub> y oxígeno en el suelo y, a largo plazo, pueden contribuir a la salinización del suelo y a su desertificación.

Aunque los pesticidas se empleen en forma selectiva (empleo de productos tóxicos para las plagas, pero no para los cultivos ni para el resto del ecosistema), con el tiempo se van acumulando a lo largo de la cadena alimenticia, y ocasionan resistencia a los compuestos, por parte de las poblaciones de parásitos.

Resistencia es la habilidad de una cepa o de una población de parásitos, para tolerar dosis de tóxicos, que serían letales para la mayoría de individuos, en una población normal (susceptible) de la misma especie.

El desarrollo de resistencia a los parasiticidas depende de varios factores, entre otros: la genética, ecología, comportamiento y fisiología de la plaga, insecticidas utilizados, frecuencia de baños, métodos de aplicación, rotación de productos, concentración empleada, persistencia ambiental de pesticidas agrícolas, etc. Los productos que presentan alta residualidad y persistencia, favorecen también la presentación de resistencia (Benavides, 1991)

## **MÉTODOS DE DETECCIÓN**

### **Residuos de antibióticos**

Existen varios métodos cuantitativos para detectar residuos de antibióticos en leche. Entre las pruebas de rutina están: técnicas bacteriológicas, inmunológicas y de radio inmuno ensayo (RIA).

Las pruebas bacteriológicas están basadas en la inhibición del crecimiento de algunos de estos organismos: *Bacillus*

*Stearothermophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bacillus subtilis* y *Micrococcus luteus* (*Sarcina lutea*). Existen en el mercado distintas pruebas que detectan estos organismos y tienen distinta sensibilidad a los antibióticos; en cada caso se consigna el límite de detección, para cada antibiótico. Las pruebas bacteriológicas son relativamente rápidas (2 ó 3 horas), baratas y fáciles de realizar; sin embargo, no indican el tipo de droga presente en la leche, y en algunos casos pueden ser sensibles a sustancias naturales, de defensa de la glándula mamaria, produciendo casos de falsos reactores positivos (Literio y col, 2003; Calvino, s. f.).

Las pruebas inmunológicas utilizan anticuerpos monoclonales, para ligar los antibióticos. La prueba de ELISA también se usa en este tipo de pruebas, con componente enzimático (Calvino, s. f.).

Existen otros métodos como las de cromatografía líquida y de gases, que son pruebas más sofisticadas; sin embargo, la literatura científica sugiere la propuesta de un procedimiento válido, que mantenga la especificidad y la sensibilidad o un valor predictivo alto (Cullor, 1992).

### **Residuos de pesticidas**

El mejor instrumento para proteger la salud del consumidor, es disponer de un programa eficaz de control de los residuos, que permita certificar la inocuidad de los productos alimenticios de consumo nacional y exportados, así como de los alimentos de origen animal importados.

Entre los métodos usados para detección de pesticidas están: ELISA y la cromatografía de gases.

Con ELISA, el límite de detección para aldrin/dieldrin en leche varía de 10 ppb a 5 ppm (Ragab et al., 1996). Con la cromatografía de gases (GLC) se pueden detectar residuos de hexacloruro de benceno en leche, en cantidad de ug/litro (Prapamontol y Stevenson, 1991). Con un método analítico que combina extracción-derivatización en línea, con GLC para detección de N-metilcarbamatos, se detectan cantidades de 2 a 20 ng/ml (Ballesteros et al., 1993).

## **REGLAMENTACIÓN DE LA RESIDUALIDAD EN ALIMENTOS**

Para asegurar la inocuidad de los alimentos, se debe trabajar de manera continua en todos los eslabones de la cadena, de la finca al consumidor, para prevenir los riesgos que puedan afectar la seguridad alimentaria y disminuir las enfermedades transmitidas por alimentos.

La seguridad alimentaria y la calidad no pueden ser separadas. Las prácticas que incrementan la seguridad alimentaria, lo hacen a través de una mejora de la salud animal, y por lo tanto disminuyendo el riesgo de residuos de medicamentos.

Con este fin se creó en los años sesenta, un marco normativo internacional llamado Codex Alimentarius. El Codex Alimentarius es la entidad que se ocupa de la ejecución del programa conjunto entre la FAO y la OMS, sobre normas alimentarias, y que tiene como fin proteger la salud de los consumidores y asegurar normas equitativas en el comercio de alimentos. Incluye disposiciones referentes a la higiene, residuos, contaminantes y aditivos y, promueve prácticas para minimizar los riesgos potenciales sanitarios y ambientales, ligados a los plaguicidas. Adicionalmente, abarca el ciclo total de estas sustancias, desde su elaboración,

reglamentación, producción, gestión, empaquetado y etiquetado, hasta su distribución, aplicación, uso, control y eliminación. Además, fomenta las estrategias de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

### **Control de residuos en Colombia**

Aunque en Colombia no existe un sistema de control de residuos de medicamentos veterinarios, o sustancias químicas en alimentos de origen animal, a raíz de la presión de los consumidores, tanto en el mercado interno como en el externo por alimentos más sanos y seguros y como consecuencia del proceso de modernización del Estado, algunas entidades del sector de salud y del sector agropecuario, están orientando sus esfuerzos hacia el control de residuos, y la seguridad agroalimentaria.

El Ministerio de Salud posee disposiciones que tangencialmente asumen el tema, con respecto a adulterantes o sustancias potencialmente nocivas, para los consumidores en alimentos procesados, con alusión particular a la leche, y acepta en cualquier caso, al no existir disposiciones sobre una sustancia en particular, se acoge a lo conceptuado por la FAO o la OMS.

La Ley 100 de 1993 creó el INVIMA (Instituto Nacional de vigilancia de alimentos y medicamentos), con el fin de que se encargara de atender el control de residuos de sustancias químicas, en alimentos procesados para consumo humano.

El Decreto 2645 de 1993 reestructuró el ICA, y le asignó la función de velar por el desarrollo sostenible del sector agropecuario, atendiendo entre otras funciones el control de los riesgos sanitarios, químicos y biológicos, que afectan la producción agropecuaria.

La Ley 101 de 1994 o Ley general de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, en su artículo 65, le confiere al ICA entre otras responsabilidades, la de ejercer el control técnico sobre los insumos agropecuarios, destinados a proteger la producción agropecuaria nacional, y a minimizar los riesgos alimentarios que provengan del empleo de los mismos, y facilitar el acceso de los productos nacionales al comercio internacional.



Manejo responsable  
de los medicamentos  
en la finca

## **MANEJO RESPONSABLE DE LOS MEDICAMENTOS EN LA FINCA**

### **MANEJO RACIONAL DE ANTIBIÓTICOS**

Es necesario hacer un uso racional de los antibióticos (restringido a los casos justificados, con la elección del antibiótico adecuado, con la duración y dosis estrictamente necesarios), para buscar una convivencia razonable con las bacterias. Además, se debe tener en cuenta, que cuando entre en vigencia el Acuerdo de competitividad de la cadena láctea, el entregar leche con residuos de antibióticos implicará pérdida de bonificaciones.

Lo ideal sería escoger antibióticos de corto espectro, para limitar el número de bacterias que pueden ser afectadas y determinar si es necesario tratar a todo un grupo de animales, o únicamente el animal enfermo, estableciendo así, cuales tratamientos pueden ser acortados, teniendo en cuenta que el uso continuo induce la resistencia bacteriana.

El uso menos intensivo de antibióticos, permite que una ecología más natural persista, y favorece que las cepas susceptibles compitan con las resistentes, asegurando el rápido retorno a una flora normal, después del tratamiento (Levy, 1997).

## **MANEJO RACIONAL DE PESTICIDAS**

En las circunstancias actuales, en las que la ganadería colombiana está empezando a posicionarse en los mercados internacionales, y los consumidores son cada vez más exigentes, para que su alimento no sea perjudicial para la salud, se debe hacer un uso racional de los pesticidas y antiparasitarios, combinado con estrategias no químicas de control, que aseguren mantener las poblaciones parasitarias por debajo de su umbral económico, minimicen el desarrollo de resistencia parasitaria, no produzcan residuos en carne y leche, y tengan un mínimo impacto ambiental.

El uso racional de pesticidas y productos antiparasitarios, se basa en la utilización de productos antiparasitarios, sólo bajo las condiciones recomendables, respetando los tiempos de retiro establecidos, y en lo posible, seleccionando sustancias con escaso efecto residual, para minimizar el riesgo de aparición de residuos en concentraciones no admisibles; reducir el grado de exposición de las poblaciones a pesticidas y otros productos, que pueden potencialmente alterar el medio ambiente, para lo cual se requiere capacitar adecuadamente a los productores, máxime si se tiene en cuenta que cada vez gana más terreno el concepto de producción limpia, es decir, aquella que usa de la manera más racional los recursos, y genera la menor cantidad de impacto negativo sobre los ecosistemas.

## **RECOMENDACIONES PARA EVITAR LA PRESENCIA DE RESIDUOS EN LA LECHE**

A continuación se describen algunas recomendaciones fundamentales, para evitar la presencia de residuos en leche, a través del manejo adecuado de los medicamentos en la finca.

- **Implementación de programas de control sanitario**

Los residuos de medicamentos veterinarios tienen su origen en la finca, por lo tanto, todas las medidas que se tomen para su prevención, deben ser cumplidas en este primer eslabón de la producción de leche, y los ganaderos deben ser conscientes de los riesgos para la salud de las personas, como consecuencia del consumo de productos lácteos con residuos de medicamentos.

La aplicación de programas sanitarios preventivos, tanto para mastitis como para otras enfermedades, reduce la necesidad del tratamiento de animales con antibióticos, minimizando el riesgo de contaminación de la leche.

- **Utilización de medicamentos aprobados**

El uso de medicamentos aprobados por la autoridad sanitaria, y siguiendo las instrucciones del inserto, garantiza que el tratamiento sea dado en dosis óptimas, administrado a los intervalos y duración de tiempo apropiados, garantizando la seguridad para el animal, y la ausencia de residuos en leche. En los insertos se indica si la droga puede administrarse o no a vacas en lactancia, cuáles son las contraindicaciones y advertencias para el operador y cuál es la temperatura de almacenamiento del producto. La droga y su dosificación deben ser indicadas por el médico veterinario.

- **Uso de las drogas en forma distinta a la indicada**

Muchas personas administran antimicrobianos por vías y para indicaciones diferentes a las estipuladas por el fabricante, como sucede con productos inyectables, que se usan en infusiones

uterinas, para las cuales el productor no tiene la obligación de especificar el tiempo de retiro.

El Veterinario puede prescribir su uso, si se cumplen los siguientes requisitos:

- (1) diagnóstico cuidadoso
- (2) inexistencia de una droga específica para tratar el caso diagnosticado, o necesidad de una dosis mayor a la recomendada
- (3) asegurar la correcta identificación del animal tratado
- (4) disponer de un tiempo de retiro prudencial.

- **Identificación de los medicamentos utilizados en la finca**

Es importante identificar claramente, qué drogas pueden ser administradas a vacas en lactancia, y cuales no, siendo la asesoría del veterinario fundamental para lograr este propósito.

En algunos países como los Estados Unidos, los medicamentos se clasifican en tres categorías:

- drogas de venta libre, que no requieren de ninguna recomendación especial para su uso
- drogas prescritas por el veterinario (que deben llevar el nombre y dirección de quien las prescribió)
- drogas que se usan en forma distinta a la indicada en el inserto (deben llevar el nombre y dirección de quien las prescribió, instrucciones de uso, período de retiro y advertencias).

- **Almacenamiento de los medicamentos según las disposiciones vigentes**

Los medicamentos deben ser almacenados en lugares específicos, de acuerdo con su uso. Se deben tener las siguientes precauciones: *almacenar separados los medicamentos para vacas en*

*producción, de los medicamentos para vacas no lactantes, novillas, etc.; igualmente, no se deben almacenar agroquímicos junto con fármacos, ni fertilizantes con el concentrado.*

- **Identificación de los animales bajo tratamiento**

Es imprescindible que los ordeñadores conozcan qué vacas han sido tratadas, para evitar que se mezcle la leche de vacas no tratadas con leche proveniente de animales tratados. Para este fin se deben utilizar métodos de identificación temporal (bandas para colocar en las patas, pinturas, etc.) o permanentes, que alerten sobre los animales tratados.

Las vacas bajo tratamiento antibiótico deben ser ordeñadas de últimas, para evitar tanto la contaminación de los elementos de ordeño con organismos patógenos, que podrían así transferirse a otras vacas, como con residuos de antibióticos, que pueden llegar a la leche destinada a la venta. Debe tenerse en cuenta, que las pruebas para determinar residuos de antibióticos detectan menos de 0,006 Unidades Internacionales (U. I.), de penicilina por ml de leche, y las vacas son tratadas con un millón de U. I. o más.

- **Registros precisos de todos los tratamientos**

Se debe llevar por escrito la información del tratamiento de animales y empleo de drogas. Este registro debe incluir la identificación del animal; la persona que administró el antibiótico; el tipo de tratamiento; dosis; fecha y hora del tratamiento; y tiempo de retiro de la leche de la vaca tratada. *Si se emplean tratamientos para vaca seca, es necesario registrar también la fecha de secado.*

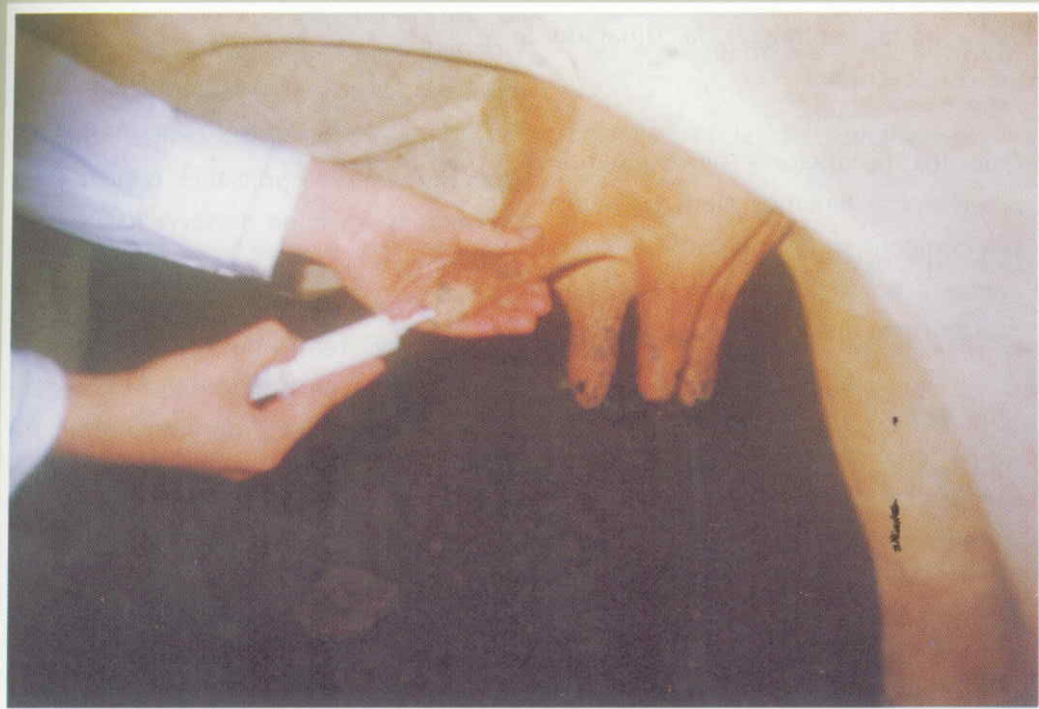
- **Análisis de residuos de los medicamentos utilizados**

Se recomienda analizar la leche de vacas tratadas, y llevadas recientemente a la finca, antes de incorporarla a la leche destinada a venta. Es necesario analizar la leche de los cuatro cuartos de la vaca, empleando el mismo método analítico que utiliza la agroindustria, o uno comparable.

- **Capacitación continuada del personal de la finca**

Es necesario que en las ganaderías, la persona que administra un medicamento, sea capacitada sobre las precauciones que debe tomar al aplicarlo. Se deben instruir sobre el uso de drogas, identificación de animales, mantenimiento del registro de tratamientos, y mantenimiento del inventario de fármacos y su correcta administración.

Los cambios de personal, el uso alternativo de drogas y cambios en la metodología de la detección de residuos, entre otros, pueden acabar el programa de prevención de la presencia de residuos (Cottrino y col, 2003; García y col, s.f.; Calvinho, s.f. )



Anexos

## **ANEXO 1**

### **TERAPIA DEL SECADO**

La aplicación de un antibiótico en cada pezón después del último ordeño, antes de enviar al horro, es la práctica terapéutica más efectiva para el tratamiento de la mastitis subclínica y la prevención de las infecciones durante el período seco. Adicionalmente, se reducen drásticamente las mastitis clínicas, no se contamina la leche con antibióticos, se reducen los costos de tratamiento y se incrementan la producción y productividad del hato.

El secado o sea la interrupción del ordeño, debe hacerse aproximadamente 60 días antes de la fecha prevista para el parto, independientemente de la cantidad de leche que esté produciendo la vaca en ese momento. El propósito del secado es, lograr un descanso fisiológico, que le permita a la vaca afrontar la nueva lactancia en buenas condiciones.

Existen muchas preparaciones comerciales para este fin y será el médico veterinario quien debe recomendar el principio activo, de acuerdo con la susceptibilidad que los microorganismos presentes en el hato muestren a los antibióticos.

El tratamiento de secado debe hacerse con productos de larga acción, por vía intramamaria, preferiblemente. Como mínimo,

un producto para vaca seca debe permanecer activo durante 8 semanas. Un antibiótico ideal para el tratamiento de mastitis en el período seco, no debe ser irritante, tener una concentración inhibitoria baja para los gérmenes causantes de la infección, alta afinidad por el tejido mamario y larga acción (no inferior a 3 semanas), para que cubra así el período en que se presenta la mayoría de las mastitis (García, 1995)

La aplicación de medicamentos vía intramamaria, debe hacerse en forma higiénica, para evitar la introducción mecánica de gérmenes del exterior de la ubre, al interior de la glándula mamaria. Se deben utilizar cánulas cortas y desechables, en lo posible no utilizar productos en envases multidosis; y desinfectar la punta del pezón con alcohol de 70 grados. Si se va a tratar más de un cuarto, se desinfectan primero los cuartos más alejados a la persona que va a aplicar el medicamento, y se comienza el tratamiento por los cuartos más cercanos, para evitar contaminar las puntas de los pezones ya desinfectados, se debe introducir la punta de la cánula, apenas lo suficiente para descargar el contenido de la jeringa, dentro del pezón ( 0,5 cm), masajeando suavemente hacia arriba para facilitar su difusión (Kirk, 2001; Chertcoff, 2000; (Cotriño y col, 2002).

## **ANEXO 2**

### **RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SEGURO DE PLAGUICIDAS**

- Consulte al Asistente Técnico sobre el empleo seguro de plaguicidas.
- Antes de su uso, lea cuidadosamente las instrucciones señaladas en las etiquetas, de cada producto antes de su uso.
- Almacene los plaguicidas en sus empaques originales, sellados, en lugares frescos y secos, lejos de alimentos, forrajes, drogas y del agua.
- Almacene los plaguicidas fuera del alcance de los niños, personas ajenas a su manejo y animales domésticos.
- Utilice el equipo de protección adecuado, de acuerdo con las instrucciones señaladas para cada producto.
- Evite intoxicaciones, recuerde que los plaguicidas pueden penetrar al cuerpo a través de la piel, la boca, o al respirar sus vapores, o la neblina de aspersión.
- No coma, beba o fume durante el manejo de plaguicidas. Lávese muy bien las manos y la cara con abundante agua y jabón, después de mezclar o aplicar los productos. Cámbiese la ropa después de cada aplicación, lávese con abundante agua y jabón, las partes del cuerpo contaminadas, y lave la ropa de trabajo, separada de la ropa corriente.
- No transporte plaguicidas en el mismo vehículo en el cual lleva

- pasajeros, animales, drogas y alimentos de uso humano o pecuario, vestuario o utensilios de cocina.
- Nunca utilice las botellas de bebidas, refrescos o envases de alimentos para guardar plaguicidas.
- No aplique plaguicidas en contra del viento. En aplicaciones terrestres hágalo hacia los costados o en surco de por medio. Evite entrar a los lotes recién aplicados. Aplique todo el producto preparado al campo.
- Aplique los plaguicidas preferiblemente en las horas de la mañana o al final de la tarde. Asegúrese que no se presenten lluvias en las horas siguientes a la aplicación.
- No contamine el ambiente, con el uso inadecuado de plaguicidas.
- No reutilice los envases vacíos. Si es posible, queme, destruya, perforo, aplaste o entierre, los envases o empaques vacíos.
- Observe especial cuidado cuando mezcle un plaguicida de menor toxicidad, con otro de mayor toxicidad, o peligrosidad para los humanos, los animales y el ambiente.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Los autores hacen un reconocimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y en especial al Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA el cual cofinanció el Proyecto titulado "Determinar residuos de antibióticos y pesticidas en leche cruda, para diseñar estrategias encaminadas a la producción de leche limpia en las explotaciones ganaderas de doble propósito de pequeños productores del departamento del Huila", uno de cuyos resultados es el presente documento.*

*Al personal de las Umata y a los pequeños ganaderos del departamento, quienes participaron activamente en los eventos de transferencia y nos enriquecieron compartiendo con nosotros sus experiencias, conocimientos y saberes.*

*A los doctores Alberto Orrego U. y Fabio Yepes, respectivamente Evaluador externo del proyecto y Coordinador Regional Centro Oriente, por su continuo apoyo y asesoría.*

*A la doctora Pilar Donado G, por sus aportes en el proceso de formulación del proyecto.*

*Al equipo de trabajo, por su dedicación y esfuerzo realizados, para cumplir las actividades del proyecto.*

### **EQUIPO DE TRABAJO DEL PROYECTO**

María Helena Parra T., M. V. Z., Líder del proyecto, Unidad Huila  
Lorenzo Peláez S., M. V. Z., Coordinador Unidad Huila  
Julio E. Londoño A., M. V. Z., investigador Unidad Huila  
Nelson Pérez A., Auxiliar de Investigación, Unidad Huila  
Guillermo Rengifo B., Auxiliar de Investigación, Unidad Huila  
José Iván Peña I., Operario, Unidad Huila  
Alba Luz Bello C., Secretaria, Unidad Huila

## **BIBLIOGRAFÍA**

ANDRESEN, H. s. f. Control de Calidad en Medicina Veterinaria. Obtenido en la Red Mundial en 10/07/2003.

[www.visionveterinaria.com/prion/control.html](http://www.visionveterinaria.com/prion/control.html) - 31k

BENAVIDES, E. 2001. Manejo integrado de plagas y enfermedades en explotaciones ganaderas. Control de las pérdidas ocasionadas por los parásitos del ganado. Carta Fedegan. No. 69. Obtenido en la Red Mundial en 10/07/2003. [www.fedegan.org.co/69manual.html](http://www.fedegan.org.co/69manual.html) - 42k.

BENAVIDES, E. s. f. Control de las Pérdidas Ocasionadas por los Parásitos del Ganado. Obtenido en la Red Mundial en 23/10/2003. [www.corpoica.org.co/.../la%20urgente%20necesidad%20de%20ambiar%20los%20enfoces%20y%20estrategias.htm](http://www.corpoica.org.co/.../la%20urgente%20necesidad%20de%20ambiar%20los%20enfoces%20y%20estrategias.htm) - 63k

BENÍTEZ, G. 1997. El Codex alimentarius de la FAO/OMS y el control de residuos de plaguicidas. En: Seminario Residuos químicos en alimentos: implicaciones en salud pública y Comercio internacional. Bogotá, septiembre 12 y 13 de 1997. Revista ACOVEZ. 11p.

BOTERO, J. 1997. Estrategias para el control de fármacos y otros residuos en leche. En: Seminario Residuos químicos en alimentos: implicaciones en salud pública y comercio internacional. Bogotá, septiembre 12 y 13 de 1997. Revista ACOVEZ. 14 p.

BROUILLET, P. 1992. Les résidues inhibiteurs dans le lait vache a la production. GTV 92-4.

CABELLO, L. OMS recomienda reducción de **antibióticos** en animales. Obtenido en la Red Mundial en 28/07/2003. [www.radiouniversidad.org/secciones/reportajes/antibioticos%20en%20animales.html](http://www.radiouniversidad.org/secciones/reportajes/antibioticos%20en%20animales.html) - 23k

CABRERA, M. y col. 2003. Cómo obtener leche de buena calidad. Obtenido en la Red Mundial en 12/07/2003. [www.turipana.org.co/leche.htm](http://www.turipana.org.co/leche.htm) - 52k

CALVINHO, L. s. f. Cómo producir leche sana? Contaminantes en leche. Obtenido en la Red Mundial en 12/07/2003. [www.cuencarural.com.ar/lecheria/le0013.htm](http://www.cuencarural.com.ar/lecheria/le0013.htm) - 80k

CARMONA, G. s.f. Períodos de retiro de medicamentos. Guía de referencia. Farmaconoticias. Obtenido en la Red Mundial en 10/07/2003.

CHERTCOFF, R. 2000. Terapia Antibiótica: algunos aspectos a tener en cuenta. Obtenido en la Red Mundial en 19/07/2003. [www.e-campo.com/media/news/nl/lechtambosanidad21.htm](http://www.e-campo.com/media/news/nl/lechtambosanidad21.htm)- 24k

COTRINO, V. 2001. Residuos de antibióticos.. En: Memorias de curso "Cómo producir leche de óptima calidad. Bogotá. p.p. 41-45

COTRINO, V. y col. 2003. Los antibióticos: recurso no renovable. Carta Fedegan. No. 81. Obtenido en la Red Mundial en 23/10/2003. [www.fedegan.org.co/81sanidad.html](http://www.fedegan.org.co/81sanidad.html) - 46k

COTRINO, V. y Gaviria, B. 2003. Manejo integrado de plagas y enfermedades en explotaciones ganaderas. Mastitis y calidad de

la leche. Obtenido en la Red Mundial en 23/10/2003.  
[www.fedegan.org.co/81manejoIntegrado.html](http://www.fedegan.org.co/81manejoIntegrado.html) - 55k

CROALL, S. 1999. Un nuevo modelo sueco. Publicado por el Instituto sueco. Nro 424, 11 páginas. Obtenido en la Red Mundial en 16/08/2000. [http://www.si.se/spa/ssverige/ass\\_424.html](http://www.si.se/spa/ssverige/ass_424.html).

CULLOR J.S., et al. 1993. Problems associated with cowside and bulk tank antibiotic residue testing. In National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings.

CULLOR, J.S. 1997. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 16 (2), 472-481

GARCÍA, A. 1995. Tratamiento durante el período seco: clave del éxito en el control de mastitis. En: Revista Holstein. pp. 48-52.

GARCÍA, A. 1998. Efectos teratógenos de la exposición a pesticidas. Obtenido en la Red Mundial en 20/08/2003.  
[www.agroecologia.net/congresos/valencia/42.pdf](http://www.agroecologia.net/congresos/valencia/42.pdf)

GARCÍA, A. y col. s. f. Riesgos de residuos en leche debido a tratamientos indebidos. Obtenido en la Red Mundial en 23/10/2003.  
[www.solomamitis.com/actualidad/Comunicación\\_covap\\_gtemcal.pdf](http://www.solomamitis.com/actualidad/Comunicación_covap_gtemcal.pdf)

GONZÁLEZ, F. y Juan, B. 2001. Riesgos asociados al consumo de leche. Obtenido en la Red Mundial en 06/08/2003.  
[www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2001/11/07/528.php](http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2001/11/07/528.php) - 33k

KHOR. s. f. Peligro de los antibióticos en la alimentación de los animales. Obtenido en la Red Mundial en 06/08/2003..  
[www.revistadelsur.org.uy/revista.062/Tapa6.html](http://www.revistadelsur.org.uy/revista.062/Tapa6.html) - 18k

KIRK, J. Tratamiento de las vaquillas con antibióticos antes de parto para controlar la mastitis. Escuela de Medicina veterinaria. Universidad de Davis. California.

LEVY S. 1997. Antibiotic disruption of microbial ecology. Report and Proceedings of a WHO Meeting. Berlin, Germany. pp.115-118

LITERIO, N. y col. 2003. Validación de un test cualitativo de inhibición microbiológico para la detección de tilosina en muestras individuales de leche bovina. Obtenido en la Red Mundial en 06/08/2003. [www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/anuario2002/a2002\\_p67.htm](http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/anuario2002/a2002_p67.htm) - 9k

MCEWEN S.A. y McNab W.B. 1997. Contaminantes no bióticos en alimentos de origen animal. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 16 (2), 684-693

Organización Mundial de la Salud (OMS).1992. Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura. Ginebra.

PÁEZ, R. y col. 1999. Calidad. **Una garantía para el consumidor.** Obtenido en la Red Mundial en 06/07/2003. [www.rafaela.inta.gov.ar/revistas/calidad\\_consum.htm](http://www.rafaela.inta.gov.ar/revistas/calidad_consum.htm) - 17k

PIETRINO D. 1991. Pesticide residues and milk processing. *Industri del late.* 27: 3-32.

PRÜSSING, P. 2002. Antibióticos. sus periodos de resguardo. Obtenido en la Red Mundial en 06/07/2003. [www.e-cooprinsem.cl/softagri/Cooprinforma64/Articulo\\_1\\_3.htm](http://www.e-cooprinsem.cl/softagri/Cooprinforma64/Articulo_1_3.htm) - 12k

RODRÍGUEZ, J. 2003. Antibióticos, piensos legales y piensos ilegales. Obtenido en la Red Mundial en 06/07/2003. [www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad\\_y\\_consumo/2003/02/19/5193.php](http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2003/02/19/5193.php) - 39k

SÁNCHEZ, G. 1976. Presencia de bacteriostáticos en la leche de consumo en Bogotá. Trabajo de promoción para ascender a la categoría de profesor asociado. Universidad Nacional.

SÁNCHEZ, G. 1995. Residuos de fármacos antimicrobianos en alimentos de origen animal. Problemática general. Revista ACOVEZ, Vol. 20 No. 3. pp. 26-29.

SÁNCHEZ, G. 1997. Residuos de fármacos antimicrobianos en alimentos de origen animal problemática general. En: Seminario Residuos químicos en alimentos: implicaciones en salud pública y comercio internacional. Bogotá, septiembre 12 y 13 de 1997. Revista ACOVEZ. 12 p.

SÁNCHEZ, G. s.f. Perspectivas de la Resistencia Bacteriana a los Antibióticos. ¿Una Nueva Barrera a la Globalización? Obtenido en la Red Mundial en 23/10/2003. [www.lmvltada.com/programas/](http://www.lmvltada.com/programas/) - 18k

SUNDLOF, 1993. Antimicrobial drug residues in food producing animals. In: Antimicrobial therapy in veterinary medicine. Edited by Prescott J. And Baggot, Jd. 2<sup>nd</sup> Edition).

TAFUR, M. y Ramírez, C. 1997. Residuos en alimentos. Fundamentos para la formulación de una política de control de residuos. En: Memorias del Seminario Residuos químicos en alimentos: implicaciones en salud pública y comercio internacional. Bogotá, septiembre 12 y 13 de 1997. Revista ACOVEZ. 16 p.

VALLEJO, M. C. 1993. Residualidad de los plaguicidas en alimentos. Toxicología y seguridad de los alimentos. Primera edición. Fondo Nacional Universitario. Bogotá. pp.139-151.

WATTIAUX, M. Lactancia y Ordeño. Capítulo 19: Composición de la leche y valor nutricional Obtenido en la Red Mundial en 23/10/2003. [www.babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/html/ch19/lactation\\_spn\\_ch19.html](http://www.babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/html/ch19/lactation_spn_ch19.html) - 40k

