

Detección de Antibióticos en Leches: Un Problema de Salud Pública

Detecting antibiotics in milk: a public health problem

Salim Máttar, Alfonso Calderón, Diana Sotelo, Mónica Sierra y Gladys Tordecilla

Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. mattarsalim@hotmail.com

Recibido 7 Noviembre 2008/Enviado para Modificación 21 Mayo 2009/Aceptado 30 Mayo 2009

RESUMEN

Objetivo Determinar la presencia de antibióticos en leches crudas y procesadas en el municipio de Montería.

Materiales y métodos Se realizaron tres muestreos con intervalo de dos meses, en una empresa acopiadora de leche en la ciudad de Montería, además, se analizaron muestras de leche pasteurizadas de seis marcas comerciales. A todas las muestras de leche se les realizó la prueba de la acidez por alcoholimetría, también se determinó la presencia del antiséptico H_2O_2 a través de KI al 35% y V_2O_5 al 1% en H_2SO_4 diluido. Posteriormente se detectó la presencia de antibióticos (Total antibiotic Bio K 331 (BioX Diagnostic® Jemelle, Belgique). Se determinó el límite de sensibilidad de la prueba con controles positivos de penicilina 0.004UI/ml, oxitetraciclina 0.100 μ g/ml y cloramfenicol 5.000 μ g/ml, realizando diluciones seriadas dobles. Para cada muestreo se emplearon leches como controles negativos y positivos. El primer muestreo evaluó 212 muestras de leche, el segundo 167 y el tercero 66, para un total de 445 muestras.

Resultados todas las muestras fueron negativas a la acidez por alcoholimetría, se evidenció la presencia de antibióticos en 111(25 %) muestras de leches crudas; en ninguna leche pasteurizada se detectaron antibióticos. La sensibilidad de la prueba demostró que penicilina fue detectable a 0.002UI/ml; oxitetraciclina a 0.005 μ g/ml y cloramfenicol a 1,25 μ g/ml.

Conclusiones El 25 % de trazas de antibióticos en leches demuestra la inexistencia de un control sanitario, así como evidencia el uso indiscriminado de antibióticos en la industria pecuaria y un riesgo para la salud pública.

Palabras Clave: Antibióticos, leches, Montería, Colombia (*fuentes: DeCs, BIREME*).

ABSTRACT

Objective Determining the presence of antibiotics in raw and processed milk in the city of Montería.

Materials and methods Three samplings were three samples were taken in a dairy company in the city of Montería at two-month intervals. Pasteurised milk samples were taken from six trademarks. All milk samples were tested for acidity by alcoholometry; the presence of antiseptic H_2O_2 was determined by using 35 % KI and 1 % V_2O_5 diluted in H_2SO_4 . The incidence of antibiotics (Total antibiotic Bio K 331 (Diagnostic Jemelle dioxide,

Belgique) was then determined. The test's sensitivity limit was determined by using 0.004 UI/ml penicillin, 0.100 mg/ml oxytetracycline and 5,000 mg/ml chloramphenicol as positive controls in two-fold serial dilutions. Aliquots of milk were used as positive and negative controls for each sample. The first sampling evaluated 212 samples of milk, the second 167 and the third 66, for a total of 445 samples.

Results All samples were negative for alcoholometry acidity. Antibiotics were detected in 111 (25 %) samples of raw milk; however, no antibiotics were detected in the pasteurised milk. The test's sensitivity revealed that penicillin was detectable in a maximum 0.002UI/ml dilution, oxytetracycline in 0.005ig/ml and chloramphenicol in 1.25 mg / ml.

Conclusions Traces of antibiotics being found in 25 % of milk samples revealed a lack of public health controls, as well as evidence of the indiscriminate use of antibiotics in the livestock industry and a risk to public health.

Key Words: Antibiotics, milk, Montería, Colombia (source: MeSH, NLM).

De acuerdo con los organismos internacionales de referencia, la leche y sus derivados pertenecen al grupo de alimentos de mayor riesgo en salud pública, no sólo por tratarse de un alimento básico y por lo tanto, de amplio consumo, sino por su susceptibilidad para transmitir enfermedades debido a la presencia de microorganismos y contaminantes como medicamentos veterinarios, hormonas, plaguicidas y antibióticos (1-4).

Los residuos o inhibidores en leche han sido definidos como 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 (5). Los medicamentos veterinarios más usados en la práctica veterinaria incluyen a los promotores de crecimiento y para controlar infecciones. Estas sustancias incluyen a los antibióticos empleados en el tratamiento de enfermedades infecciosas, los desinfectantes y detergentes en los procesos de limpieza y desinfección y los pesticidas en el control de garrapatas, moscas y malezas.

De otro lado, el principal factor incidente en la aparición de cepas resistentes es el empleo excesivo de antimicrobianos, sustancias administradas a los animales con tres propósitos básicos: profilaxis, tratamiento terapéutico y promoción del crecimiento (2). Los antibióticos y otros antimicrobianos se utilizan ampliamente en los tratamientos de la mastitis y otras enfermedades infecciosas como neumonía, podofilitis, etc. Actualmente, son muy utilizados en el tratamiento profiláctico de las vacas no lactantes y en este caso, pueden ser excretados elevados niveles de residuos durante largos periodos después del parto (6). La presencia de antibióticos en leche, puede provocar efectos adversos en los humanos tales como: alergia, disbacteriosis, sobrecrecimientos,

resistencias y algunos efectos tóxicos. 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 (7,8).

De otra parte, las pautas del *Codex Alimentarius*, consideran que el estatus sanitario en términos de inocuidad para los alimentos de origen pecuario (carne leche y sus derivados) es desconocido en Colombia, debido a la falta de políticas que valoren los riesgos asociados a su presencia como residuos de medicamentos veterinarios, plaguicidas, hormonas, toxinas, aditivos y metales pesados (2).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de antibióticos en leches crudas del municipio de Montería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio y ubicación del estudio

Descriptivo longitudinal, el estudio se realizó en una empresa acopiadora de leches crudas, ubicada en la ciudad de Montería, Colombia.

Procedimiento para la toma de las muestras y determinación preliminar de la acidez de las leches

En el momento de la recepción de la leche, de cada cantina de los proveedores, se le determinó la acidez por medio de la prueba alcoholímetrica, previamente se agitó la cantina con un mezclador metálico y posteriormente se usó un dosificador tipo neurex que tomó una cantidad de leche que se mezcló con una cantidad igual de alcohol etílico al 68 %. Si en la mezcla se observaron la formación de grumos, la leche de la cantina fue considerada ácida y se descartó en el estudio. Esto debido a que las leches ácidas pueden hacer virar el color del medio de la microplaca de detección de antibióticos y presentar falsos positivos. Seguidamente se tomó una alícuota de 5 ml de cada cantina, estas se mezclaron con leches del mismo proveedor. De la sumatoria de las submuestras se tomaron 15 ml de leche, en un tubo estéril de tapa rosca, que se codificó y en una hoja anexa se identificó el proveedor, ubicación del predio, volumen de leche entregado, temperatura de la leche, hora y fecha.

Las muestras de leche cruda se conservaron en refrigeración, hasta su procesamiento en el laboratorio del Instituto de investigaciones Biológicas

del Trópico (IIBT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba; las cuales fueron analizadas en un tiempo no mayor a 48 horas. De las leches procesadas que se venden para consumo humano se tomaron 6 muestras, las cuales fueron analizadas en el primer muestreo; cada muestra correspondió a una empresa. Todas las muestras de leches se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento en el laboratorio del Instituto de investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, con el fin de determinar la presencia o ausencia de antibióticos o inhibidores en leches.

Determinación de antibióticos

A cada muestra se le determinó la presencia de antibióticos mediante la prueba rápida Bio-X-Total antibiotic Bio K 331 de BioX Diagnostic® (Jemelle, Belgique), que detecta: penicilina, ampicilina, amoxicilina, oxacilina, cloxacilina, dicloxacilina, nafcilina, streptomycina, dhydrostreptomycina, erytromicina, tetraciclina, oxitetraciclina, clortetraciclina, rifampicina, rifamicina, espiramicina, bacitracina, kanamycina, neomycina y cloramfenicol. La prueba se basa en la inhibición del crecimiento del *Bacillus stearothermophilus* variedad *calidolactis* que esta inoculado en un agar y con un indicador de pH. Las pruebas tienen como soporte una placa de ELISA de 96 pruebas. El cambio de color de púrpura a amarillo se considera una muestra negativa, debido al crecimiento del microorganismo, y cuando el medio no cambio de color se debe a que hay sustancias inhibitorias para el crecimiento del microorganismo. A cada muestra se le realizó una agitación suave y se tomaron 50 µl que se adicionaron en cada uno de los pozos; los cuales fueron tapados, asegurándose que quedaran bien sellados e identificándose. La microplaca se colocó en baño de maría precalentado a 65° C, dejándola flotar sobre la superficie del agua e incubándose por 3 horas.

Controles negativos y positivos

Se prepararon controles negativos y positivos; para los controles negativos se tomó leche de una vaca del hato de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de Córdoba, a la cual durante los últimos seis meses no se le había administrado por ninguna vía algún tipo de antimicrobiano. Para el control positivo se tomó esta misma leche y se le adicionó 2.5×10^{-6} mg/ml de penicilina G de 1600 UI.

Determinación del límite de sensibilidad de los antibióticos

Para mayor confiabilidad de los resultados, se determinó el límite de sensibilidad de la prueba, con controles positivos de penicilina 0.004UI/ml, oxitetraciclina 0.100µg/ml y cloramfenicol 5.000 µg/ml. Estas se realizaron de la siguiente manera: para penicilina, se tomó 1ml de 0.04 UI/ml de penicilina G sódica de 1600 UI más 9ml de leche obteniendo una concentración de 0.004 UI/ml que correspondió al límite mínimo detectado por la prueba. A este control se le realizaron una diluciones de 0.002 UI/ml, 0.001 UI/ml, 0.0005 UI/ml, 2.5×10^{-4} UI/ml y 1.25×10^{-4} UI/ml. Para los controles de cloramfenicol se utilizaron 5ml de una concentración de cloramfenicol de 10 µg/ml y se mezcló con 5ml de leche, obteniéndose una concentración de 5 mg/ml, de este control se realizaron una diluciones de 2.5 mg/ml, 1.25 mg/ml, 0.6 mg/ml, 0.3 mg/ml y 0.15 mg/ml. Para los controles de oxitetraciclina se tomaron 100ul de una concentración de 10ug y se completó con 9.9 ml de leche y así se obtuvo una concentración de 0.100 µg/ml, de este control se realizaron diluciones de 0.05 µg/ml, 0.025 µg/ml, 0.0125 µg/ml, 6.25×10^{-3} µg/ml y 3.125×10^{-3} µg/ml.

Determinación de peróxido

Se efectuó para descartar la presencia de H_2O_2 , el cual inhibe el crecimiento microbiano y el cambio de color en el medio. Con esta prueba se aseguró que la conservación del color se debió a la presencia de inhibidor diferente a la H_2O_2 . La determinación se llevó a cabo con 35% KI y 1% V_2O_5 en H_2SO_4 diluido. Esta determinación se realizó con 10 ml de las muestras por duplicado, y se le agregó a un tubo 500 µl de KI al 35% y a la otra muestra 500 µl de 1% V_2O_5 en H_2SO_4 diluido. La aparición de un color naranja 35% KI indicaba la presencia de peróxido en la muestra y de un color amarillo con 1% V_2O_5 .

RESULTADOS

No se detectaron antibióticos en leches pasteurizadas de las seis marcas de leches procedentes de diferentes plantas ubicadas fuera de la ciudad, pero comercializadas en Montería. La presencia o ausencia de los antibióticos en las leches crudas en cada uno de los especímenes se observa en la Tabla 1.

Para los muestreos 1 y 2 se tomó la totalidad de los proveedores de leches crudas con un intervalo de 2 meses y se encontró que este porcentaje de positividad varió entre el 21 y el 28 % respectivamente.

Tabla 1. Porcentaje y frecuencia de antibióticos en leches crudas en una planta de acopio de la ciudad de Montería

Muestreos	Muestras positivas		Muestras negativas		Total muestras	
	n	%	N	%	n	%
1	43	21	163	79	206	100
2	47	28	120	72	167	100
3	21	32	45	68	66	100
Totales	111		328		439	

La Tabla 2 presenta la frecuencia de muestras positivas en los tres muestreos; en donde se hallaron nueve proveedores comunes en los muestreos 1 y 2 con un intervalo de dos meses. El objetivo del tercer muestreo fue descartar la presencia de adulterantes en la leche como peróxido, para lo cual se tomó el mayor número de proveedores positivos en los muestreos anteriores y se determinó que el 25 % de estos fueron positivos a la presencia de antibióticos y que la totalidad de estos fueron negativos al peróxido y sólo dos proveedores fueron positivos para la presencia de antibióticos en los tres muestreos.

Tabla 2. Frecuencia de antibióticos en leches crudas por muestreo

Muestreo	Total muestras	Muestras positivas	Muestras positivas en mas de un muestreo
1	206	43	9
2	166	47	
3	66	21	2

Límite de sensibilidad de la prueba

Para determinar el límite mínimo de sensibilidad de la prueba, se prepararon controles positivos de penicilina 0.004UI/ml, oxitetraciclina 0.100 µg/ml y cloranfenicol 5 000 µg/ml, se encontró un mínimo detectable de 0.002 UI/ml, para penicilina, 0.005 µg/ml para oxitetraciclina y cloranfenicol de 1.25µg/ml.

DISCUSIÓN

La presencia de antibióticos en leches crudas encontradas en este estudio, contradice las normas establecidas en el decreto 616 del 28 de Febrero de 2006 del ministerio de la protección social de Colombia, donde se establece que la leche para consumo humano no debe presentar residuos de antibióticos en niveles superiores a los permisibles determinados por la autoridad sanitaria competente (9).

El porcentaje de antibiótico encontrado en este estudio, son superiores a los reportados en otros estudios¹ donde encontraron un 4,4 % en muestras de leches crudas comercializadas en los estratos 1 y 2 de la ciudad de Montería. También en 136 muestras de leches crudas de 2 municipios de Córdoba se encontró un 7,4 % de antibióticos. En 136 muestras se halló un 3,3 % de antibióticos en leches crudas en municipios diferentes del departamento de Córdoba. La diferencia porcentual de antibióticos de estos estudios con el nuestro, se pudo deber a que nosotros tomamos una muestra mayor (n=439), o posiblemente a que nosotros analizamos el área de mayor acopio de leches en Córdoba que es el municipio de Montería. No se descarta sin embargo, que existan diferencias regionales en el uso de los antibióticos en el departamento de Córdoba o que de hecho se haya incrementado en poco tiempo el abuso de los antibióticos en el departamento.

En ese sentido, Calderón *et al* (10), halló en una región del altiplano cundiboyacense que los ganaderos conocen el concepto de inhibidores; cuando la leche es comprada por empresas que vigilan la calidad del producto, ellos descartan las leches, sin embargo, la venden con antibióticos cuando los compradores no realizan controles.

El problema de los residuos de antibióticos en la leche es mundial, en China se halló que el 80 % de las muestras de leches crudas de diferentes regiones del país, fueron positivas a antibióticos (11) (Tabla 3). En dos pasteurizadoras de leches en Cuba, determinaron que el 49,4 % fueron positivas para antibióticos (12). En Grecia se halló un 20,2 % de antibióticos en 336 muestras de leche. En Perú se encontró un 12 % de residuos de antibióticos en 5 rutas lecheras y posteriormente en el mismo país se determinó que el 20,8 % de las muestras fueron positivas para antibióticos en leches frescas destinadas para el consumo humano. Ramírez *et al* (13) en la ciudad de México encontraron un 61 % de muestras positivas con presencia de antibióticos mediante el método de cromatografía en capa fina de alta resolución (HPTLC) durante un período de 12 meses, los elevados porcentajes se debían seguramente al amplio uso de antimicrobianos en el control de la mastitis del ganado lechero y por el incumplimiento en el periodo de espera a que estos compuestos sean eliminados

¹ Calderin J. Determinación de los componentes fisicoquímicos, microbiológicos y adulterantes de la leche cruda a nivel de las plantas lecheras y queseras de los municipios de Córdoba. [Trabajo de grado] Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas. Departamento de Ingeniería de Alimentos; 2007. Disponible en Biblioteca. Araujo D. Caracterización físico química, microbiológica y determinación de adulterantes en la leche cruda recibida en plantas lecheras, centros de acopio de Córdoba y queseras de Planeta Rica y Montelíbano. [Trabajo de Grado] Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería de Alimentos. 2006. Disponible en Biblioteca. U. de Córdoba, Sede Berastegui.

por el metabolismo animal (Tabla 3). Ramírez *et al* (13) también analizó leches pasteurizadas de las cuatro marcas más distribuidas en la ciudad de México tomadas aleatoriamente en supermercados con una frecuencia quincenal en 12 meses mediante HPTLC. Encontró una frecuencia relativa mayor al 50 % en las leches pasteurizadas y este porcentaje fue del 87 % (n= 20) de las muestras para la marca D, del 73,9 % (n= 20) de las muestras para la marca C, del 69,6 % (n=16) para la marca B y del 65,2 % (n=15), el promedio de porcentual de antibióticos en las 4 marcas fue del 74% (Tabla 3). Nosotros no encontramos antibióticos, pero nuestra casuística fue muy baja con solo 6 muestras y no se pueden obtener conclusiones definitivas.

Tabla 3. Detección de antibióticos en leches en diferentes países

País	% antibióticos en leches	Tipo de leche	Método	Referencia
China	80	Cruda	No especificado	(11)
Cuba	49	Cruda	No especificado	(11)
Grecia	20	Cruda	Reducción del azul de metileno.	(12)
Perú	12		Inhibición del crecimiento bacteriano	(11)
Perú	21	Cruda	Inhibición del crecimiento bacteriano	(11)
México	61	Cruda	HPTLC	(13)
México	74	Pasteurizada	HPTLC	(13)
Colombia	3	Cruda	Inhibición del crecimiento bacteriano	*
Colombia	7	Cruda	Inhibición del crecimiento bacteriano	*
Colombia	4	Cruda	Inhibición del crecimiento bacteriano	*
Colombia	25	Cruda	Inhibición del crecimiento bacteriano	Estudio actual

HPTLC: cromatografía en capa fina de alta resolución. * Trabajos de grado citados

De las leches consideradas como aptas para consumo humano (9), el 75 % de las muestras fueron negativas para la presencia de antibióticos y 84 se encontraron positivas para la presencia de antibióticos, la variable de acidez fue descartada por la prueba de alcoholimetría y las leches positivas a esa prueba se descartaron.

Existen reportes que relacionan los riesgos de contraer infecciones bacterianas fármaco-resistentes con el uso de antibióticos en animales de consumo, ya que se incrementa la probabilidad de que las bacterias patógenas desarrollen resistencias a los medicamentos aprobados en medicina humana. Son pertinentes

algunos estudios que señalan que existe una fuerte asociación filogenética entre las bacterias aisladas de humanos y animales, así como, su tendencia a compartir la resistencia con elementos genéticos móviles en ambos grupos como transposones, integrones y genes de resistencia. Esto sugiere que existe una dinámica de intercambio genético importante de doble vía entre las cepas aisladas de humanos y animales que conlleva a un incremento de la resistencia (7,8,14-19).

Además de lo anterior, los antibióticos humanos son más utilizados en Colombia por los veterinarios, ya que su costo es menor que los comercializados en medicina animal. No obstante, nuestro grupo de investigación ha encontrado en estudios recientes en animales domésticos y de cautiverio en zoológicos que a pesar de existir resistencia antimicrobiana, elementos genéticos y factores de virulencia comunes, se nota una menor resistencia bacteriana en los animales que en los humanos (18, 20,21). Al parecer esto contradice lo expuesto anteriormente, lo que debe motivar a realizar estudios inmediatos de prevalencia en otras ciudades del país y también de residuos de antibióticos en carnes, leches y huevos, para esclarecer mejor la situación. Bajo este contexto, también sería conveniente analizar la situación colombiana en torno a la presencia de residuos de antibióticos en leches y su posible asociación con la aparición de bacterias resistentes dados el elevado índice de resistencia observado en humanos en los últimos años (18,20).

De otro lado, la comisión del *Codex Alimentario*, creada en 1962 estableció normas internacionales de calidad e inocuidad de alimentos, que son utilizadas actualmente como referencia por la OMC, FAO y OMS (2). Los reglamentos sobre inocuidad de alimentos se basan en una evaluación de riesgo a partir de datos de exposición a los contaminantes (1-4). La información reclamada por los organismos internacionales para permitir la circulación de alimentos es crucial para las exportaciones de los países latino americanos, sin el conocimiento de las buenas prácticas de producción de los alimentos no es posible determinar el estatus sanitario de los agro-productos, ya que su aceptación es regulada de forma global por la FAO, WHO y la OMC. Los productos de la agroindustria “orgánica verde” están siendo requeridos por los países desarrollados aunque sus costos sean más elevados. Colombia y América Latina están perdiendo este mercado de oportunidades al no producir alimentos orgánicos que beneficiarían económicamente a la nación. Por eso, si los países de América Latina, no disponen de datos de trazabilidad y no se adhieren a los protocolos internacionales de la FAO, WHO y OMC, no estarán en posición de intervenir o participar sobre la elaboración de las normas internacionales, lo que repercutirá de forma negativa en la comercialización de sus productos. Aunque Colombia se adhirió al *Codex*

Alimentario después de una década, aun no existen normativas específicas, ni estudios sobre la situación en materia de residuos de medicamentos veterinarios, humanos y aditivos alimentarios en leches, huevos ni productos cárnicos, nutrientes críticos en la canasta familiar del país.

La leche además de ser un producto básico en la canasta familiar, en Colombia es fuente de ingresos de los ganaderos del país. Es necesario implementar medidas como la educación a los ganaderos y estrictos programas de vigilancia y control para contener este problema. Además del problema de salud pública, afecta a los ganaderos que no podrán exportar sus productos, por que los países compradores mantendrán las barreras fitosanitarias al comercio de la leche colombiana que ha impedido la incursión de este producto en mercados con alta demanda.

Con respecto al límite de sensibilidad de la prueba, Ramírez *et al* (13), detectaron por el método de HPTLC para penicilina de 0.21-4 ppb, cloranfenicol de 0.79 ppb y para oxitetraciclina de 100 ppb. Al comparar los resultados obtenidos por el *kit* de Bio-X Diagnostic (Jemelle, Belgique) se determinó que este presenta una mayor sensibilidad debido a que el límite mínimo de sensibilidad era menor de lo establecido por el *kit*. En nuestro trabajo la detección de antibióticos fue buena en la medida que la sensibilidad de la prueba se determinó experimentalmente con precisión. En nuestro trabajo la detección de antibióticos fue buena en la medida que la sensibilidad de la prueba se determinó experimentalmente con precisión. Aunque, es importante reconocer que nuestro estudio tiene una limitación, ya que existen métodos químicos analíticos como el de cromatografía líquida de fase reversa UV fluorescente, más sensibles y específicos que el empleado en nuestro trabajo y considerados como pruebas de oro estándares para detección de antibióticos en leches (22). Esto supone que de utilizarse los protocolos instrumentales químicos, el porcentaje de detección de antibióticos en leches podría ser aun mayor.

La presencia de inhibidores en leche es responsabilidad del ganadero. Es probable que estos proveedores entreguen leches con antibióticos como consecuencia de un mal manejo en la finca. Entre las principales causas de residuos de antibióticos están el no respetar los tiempos de retiro de los medicamentos, ordeño de vacas que han presentado aborto o con períodos secos muy cortos, uso de medicamentos no aprobados, carencia de registros de medicación, sobredosificación de medicamentos, aplicación de medicamentos sin recomendación del Médico Veterinario, administración 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 (10).

En conclusión, se encontró una alta presencia de antibióticos en leches crudas, mediante el empleo de un método microbiológico sencillo. La frecuencia de residuos de antibióticos encontrados en la leche cruda, se ha incrementado con respecto a estudios realizados anteriormente en la zona estudiada. Aunque el uso de antibióticos en la industria agropecuaria es útil en ocasiones para el tratamiento de enfermedades infecciosas, estos porcentajes demuestran el abuso de ellos y pueden repercutir en la salud pública humana ♣

REFERENCIAS

1. WHO. 2006. Evaluation of Certain Food Contaminants [Internet]. 64th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 930. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0822e/a0822e00.pdf>. Consultado: noviembre, 24, 2008.
2. FAO/WHO. 2005. Working principles for risk analysis for application in the framework of the Codex Alimentarius [Internet]. Codex Alimentarius Commission. Procedural Manual. 15th Edition. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome. Pp 101-107 (Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_15e.pdf) Consultado: noviembre, 24, 2008.
3. FAO. Trade reforms and food security, Rome 2006 [Internet]; p 2-26. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0581e/a0581e00.pdf>. Consultado: octubre 24, 2008.
4. FAO Expert Meeting on Climate-Related Transboundary Pests and Diseases Including Relevant Aquatic Species, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 25-27 February 2008 [Internet]. Options for Decision Makers; Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/diseases/OptionsEM3.pdf. Consultado: noviembre, 24, 2008.
5. Cotrino V. Los antibióticos: recurso no renovable. Carta Fedegan. 2003; No. 81 [Internet]. Disponible en: www.fedegan.org.co/81sanidad.html-46k; Consultado en 23/09/2008.
6. Calderón A, Rodríguez V, Vélez S. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de montería, Colombia. Rev MVZ Córdoba. 2007; 12 (1): 1912-920.
7. Adaska JM, Silva AJ, Berge AC, Sicho WM. Genetic and Phenotypic Variability among Salmonella enterica Serovar Typhimurium Isolates from California Dairy Cattle and Humans. App Environ Microbiol. 2006; 72: (10) 6632-6637.
8. Khachatryan A, Besser T, Dale H, Hancock D, Call DR. Use of a Nonmedicated Dietary Supplement Correlates with Increased Prevalence of Streptomycin-Sulfa-Tetracycline-Resistant Escherichia coli on a Dairy Farm. App Environ Microbiol. 2006; 72: (7) 4583-4588.
9. Ministerio De Protección Social De Colombia. Decreto Número 616. Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. Diario oficial de Colombia no. 46.196; febrero de 2006.
10. Calderón A, Jiménez G, García F. 2008. Determinación de buenas prácticas de ordeño por parte de un grupo de gestión empresarial de ganaderos del altiplano cundi-boyacense. Actualidad y divulgación científica 2008; 11(1):143-152.
11. Llanos G. Determinación de residuos de antibióticos en la leche fresca que consume la población de Cajamarca, Perú. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, 2002; 2: (2) 35-43.

12. Kalogridou-Vassiliadou D, Tsigoida A, Manolkidis K. Relation between methylene blue reduction time and plate count in milk samples with or without antibiotic residues. *Microbiologie Aliments Nutrition*. 1992; 10: (1) 77-81.
13. Ramírez A, Gutiérrez R, González C, Escobar I, Castro G, Díaz G, Noa M. Detección de antibióticos en leche comercializada en la ciudad de México. México D.F. *Revista Salud Anim*. 2001; 23: (1) 37-41.
14. Mahony R, Quinn T, Drudy D, Walsh C, White P, Mattar S, Fanning S. Antimicrobial resistance in nontyphoidal *Salmonella* from food sources in Colombia: evidence for unusual plasmid-localized class 1 integron in serotypes Typhimurium and Anatum. *Microbial Drug Resistance* 2006; 12: (4) 269-277.
15. Sawant A, Hegde N, Straley B, Donaldson S. Antimicrobial-Resistant Enteric Bacteria from Dairy Cattle. *App Environ Microbiol*. 2007; 73: (1) 156-163.
16. Girlich D, Poirel L, Carattoli A, Kempf I, Lartigue MF, Bertini A, Nordmann P. Extended-Spectrum beta Lactamase CTX-M-1 in *Escherichia coli* Isolates from Healthy Poultry in France. *App Environ Microbiol*. 2007; 73: (14) 4681-4685.
17. Ziebell K, Konczy P, Yong I, Frost S, Mascarenhas M, Kropinski A, Whittam T, Read S, Karmali M. Applicability of Phylogenetic Methods for Characterizing the Public Health Significance of Verocytotoxin-Producing *Escherichia coli* Strains. *App Environ Microbiol*. 2008; 74: (5) 1671-1675.
18. Máttar S, Martínez P. Emergencia de la resistencia antibiótica debida a las β -lactamasas de espectro extendido (BLEE): detección, impacto clínico y epidemiología. *Infectio* 2007; 11(1): 23-35.
19. Vargas J, Mattar S, Monsalve S. Alta resistencia de patógenos bacterianos en animales cautivos del zoológico de Barranquilla. *Infectio*. 2008; 12: (supl 1) 67, resumen, C47.
20. Martínez P, Mattar S. *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii* productores de Metalo β -lactamasas en el principal hospital de Córdoba. *Infectio* 2005; 9:6-15.
21. Martínez P, Espinal P, Máttar S. Epidemiología molecular de *Pseudomonas aeruginosa* resistente a β -lactámicos de amplio espectro en el Hospital San Jerónimo de Montería. *Infectio* 2007; 11(1): 6-15.
22. Anderson KL, Lyman RL, Moats WA, Hansen AP, Rushing JE. Comparison of microbial receptor assay and liquid chromatography for determination of penicillin G and amoxicillin in milk powder. *J AOAC Int*. 2002; 85 (3):546-50.