DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE DE VACA EN PLANTAS PROCESADORAS DE PRODUCTOS LÁCTEOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE

JORGE EDUARDO BALBERO MERCADO
VLADIMIR ILICH BALBERO MERCADO

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CON ÉNFASIS EN BIOTECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
SINCELEJO – COLOMBIA
2006

DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE DE VACA EN PLANTAS PROCESADORAS DE PRODUCTOS LÁCTEOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE

JORGE EDUARDO BALBERO MERCADO
VLADIMIR ILICH BALBERO MERCADO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el titulo de Biólogo con Énfasis en Biotecnología y de Zootecnista, respectivamente.

Director
CARLOS MARIO MONTERROZA ARRIETA, Esp. Producción Bovina

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA CON ÉNFASIS EN BIOTECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
SINCELEJO – COLOMBIA
2006

"Únicamente los autores son responsables de las ideas expuestas en el presente trabajo. Artículo 12, resolución 02 de 2003".

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Sincelejo, 5 de abril de 2006

DEDICATORIA

A Dios, por que gracias a él ocurren cosas hermosas en este mundo, además que gracias a él es que existimos.

A mi hijo Andrés Felipe, mis hermanos Vladimir, Eleanora, María y Sara, quienes con su cariño, afecto y admiración me han ayudado a superarme a mi mismo.

A mi madre Josefina Mercado Herrera, por haberme concebido, traído y criado en este mundo.

A mi padre Jorge Balbero Osorio, por sus aportes en toda la formación que he tenido.

A mis familiares paternos y maternos, por que todos ellos han aportado mucho en mi formación.

A mis amigos y amigas, quienes que con su apoyo de buena fe me ayudaron también en mi superación.

Jorge E. Balbero Mercado

DEDICATORIA

A mis padres por su tesonera dedicación y disciplina en el estudio y el trabajo, por sus palabras de pujanza, optimismo y ser guías en mi proceso de formación.

A mis abuelos maternos y paternos por haberme dado la oportunidad de existir y compartir momentos de felicidad con todos los que me rodean.

A mis hermanos y dilectos por ser tolerantes y saberme sobrellevar en los momentos difíciles.

A mis mascotas y en especial a mi perro Héctor por haberme acompañado en mis días de vigilia.

A todas las personas que aportaron su granito de arena e hicieron posible este gran sueño de no solo realizarme como profesional si no como persona impoluta al servicio del bienestar y la sociedad.

Vladimir I. Balbero Mercado

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sucre, por la formación que nos ha dedicado.

Al Instituto Colombiano Agropecuario Seccional Sucre (ICA-Sucre), por sus aportes a nuestra formación, en especial a Carlos Mario Monterroza Arrieta, Especialista en producción Bovina.

Al Departamento Administrativo de Seguridad Social en Salud de Sucre (DASSSALUD-Sucre), por sus aportes a nuestra formación, en especial a Luis Romero Villamizar, Técnico en Saneamiento.

Al elenco de profesores de las Facultades de Educación y Ciencias, y de Ciencias Agropecuarias de la universidad de Sucre.

Al elenco de trabajadores de las entidades ICA-Sucre y DASSSALUD-Sucre.

A las empresas procesadoras de lácteos y sus trabajadores que participaron en la realización de este proyecto, así como de propietarios, administradores, trabajadores y campesinos de las diferentes fincas del departamento de Sucre y Córdoba.

Y a todos aquellos y aquellas que participaron directa e indirectamente en la realización de dicho proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
2. OBJETIVOS	23
2.1. OBJETIVO GENERAL	23
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. ESTADO DEL ARTE	24
3.1. La Leche.	25
3.2. Antibióticos en la leche.	28
3.3. Consecuencias de la presencia de residuos antibióticos en la leche.	32
3.3.1. Riesgos para el humano.	33
3.3.2. Implicaciones tecnológicas.	36
3.3.3. Problemas ecológicos.	38
3.4. *Bacillus stearothermophilus* var. calidolactis.	44
3.5. CHR HANSEN antibiotic test kit (Copan Milk Test).	46
4. METODOLOGÍA	48
4.1. Plantas procesadoras y Proveedores.	48
4.2. Municipios.	48
4.3. Prueba de acidez (Precipitación con alcohol).	49
4.4. Toma de muestras.	51
4.5. Prueba de laboratorio.	51

Pág.

5. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN 54
5.1. Distribución de fincas y muestras por plantas procesadoras, planta higienizadora y procesadora, centros de acopio y proveedores. 54
5.2. Distribución de fincas y muestras por Regiones y Municipios. 56
5.3. Distribución de fincas y muestras positivas. 57
5.4. Distribución de fincas y muestras positivas por plantas procesadoras, planta higienizadora y procesadora, centros de acopio y proveedores. 57
5.5. Distribución de fincas y muestras positivas por Regiones y Municipios. 59

CONCLUSIONES 66

RECOMENDACIONES 68

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 70

ANEXOS 85

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Datos analíticos y fisiológicos sobre las diferentes clases de leche. 26

Tabla 2. Tiempo medio de permanencia en diferentes partes de aplicación de diferentes antibióticos. 31

Tabla 3. Tiempo medio de eliminación de antibióticos. 32

Tabla 4. Termoestabilidad de algunos antibióticos. 37

Tabla 5. Sensibilidad de algunos antibióticos en bacterias comúnmente usadas para el procesamiento de la leche. 38

Tabla 6. Sensibilidad del kit CHR HANSEN (Copan Milk Test) a algunos antimicrobianos. 47

Tabla 7. Plantas Procesadoras de lácteos, centros de acopio y proveedores de leche cruda, en donde se llevó a cabo el proyecto. 49

Tabla 8. Distribución porcentual general de fincas y muestras por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 54

Pág.

Tabla 9. Distribución porcentual individual de fincas y muestras por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 55

Tabla 10. Distribución porcentual de fincas y muestras por Regiones (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 56

Tabla 11. Distribución porcentual de fincas y muestras por Municipios (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 56

Tabla 12. Distribución porcentual general de fincas y muestras positivas por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 58

Tabla 13. Distribución porcentual Individual de fincas y muestras positivas por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 58

Tabla 14. Distribución porcentual de fincas y muestras positivas por Regiones (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 59

Tabla 15. Distribución porcentual de fincas y muestras positivas por Municipios (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%). 60

Pág.

Tabla 16. Tratamiento aplicado a la leche cruda por las empresas transformadoras. En los proveedores y el centro de acopio COOPAGROGAL no se les da ningún tratamiento, solo se encargan de recolectar y repartir la leche a diferentes plantas procesadoras. 63

LISTA DE FIGURAS Y GRAFICOS

Pág.

Figura 1. Localización de los sistemas de producción de leche en Colombia. 24

Figura 2. Usos industriales de la leche. 27

Figura 3. Puntos Críticos para la aparición de antibióticos en la leche. 31

Figura 4. *Bacillus stearothermophilus* var. calidolactis. Reino: Eubacteria. Tamaño Imagen: 2µm. 45

Figura 5. Municipios y regiones naturales del departamento de Sucre donde se recolectaron muestras para la ejecución del proyecto. 50

Figura 6. (a) Toma de muestra para verificación de acidez, utilizando el alcoholímetro. (b) Muestra negativa. 50

Figura 7. Toma de muestras de leche en una cantina utilizando la pipeta Pasteur de 10 mL. 51

Figura 8. (a) Toma de muestras de leche con la micropipeta proveniente del kit; y (b) se agrega la muestra en un pozo que contiene el medio de cultivo. 52

Pág.

Figura 9. Incubación de las muestras a una temperatura de 64ºC en baño María, durante tres horas. 53

Figura 10. Determinación de residuos de antibióticos tendiendo en cuenta el cambio de color: de púrpura a amarillo indica un resultado negativo, mientras que si no se efectúa ningún cambio en el color, es un resultado positivo (Tomado de COPAN TEST MILK - Laboratorios CHR Hansen). 53

Gráfico 1. Distribución porcentual de fincas positivas y negativas en la determinación de antibióticos (n = 910 fincas = 100%). 57

Gráfico 2. Distribución porcentual de muestras positivas y negativas en la determinación de antibióticos (n = 2110 muestras = 100%). 57

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Tabla. Resultados de Análisis de Determinación de Residuos de Antibióticos. 86

Anexo 2: Tabla 1. Distribución porcentual de fincas por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios. 87

Anexo 2: Tabla 2. Distribución porcentual de muestras por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios. 88

Anexo 2: Tabla 3. Distribución porcentual de fincas positivas a antibióticos por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios. 89

Anexo 2: Tabla 4. Distribución porcentual de muestras positivas a antibióticos por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios. 90

Anexo 3. MATERIAL DE LABORATORIO. 91

Anexo 3: Figura 1. (a) Medios de cultivo (Copan Milk Test – CHR HANSEN Antibiotic Test Kit); (b) Vasos de plásticos pequeños; (c) Termómetro; (d) Cinta de enmascarar; (e) Marcador imborrable. 91

Pág.

Anexo 3: Figura 2. (a) Bolsas sellopack; (b) Pipetas Pasteur de 10 mL; (c) Marcador imborrable; (d) Encendedor. 92

Anexo 3: Figura 3. Micropipetas del Copan Milk Test. 92

Anexo 3: Figura 4. Nevera o cava. 92

Anexo 3: Figura 5. Baño María.

Anexo 3: Figura 6. Determinación de residuos de antibióticos tendiendo en cuenta el cambio de color: de púrpura a amarillo indica un resultado negativo (a y b), mientras que si no se efectúa ningún cambio en el color (violeta), es un resultado positivo (b). 93

91

XVI

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue la determinación de antibióticos en leche de vaca en diferentes plantas procesadoras de productos lácteos, centros de acopio y proveedores en el departamento de Sucre con el fin de realizar un diagnostico general a cerca de nuestros productores y a la vez de nuestros procesadores. Esta fue llevada a cabo utilizando el Copan Milk Test (CHR HANSEN antibiotic test kit), el cual está compuesto por una matriz de gel que contiene esporas de Bacillus stearothermophilus var. calidolactis, nutrientes y un indicador de pH.

Las muestras de leche de las diferentes fincas eran recolectadas en pipetas Pasteur, tomando una muestra por cada cantina, y guardadas en una nevera con gel refrigerante; se utilizaban 100 µL de cada una de las muestras y se incubaban en el Copan Milk Test a una temperatura promedio de 64±1ºC durante 3 horas en baño maría. En total se muestrearon 910 fincas pertenecientes a 23 municipios distribuidos entre Sucre y Córdoba, para un total de 2110 muestras, procedentes de 13 plantas procesadoras, 2 centros de acopio lechero y 5 proveedores del departamento de Sucre.

Se comprobó que el 13.64% de las fincas resultaron positivas con un porcentaje de muestras de 7.73%, sobresaliendo las plantas procesadoras y los proveedores, en donde se destacan las plantas procesadoras Lácteos Sincelejo, quesera Sampués I y el Proveedor IV. En cuanto a las regiones, se destacan las del San Jorge, la Sabana y la conformada por los municipios de Córdoba, sobresaliendo los municipios de San Andrés de Sotavento y Chinú (Córdoba); San Marcos, Sampués, Galeras, Since y San benito Abad (Sucre).

ABSTRACT

The main objective of this investigation was the determination of antibiotics in cow milk in different plant processors of milky products in the department of Sucre with the purpose of carrying out an diagnose general to near our producing ones and at the same time of our processors. The determination of antibiotics you carries out using the Copan Milk Test (CHR HANSEN antibiotic test kit), which is compound for a womb of gel that contains spores of Bacillus stearothermophilus var. calidolactis, nutritious and a pH indicator.

The samples of milk of the different properties were gathered in pipettes Pasteur, taking a sample for each tavern, and kept in a refrigerator with coolant gel; 100 µL was used of each one of the samples and they were incubated in the Copan Milk Test to a temperature average of 64ºC during 3 hours in waterbath. Your sampling 910 properties in 23 municipalities distributed between Sucre and Cordoba, for a total of 2110 samples, coming from 13 processors plants, 2 centers of storing milkman and 5 suppliers of the department of Sucre.

It was demonstrated that 13.64% of the properties was positive with a percentage of samples of 7.73%, standing out the processors plants and the suppliers, standing out Milky Sincelejo, cheesemaker Sampues I and Supplier IV. Those of the San Jorge are as for the regions that stand out, the Sabanna and the one conformed by the municipalities of Cordoba, standing out the municipalities of San Andres of Sotavento and Chinu (Cordoba); San Marcos, Sampues, Galeras, Since and San Benito Abat (Sucre).

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una importante actividad económica y productiva para el mundo. En nuestro país desempeña un papel preponderante en el sector agropecuario, en el desarrollo social y en la ocupación territorial; en la ganadería se tienen fincadas muchas esperanzas para el desarrollo futuro de la nación (Acevedo, *et al.*, 2001). Esta actividad prevalece para la dinámica y el fortalecimiento de la actividad agropecuaria nacional, dados los niveles de participación en el Producto Interno Bruto Sectorial, aportes a la generación de empleo; y gracias a su flexibilidad en términos de sistemas de producción, que le permite adecuarse a los sistemas agroecológicos existentes en el país (Acevedo, op. cit.).

En Colombia, se presentan dos tipos principales de producción lechera, la especializada y la de doble propósito (carne y leche), establecidas en diferentes regiones del país (Arango, *et al.*, 1989; Villamizar, 1989; Prieto, *et al.*, 2004). En la región Caribe, zona de trópico bajo, se explotan los sistemas de doble propósito (SDP) y cría en la mayoría de las fincas, debido a la disponibilidad de tierras, ocupando una posición predominante que se ha ido incrementando en la ultima década por la introducción de material genético animal, desarrollo de manejos de praderas, la presencia de empresas transformadoras de leche en la región, la declaratoria de libre de aftosa, acceso a mercados nacionales y extranjeros, entre otros (Castaño y Becerra, 2004).

Dentro de la producción de alimentos de origen animal, la leche, es sin duda, la que presenta un volumen de producción y consumo más elevado, seguida

de la carne y posteriormente de los huevos (Pardo y Almanza, 2003; Roldán, *et al.*, 2004). La cadena de lácteos en el mundo ha tenido como principal fuente primaria la leche de algunos mamíferos pertenecientes a las especies, bovina (vacunos y bufalinos), ovina, caprina y camélida. La composición de esas leches es básicamente la misma pero difiere en la concentración de sus componentes (Roldán, op. cit.).

A partir de la leche se originan diferentes subproductos o derivados entre los que se destacan los quesos, productos concentrados, productos fermentados, leche fluida, postres y helados, demostrando así su gran uso agroindustrial enmarcado en las diferentes vertientes de la cadena productiva láctea (Pardo y Almanza, 2003; Grupo Latino Ltda., 2003).

Con periodicidad, en el ámbito nacional se habla con preocupación de la calidad de la leche y sus derivados, unas veces por modificación de la composición o el volumen, otras por la presencia de adulterantes y las más frecuentes e importantes por la sanidad e inocuidad del producto destinado al consumidor (Cotrino y Gaviria, 2003). En todas estas circunstancias se dan explicaciones, se buscan responsables entre los participantes de la cadena de producción, se fijan propósitos, se insinúan nuevas medidas, pero al final los resultados no han aportado una solución que garantice la calidad e inocuidad de la leche y sus productos (Cotrino y Gaviria, op. cit.).

La leche cruda o sin tratar, no es apta para el consumo humano, por lo que debe ser procesada de tal forma que no sea un peligro para el consumidor (ICA, 2004). Sin duda se debe tener un sistema de higienización que asegure la calidad e inocuidad para el consumidor. Los sistemas más conocidos de higienización son los siguientes: la pasteurización, ultrapasteurización, ultra-alta temperatura (UAT-UHT), esterilización, concentración por vaporización y deshidratación entre otros (ICONTEC, 2004). Sin embargo, muchos de estos procesos aplican un tratamiento de calor a temperaturas y tiempos específicos

que provocan cambios deseables (inactivación de enzimas y de microorganismos viables con sus esporas), como también ciertos cambios indeseables en los productos (sabor, olor, textura, y reducción de nutrientes) (Alais, 1985; Cotrino, 2002; Grupo Latino Ltda., 2003).

La leche y sus derivados, dadas sus características nutricionales, son considerados como alimentos básicos en la nutrición humana para niños y adultos, siendo necesario por parte de los ganaderos la entrega de leche de excelente calidad e inocua, adecuada para su higienización y procesamiento (Minsalud, 1979; DAMA, 2003). Pero, dada la apertura de los mercados, tanto internos como externos, se han acrecentado las exigencias de los consumidores por la calidad de los alimentos, representada esta por la demanda de productos sanos (inocuos) y seguros. De ahí la importancia de la seguridad agroalimentaria y la inocuidad de los alimentos 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 (Parra, *et al.*, 2003).

Pero, la creciente demanda de proteína animal y la modernización de los sistemas de producción, han propiciado en las ultimas décadas, el uso irracional de sustancias químicas y medicamentos antibacterianos, antiparasitarios, garrapaticidas, hormonas, entre otros, para el control de plagas y enfermedades en el ganado (entre estas la mas conocida la mastitis), generando una grave problemática de residuos o de sustancias inhibidoras que se almacenen en tejidos, órganos o en las secreciones de estos animales (Miller, 1989; Honkanen & Reybroeck, 1995; Rodríguez y Rodríguez, 1995; Cullor, 1997; Tafur y Ramírez, 1997; Magariños, 2000; Rodríguez, 2000; Litterio, *et al.*, 2003; Parra, *et al.*, 2003; Mitchell, *et al.*, 2005). Estos al ser consumidos por la población humana generan problemas de resistencia bacteriana, reacciones alérgicas, intoxicaciones, efectos teratogénicos, o

pueden convertirse en factores de riesgo para la presentación de neoplasias, siendo el grupo más vulnerable de la población los niños donde puede impedir la adecuada formación de dientes y huesos (Honkanen & Reybroeck, op. cit.; Rodríguez y Rodríguez, op. cit.; Cullor, op. cit.; Tafur y Ramírez, op. cit.; Magariños, op. cit.; Rodríguez, op. cit.; Litterio, op. cit.; Parra, *et al.*, op. cit.; Mitchell, *et al.*, op. cit.).

Por lo anterior el proyecto denominado "DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN LECHE DE VACA EN PLANTAS PROCESADORAS DE PRODUCTOS LÁCTEOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE", surge como una estrategia de estudio inicial para el diagnóstico y mejoramiento de la calidad e inocuidad de la leche, el mejoramiento de la sanidad animal y la protección de la salud humana en el departamento de Sucre.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la presencia de residuos antibióticos en leche cruda de vaca en centros de acopio, plantas procesadoras e higienizadoras y proveedores en el departamento de Sucre.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la presencia de residuos de antibióticos en centros de acopio, plantas procesadoras e higienizadoras y proveedores en municipios del departamento de Sucre.

- Comprobar el cumplimento de la legislación sanitaria en materia de residuos de antibióticos en leche de vaca.

3. ESTADO DEL ARTE

En Colombia los sistemas ganaderos de pastoreo son ampliamente dominados por la especie bovina, seguidos por ovinos, equinos, caprinos, asnos y mulares (FAO, 1996). Para los sistemas de producción de ganadería lechera especializada y de doble propósito (carne y leche) se destinan diferentes zonas las cuales se encuentran distribuidas ampliamente en la zona andina y en el caribe colombiano (Arango, L., 1989; Villamizar, 1989; Murgueitio, 2003) (Figura 1).

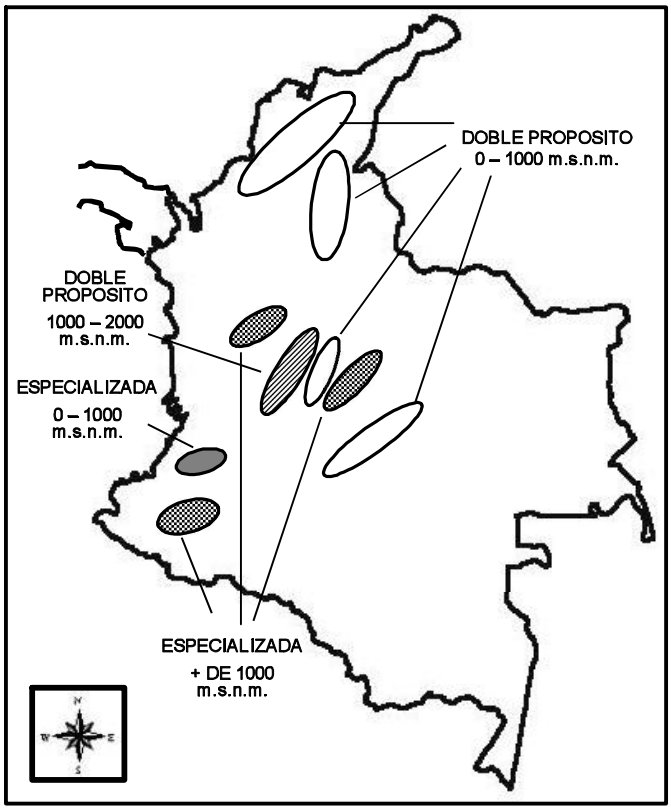

Figura 1. Localización de los sistemas de producción de leche en Colombia (Tomado de Arango, L., 1989).

En la región del caribe y específicamente en el departamento de Sucre se maneja, en términos de producción lechera, el sistema de producción conocido como doble propósito (SDP) caracterizado por una fuerte dependencia socioeconómica primaria que se ha venido acrecentando en los últimos años (Castaño y Becerra, 2004).

3.1. La leche.

Leche es un líquido blanquecino o amarillento, segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos para la alimentación de sus crías. Es una fuente barata de alimento, de excelente calidad y de alto valor nutritivo, que hace parte esencial de la dieta en la primera fase de vida del ser humano y de la mayoría de los animales, dado que contiene agua, carbohidratos (lactosa), proteínas (caseína, albúmina, globulina), vitaminas (hidro y liposolubles), grasas, sales minerales y bajo contenido de gérmenes patógenos, de células somáticas, con ausencia de cuerpos extraños y con sabor y olor normales (FAO, 1996; Davis, 1991; Santos, 1998; Sinha, 2000; Ruegg, 2001; Rodríguez, 2002; Cabrera, *et al.*, 2003; Cotrino[1], V. y Gaviria[1], 2003; DAMA, 2003; Gaetano, 2003; Parra, *et al.*, 2003).

Es un producto rico en nutrientes, quizás el alimento más completo de la naturaleza, y por lo tanto muy delicado y fácil de que se contamine si no se maneja adecuadamente (Rodríguez, 2002; Cabrera, *et al.*, 2003; Cotrino[2] y Gaviria[2], 2003; Gaetano, 2003). Sin embargo, las diferentes especies de mamíferos producen leche que varían ampliamente en su composición y, como consecuencia tienen propiedades muy diferentes (Tabla 1) (Alais, 1985; Davis, 1991; Santos, 1998; Rodríguez, 2002). Además, a partir de esta se fabrican múltiples derivados lácteos consumidos por los humanos (Figura 2) (Grupo Latino Ltda., 2003; Pardo y Almanza, 2003).

	Composición por 100 gr.							Tiempo para doblar el peso de nacimiento (Días)	Duración hab. de gestación (Días)	Peso del cerebro (gr.)
	Extracto Seco (total)	Materia Grasa	Lactosa	Sales	Materias Nitrogenadas					
					Totales	Proporción de (%)				
						Caseína	N.P.N.			
Leche Humana	11.7	3.5	6.5	0.2	1.5	28	17	170	270	1200
Equidos										
Yegua	10	1.5	5.9	0.4	2.2	50	-	40	340	650
Burra	10	1.5	6.2	0.5	1.8	45	-		360	360
Rumiantes										
Vaca	12.5	3.5	4.7	0.8	3.5	78	5	35	285	500
Cabra	13.6	4.3	4.5	0.8	4	75	7	22	155	130
Oveja	19.1	7.5	4.5	1.1	6	77	5	20	150	
Búfala	17.8	7.5	4.7	0.8	4.8	80	-			
Reno	31.9	17.5	2.5	1.5	10.4	80	-		230	
Suidos										
Cerda	18.3	6	5.4	0.9	6	50	8	13	115	160
Carnívoros y Roedores										
Gata	20	5	5	1	9	33	-		60	25
Perra	24.2	10	3	1.2	10	50	-	9	63	
Coneja	29.3	12	1.8	2	13.5	70	-	6	35	10
Cetáceos										
Marsopa	59.9	46	1.3	0.6	12	55	-			
Ballena	46.3	35	0.8	0.5	10	-	-			

(*) N. P. N. : materias nitrogenadas no proteicas

Tabla 1. Datos analíticos y fisiológicos sobre las diferentes clases de leche (Tomado de Alais, C., 1985).

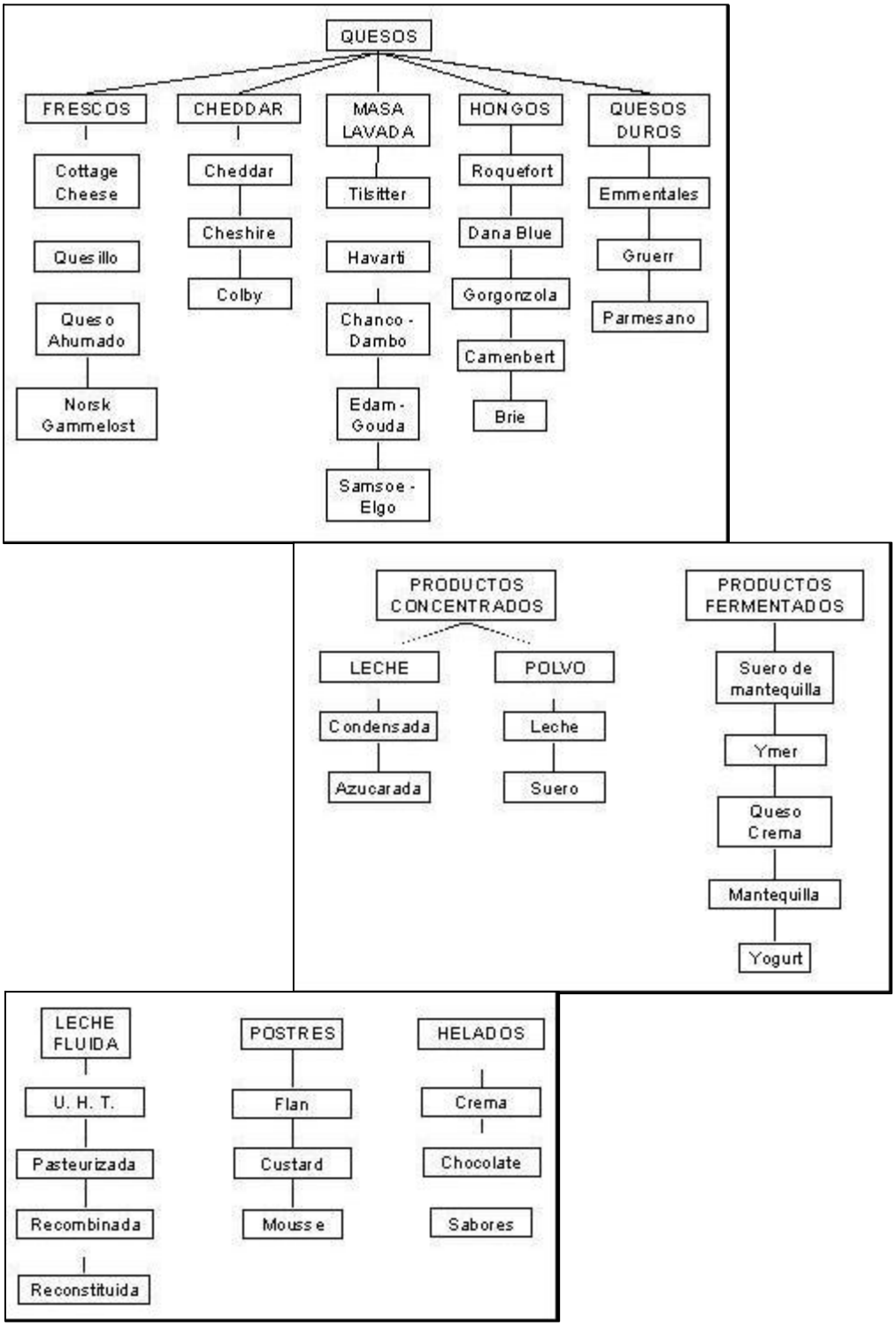

Figura 2. Usos industriales de la leche (Tomado de Grupo Latino Ltda., 2003).

En Colombia este alimento primordial hace parte del régimen alimenticio básico, en todos los niveles socioeconómicos (14,2% del gasto alimenticio, FEDEGAN, 2003), siendo la búsqueda de la calidad de esta, una preocupación fundamental para los productores, industrias procesadoras de lácteos y derivados lácteos, y profesionales involucrados tanto en salud humana como animal (Parra, *et al.*, 2003). Así que, el tema de los residuos químicos en alimentos es, desde hace tiempo, una de las mayores preocupaciones de los productores, técnicos, científicos, autoridades y, especialmente, los consumidores (Tafur, 2005). Su importancia, su incidencia, y la mejor forma de evitarlos son temas de análisis. Sin embargo, sigue existiendo un gran desconocimiento sobre el verdadero alcance de su impacto (Errecalde, 2000; Tafur, op. cit.).

3.2. Antibióticos en la leche.

En la producción de animales de abasto se utiliza gran variedad de productos farmacológicos ya sea con un fin terapéutico, zootécnico o como promotores de crecimiento, en este ultimo caso se añaden, al animal, dosis subterapéuticas durante periodos de tiempo relativamente prolongados (Vallejo, 1993; Rodríguez y Rodríguez, 1995; Díez y Calderón, 2003; FAO, 2004; Tafur, 2005). La gran mayoría de los productos son susceptibles de dejar residuos en los alimentos procedentes de los animales que han sido tratados, bien del principio activo en su forma original o bien de sus metabolitos (Rodríguez y Rodríguez, op. cit.; Díez y Calderón, op. cit.; FAO, op. cit.).

La administración de estas sustancias con fines terapéuticos es en muchos casos necesaria, pero cuando se utilizan en forma fraudulenta, indiscriminada y abusiva sin atender a los principios de las buenas prácticas veterinarias, puede suponer un grave riesgo para la salud de los consumidores, sobre todo para la población infantil (Kaneene, *et al.*, 1986; McEwen, *et al.*, 1991;

Sánchez, 1995; Sinha, 2000; Parra, *et al.*, 2003; FAO, 2004; Tafur, 2005). A este uso indiscriminado de estos antibióticos para el control de plagas y enfermedades en el ganado o cualquier otro animal, se le suma la falta de controles de calidad que también favorecen la presencia de residuos de estos en la leche, aumentando las posibilidades de que las personas ingieran residuos químicos (Tafur y Ramírez, 1997; Parra, *et al.*, 2003; Magariños, 2000).

Los residuos más problemáticos presentes en la leche, son los que se derivan de fármacos antibacterianos, hormonas promotoras del crecimiento y ciertos pesticidas, metales pesados y productos químicos (McEwen & Mc Nab, 1997). Pero, los antibióticos representan el grupo más importante de factores inhibitorios exógenos en la leche. Se usan numerosas substancias antibacterianas a nivel mundial siendo los mas comunes los aminoglicosidos, tetraciclinas, macrólidos y sulfonamidas (Jevinova, *et al.*, 2003). Por ende, se deben de respetar los períodos de supresión de cada fármaco, para garantizarle al consumidor, que los alimentos que ingiera, no contengan residuos o por lo menos que no estén por encima de los límites máximos establecidos (LMR) (Minsalud, 1979; Alais, 1985; McEwen & Mc Nab, op. cit.).

Existen innumerables estudios acerca de la aparición de residuos de antibióticos en la leche en todo el mundo. El tratamiento de mastitis es la razón más común para el uso de antibióticos en las granjas lecheras, ya que provoca grandes pérdidas económicas y cambios en la composición de la leche (Ruegg, 2001; Popelka, *et al.*, 2004); aunque éste es y sigue siendo un objetivo importante de muchos países, en los cuales se ha podido disminuir su incidencia (Sánchez, 1995; Hillerton, *et al.*, 1999; Popelka, op. cit.). El uso de antibióticos intramamarios y los errores respecto al período de retención de la leche son las razones que se citan con mayor frecuencia para la presencia de residuos de antibióticos (Ruegg, op. cit.). Al mismo tiempo, el público general

está dándose cuenta del aumento de riesgos potenciales de los residuos antibióticos en las comidas (Hillerton, op. cit.).

Existen muchos factores y razones que hacen que aparezcan residuos de antibióticos en dicho alimento. La administración ya sea oral, intramuscular o intravenosa de antibióticos, tiene menos importancia, desde el punto de vista de higiene de leche, que la aplicación por vía intramamaria (Magariños, 2000; FAO, 2004; Popelka, *et al.*, 2004) (Figura 3). Esta última es la más usada para el tratamiento de la mastitis, dependiendo de la cantidad de antibióticos eliminada por la leche, del tipo de preparado, dosis, intervalos entre tratamiento y ordeño, número de ordeños, producción de leche y factores individuales (Davis, 1991; Vallejo, 1993; Sánchez, 1995; Magariños, op. cit.; Popelka, op. cit.). Además, Los preparados con base hidrófoba, presentan un tiempo de eliminación más prolongado que aquellos con base acuosa (Magariños, op. cit.).

En los mamíferos la leche constituye una vía natural de eliminación para éstas sustancias y sus metabolitos durante un período variable de tiempo que depende tanto del animal tratado (especie, raza, edad, estado fisiológico), como también del medicamento utilizado (formulación, dosis, tiempo y vía de tratamiento) (Tabla 2 y 3) (Moretain and Boisseau, 1984; Rodríguez y Rodríguez, 1995; Magariños, 2000); 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 (Parra, 2003).

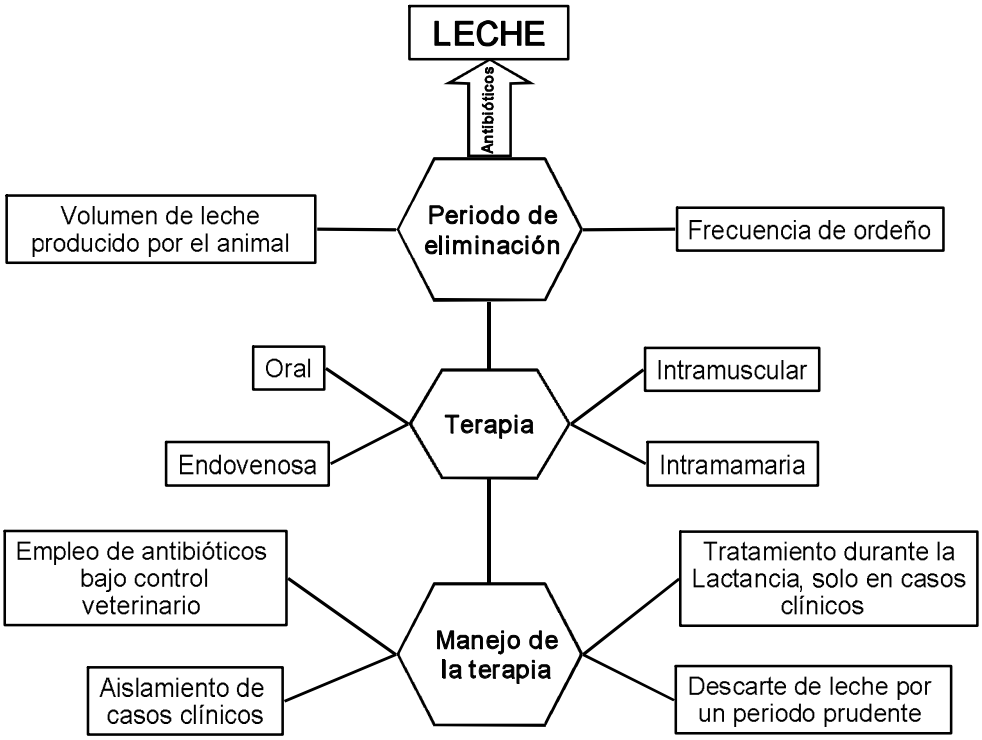

Figura 3. Puntos Críticos para la aparición de antibióticos en la leche (Tomado de Magariños, H., 2000).

A esto se le suma la falta de registros de los tratamientos, registros sanitarios, seguido por la falta de conocimiento del manejo racional de los antibióticos, y la falta de asesoría por parte del veterinario o la persona encargada de realizar el tratamiento del ganado lechero (Parra, *et al.*, 2003).

Tabla 2. Tiempo medio de permanencia en diferentes partes de aplicación de diferentes antibióticos (Tomado de Rodríguez y Rodríguez, 1995).

Tiempo medio de permanencia	
Administración	Permanencia
Oral	86 Horas
Intramuscular	72 – 96 Horas
Intravenosa	44 Horas
Intramamaria	48 – 144 Horas
Intrauterina	31 Horas

Tabla 3. Tiempo medio de eliminación de antibióticos (Tomado de Rodríguez y Rodríguez, 1995).

Tiempo medio de eliminación		
Vía	Antibiótico	Días
Parenteral	Penicilina	2
Intramamaria	Penicilina (sólida)	2
	Penicilina (pomada)	4
	Penicilina (retardada)	5
	Aureomicina	6
	Terramicina	4
	Cloranfenicol	3
	Estreptomicina	4

En otros casos, estos antibióticos son aplicados después del parto o cesáreas; tal es el caso de la penicilina G, en donde la leche puede contener residuos durante los primeros 5 a 10 días después de la última inyección aplicada (Krainock, 1991).

En Colombia hay un vacío importante en la legislación sobre los medicamentos que pueden ser usados en vacas en producción, o cuales son los prohibidos y en general se puede afirmar que en el país no se ha desarrollado una cultura para la prevención de los residuos en leche u otro tipo de alimento (Cotrino, 2004).

3.3. Consecuencias de la presencia de residuos antibióticos en la leche.

La utilización de antibióticos en animales destinados al consumo humano proporciona innegables ventajas, ya que permite una mejora en la producción al promover el crecimiento y facilitar el control de sus enfermedades. Los beneficios alcanzan al consumidor, que encuentra disponibles con mayor facilidad proteínas de origen animal. Sin embargo, existe la posibilidad de que residuos de dichos compuestos (o sus metabolitos) persistan en el animal y, por tanto, pasen a la cadena de alimentación humana, comportando una serie de riesgos:

3.3.1. Riesgos para el humano.

Aunque los residuos de antibióticos solo se encuentren en los alimentos en muy baja concentración (penicilina, β-lactámicos, tetraciclinas y aminoglucósidos), 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 (Crosby, 1991; Díez y Calderón, 2003; Litterio, *et al.*, 2003; Parra, *et al.*, 2003; Sánchez, 2004). 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 (Crosby, op. cit.; Díez y Calderón, op. cit.; Litterio, op. cit.; Parra, op. cit.). La principal fuente de residuos de estos antibióticos es la leche de vacas tratadas con estas bases vía intramamaria (Levy, 1997; Cotrino, *et al.*, 2003; Cabello, 2003; Calvinho, 2003).

En la alergia humana producida por drogas o antibióticos contenidos en la leche se dan efectos bien establecidos, sobre todo para los antibióticos de tipo β-lactamicos (Dewdney, *et al.*, 1991; Jawetz, *et al.*, 1992; Sánchez, 2004). Estos efectos son reacciones alérgicas comprendidos entre un espectro que va desde salpullidos superficiales apacibles hasta angioedema e inclusive anafilaxis, amenazando la vida de las personas (Dewdney, op. cit.; Jawetz, op. cit.). Las consecuencias sobre la salud son más graves en aquellos sectores de la población más débiles, como son las poblaciones anciana e infantil, ambas tradicionalmente consumidoras de productos lácteos (Hillerton, *et al.*, 1999; FAO, 2000; Rodríguez, 2000; Sánchez, 2004). Esta preocupación ha

hecho expresar que los residuos antibióticos en la leche, carne y otras comidas pueden ser responsables para las reacciones de hipersensibilidad en los individuos (Dewdney, op. cit.).

El otro punto de vista, es la formación de resistencias en ciertos gérmenes a los antibióticos, en donde pueden surgir gérmenes inmunes a los tratamientos normales que provoquen infecciones difíciles de tratar debido a resistencia a los medicamentos (Dewdney, *et al.*, 1991; Jawetz, *et al.*, 1992; Sánchez, 2004). La resistencia de las bacterias a los antibióticos es un problema que concierne a la salud humana y animal. Grupos de expertos científicos, médicos, microbiólogos, biólogos, entre otros y organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO han expresado preocupación a cerca del incremento global de las resistencias (Fedorka-Cray, *et al.*, 1998).

En la pérdida de sensibilidad a un antibiótico intervienen varios factores. Las dos fuerzas principales son la prevalencia de genes de resistencia (que determinan proteínas que protegen a las bacterias de los efectos de los fármacos) y la difusión del uso de antibióticos (Jawetz, *et al.*, 1992; Stuart, 1998). Si la flora bacteriana de una comunidad carece de genes que confieren resistencia contra un antibiótico, este podrá eliminar con éxito toda la infección, pero si en la flora existen genes de resistencia y la comunidad hace uso persistente de un antibiótico, las bacterias que escapen a la erradicación por ese fármaco harán acto de presencia y proliferarán, y además pueden propagarse a lugares distantes (Stuart, op. cit.).

En Colombia no existen estadísticas sobre la situación real de la resistencia bacteriana (Sánchez, 2004). Sin embargo, se ha venido realizando estudios acerca de esta durante un largo tiempo. Un ejemplo del problema de resistencia bacteriana en Veterinaria es la comparación de los resultados de antibiogramas hechos en el Laboratorio Médico Veterinario LMV Ltda., para

Streptococcus y *Staphylococcus spp.*, aislados de mastitis bovina en 1995 y en 2002 (Cotrino, *et al.*, 2003). La penicilina en 1995 tenía una sensibilidad del 76%, el 12.8% de cepas se clasificaron como de efecto intermedio y únicamente el 11.2% se encontró resistente (Cotrino, op. cit.). Para 2002 sólo el 44.1% fueron sensibles, el 2.8% intermedio y el 53.1% resistentes, es decir que la resistencia en las bacterias más importantes en la etiología de la mastitis en Colombia, se multiplicó por 5 en sólo 7 años para el antibiótico considerado de elección por estos microorganismos principalmente el *Streptococcus* (Cotrino, op. cit.).

Otros tres principios activos de amplio uso en la terapia antimastítica, tampoco han escapado a los fenómenos de resistencia: la Eritromicina pasa del 8.4% en el año 1995 al 28.2%; la Lincomicina del 18.4% al 73.6% y la Neomicina del 49.6% al 88.2% (Cotrino, *et al.*, 2003).

Así mismo, algunos fármacos implicados en reacciones adversas en humanos según Jawetz, *et al.* (1992) y Sánchez (1995) son:

- 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. Aunque también se puede presentar hipersensibilidad retardada o inmediata, erupciones cutáneas, fiebre y shock anafiláctico.

- Cloramfenicol. Los efectos tóxicos que se le atribuyen a él son de características fetales; este produce en personas idiosincráticas anemia aplástica con cantidades muy pequeñas. Por esta razón, ha sido prohibido su uso en animales de consumo humano. También, con la administración constante, induce trastornos en la maduración de los eritrocitos y elevación del hierro sérico.

- Eritromicina. Los efectos secundarios incluyen fiebre, nauseas, vómitos y diarreas; pueden producir, de forma excepcional, alteraciones auditivas transitorias.

- Sulfametazina. Este medicamento produce por toxicidad crónica, un adenocarcinoma tiroideo en ratas.

- Aminoglicósidos (estreptomicina, neomicina, 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; lesión de la región vestibular del oído interno, perdida auditiva y lesiones en el riñón.

- Tetraciclinas. Están relacionadas con problemas de osificación y dentición, en niños en crecimiento, y pueden inducir resistencia bacteriana. Aunque también pueden desarrollar trastornos gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarrea), erupciones cutáneas lesiones en las mucosas y fiebre.

3.3.2. Implicaciones tecnológicas.

La presencia de residuos de antibióticos puede influir negativamente en la elaboración de muchos productos, ya que afecta el proceso de industrialización de la leche, pues la mayoría de los inhibidores impiden o retardan el desarrollo de las bacterias lácticas, ocasionando mayores costos de elaboración, de materia prima, y alteración del programa de producción, que implica una pérdida de rentabilidad económica para la empresa transformadora; pues es necesario un crecimiento de bacterias beneficiosas que producen las fermentaciones necesarias para elaborar los productos, tal como son los quesos o los yogures (Mourot & Loussourorn, 1981; Rodríguez, 2000; Martínez, 2001; Díez y Calderón, 2003; Litterio, *et al.*, 2003; Parra, *et al.*, 2003).

Por otra parte, aún persiste la creencia errónea de que los tratamientos térmicos a que se somete la leche destruyen las sustancias inhibidoras y, en forma particular, los antibióticos (Magariños, 2000; Rodríguez, 2000). Sin embargo, un informe de 1991 de la Federación Internacional de la Lechería señala que la penicilina pierde solamente un 8% de su actividad luego de la pasteurización. Un tratamiento térmico más exigente (90°C por 30 minutos), destruye el 20% de su actividad y la esterilización un 50% (Tabla 4) (FIL/IDF, 1991; Magariños, 2000).

Las bacterias lácticas son particularmente sensibles, a los antibióticos comúnmente usados en el tratamiento de mastitis u otras enfermedades, particularmente a la penicilina (Tabla 5) (Sánchez, 1.995; Martínez, 2001; Calvinho, 2003). Los *Estreptococos* 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).

Tabla 4. Termoestabilidad de algunos antibióticos (Tomado de Magariños, H., 2000).

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

De hecho, según Vallejo (1993), los principales problemas que se presentan al procesar leche con residuos de antibióticos, son:

- 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.

Tabla 5. Sensibilidad de algunos antibióticos en bacterias comúnmente usadas para el procesamiento de la leche (Tomado de Martínez, L., 2001).

Sensibilidad a los antibióticos					
Agente	Penicilina UI/ml	Estreptomicina µg/ml	Cloranfenicol µg/ml	Clor-Oxi-Tetraciclina µg/ml	
St. thermop.	0-17	0.5-5	0.05-1	0-0.01	0-0.01
St. cremoris	0.05-0.1	-	-	-	-
Lact. bulgar.	0.3-0.6	-	0.3-5	0.3-5	-
Lact. Manteq.	0.02-0.2	0.1-0.2	0.1-0.2	0.01-0.1	0.01-0.1
Lact. Queso	0.05-0.2	0.04	0.04	0.02-0.2	0.01
Calidolcatis	0-0.008	0.6-1	1	0.6-1	1

3.3.3. Problemas ecológicos.

Los antibióticos si bien son necesarios para el control de las infecciones bacterianas, pueden tener efectos indeseables sobre la ecología microbiana; ya que puede producir cambios en las proporciones de las bacterias sensibles/resistentes a los antibióticos, tanto en el individuo sometido al tratamiento como en el medio y la comunidad en general (Stuart, 1998). En este sentido, 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 (Rolland, *et al.*, 1985; Hummel, *et al.*, 1986; Levy, 1987). Existe evidencia microbiológica y clínica, de que las bacterias resistentes pueden pasar de animales a humanos, haciendo mas 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 (Levy, 1997; Cotrino, *et al.*, 2003; Cabello, 2003; Calvinho, 2003).

Los metabolitos activos de antibióticos pueden ser excretados por los animales tratados a través de la orina y excreciones, y pueden alcanzar la tierra y el agua, siendo un gran problema en que la mayoría de estos son solubles en agua (Strauch, 1987; Halling-Sorensen, *et al.*, 2001). Los antibióticos más prevalecientes encontrados en el ambiente, principalmente en aguas superficiales, pertenecen a los macrólidos y sulfonamidas; en otros casos tetraciclinas, penicilinas y fluoroquinolinas (Hirsch *et al.*, 1999; Heberer, 2002; Kolpin, *et al.*, 2002). También, se han identificado algunos antibióticos como eritromicina, ciclofosfamida, sulfadimidina, y tetraciclinas persistentes en la tierra y en aguas superficiales que han permanecido durante un año (Zuccato, *et al.*, 2000). Además, se han encontrado en el ambiente, metabolitos de antibióticos que se han transformado a partir de sus substancias activas originales (Hirsch op. cit.).

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 cloramfenicol, los nitrofuranos, la sulfadimidina, el sulfatiazol, la bencilpenicilina, la oxitetraciclina, la espiramicina y la tilosina.

Así mismo, los siguientes antibióticos no están aprobados para utilizarlos en ganado de leche en producción: bacitracina, estreptomicina, sulfaclopiridazina, tetraciclinas y tylosina (FAO, 1996).

Igualmente, no se deben aplicar en ganado de leche, los siguientes: clindamicina, cefalexina, dicloxacilina, gentamicina, kanamicina, lincomicina, espectinomicina, sulfadiazina, sulfadoxina, sulfametoxazole, sulfanilamida, sulfapiridina, sulfathiazole, sulfisoxazole, sulfamerazina, sulfathiazina, sulfamethizole y sulfisoxizole (FAO, 1996).

Además, varios estudios plantean que otra de las causas sobre la aparición de residuos antibióticos en la leche pueden ser según Wolter, *et al.* (2000) y Cotrino, *et al.* (2003):

- No se identifican los animales tratados con antibióticos.
- Se identifican, pero la identificación se pierde, o se borra.
- Se usaron antibióticos, y no se respetaron los tiempos de espera indicados por los laboratorios fabricantes de los diferentes medicamentos o la utilización de dosis mayores sin prolongar el período de descarte.
- Se están ordeñando vacas que tuvieron terapia de secado, y que dieron cría antes de los 45 días de tratadas (orden incorrecto de ordeño).
- Se usaron antibióticos por otros motivos (no enfermedades), y esas vacas se ordeñan al tanque.
- Se trató con antibióticos un cuarto, pero se manda al tanque la leche de los otros tres.
- Se ordeñan animales comprados, que pueden haber tenido tratamientos recientes.
- Por descuido no se desvió la leche, al ordeñar animales tratados.
- Mala comunicación entre el personal de ordeño, se trataron vacas pero no todos están enterados.
- Deficiente limpieza de la maquina de ordeño y de los instrumentos accesorios utilizados.

En Colombia, no existe reglamentación oficial sobre límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos (FAO, 2004). Las reglamentaciones del Ministerio de Salud sobre leche y productos lácteos, carnes y derivados, establecen como requisito la ausencia de residuos de drogas y medicamentos veterinarios en estos alimentos (Minsalud, 1979). No obstante, el ICA aplica los criterios y limites máximos del Codex Alimentarius y en los casos en que el Codex no contemple esta información se aplican las normas norteamericanas o europeas (FAO, op. cit.).

Por estas razones, varios fabricantes han desarrollado comercialmente pruebas o Test para investigadores, agricultores, productores e industrias de la lechería con el objetivo de detectar residuos de antibióticos en la leche, encontrándose muchos tipos de los cuales el más usado es el Test Microbiano (IDF, 1991; Cullor, 1997; Tafur y Ramírez, 1997; Litterio, *et al.*, 2003).

La investigación de la presencia de inhibidores o antibióticos en la leche de muchas especies de animales se realiza en muchos países con ayuda del Test Microbiano basado en la utilización de la bacteria *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis como cepa de prueba con diferentes modificaciones (prueba de reducción en verde-brillante, prueba con sensidiscos, pH, entre otros) (Gilbertson, *et al.*, 1995; Tafur y Ramírez, 1997; Wolter, *et al.*, 2000; Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2004). Esta bacteria realiza análisis meramente cualitativo y en otros casos cuantitativos (Nouws, *et al.* 1998; Wolter, op. cit.; Laboratorios CHR Hansen, S. A., op. cit.). Además, ofrece muchas ventajas frente a otras bacterias destacándose que ella no es un microorganismo patógeno para los humanos, mayor simplicidad, sensibilidad y rapidez (Ouderkirk, 1977; Gilbertson, op. cit.; FIL/IDF, 1991; Tafur y Ramírez, op. cit.; Laboratorios CHR Hansen, op. cit.).

Ya existe tecnología más avanzada y rápida en el mundo, que analiza residuos de antibióticos en la leche en solo 3 minutos. Basta solo con pipetear unos microlitros de muestra de leche en el pozo o celdas especiales; después, colocar la muestra en una cámara de lectura y leer los resultados en la impresión que da el sistema (Test Eclipse, 2003). La mayoría de estas pruebas se basan en un ensayo fluorescente en fase sólida (SPFIA) o en otros casos ELISA, y reconocen una serie de antibióticos tales como Beta Lactámicos (penicilina G, amoxilina, ampicilina, ceftiofur, cefapirina), Tetraciclinas (tetraciclina, clortetraciclina, oxitetraciclina), Beta Lactámico/Tetraciclina, Beta Lactámico/Sulfa, Aflatoxinas, entre otras (Martínez, 2001; Parra, *et al.*, 2003; Test Eclipse, op. cit.). Estas pruebas son

un método rápido y sencillo para comprobar que la leche no contiene cantidades de antibióticos superiores a los límites máximos de residuos permitidos (LMR) (Martínez, op. cit.; Parra, *et al.*, op. cit.; Test Eclipse, 2003). Sin embargo, los resultados positivos determinados por un Test rápido deben ser verificados por un Test Microbiano (Martínez, op. cit.; Parra, op. cit.).

Por lo tanto, se requiere una acción conjunta y coordinada entre las instituciones de gobierno y el sector privado, industrias lecheras, escuelas técnicas, universidades, productores, entre otros, para tomar la iniciativa sobre los riesgos potenciales del consumo de leche cruda sin pasteurizar y sus subproductos, a través de la implementación de múltiples programas de protección alimentaria, con el fin de minimizar riesgos que atenten principalmente a la salud humana (FAO, 1996; Cullor, 1997; Tafur y Ramírez, 1997; Magariños, 2000). Uno de los ejemplos mas claros fue la conclusión que se obtuvo en el estudio de la presencia de residuos antibióticos en Kenia (África) donde se educo a los productores de pequeña escala para que se redujera la presencia de estos en dicho alimento (Shitandi & Sternesjo, 2004).

Así mismo, se pueden incentivar a los productores debido a que se les puede pagar un precio adecuado según la calidad de la leche, donde puede ser superior si ésta está exenta de residuos de antibióticos (Wolter, *et al.*, 2000; DAMA, 2003).

También, se puede conocer a ciencia cierta las características y la historia de cada una de las vacas que están en el hato, si se lleva un registro único, facilitando el manejo del mismo (Villamizar, 1989; Castaño y Becerra, 2004). Para esto, hay que llevar el registro escrito u hoja de vida, donde aparezcan la fecha de nacimiento, identificación de los padres, peso al nacer, peso al destete, edad y peso al primer parto, al segundo parto y en los partos sucesivos, así como la producción de leche en cada lactancia, las enfermedades que ha presentado, los tratamientos que se le han practicado y

otros datos que el ganadero considere de interés (Villamizar, op. cit.; Castaño y Becerra, op. cit.). Toda esta información es importante para tomar una decisión cuando se trata de seleccionar los animales que saldrán del hato. Aparentemente llevar los datos, técnicamente conocidos como registros, es complicado, pero en la práctica se resume a tomar un cuaderno, dedicar una hoja a cada vaca y anotar en esa hoja la información correspondiente a dicho animal (Castaño y Becerra, op. cit.). También hay disponibles en el mercado, modelos de registros que ya vienen listos para ser llenados y programas de computador especializados para guardar y analizar los registros. El estudio de la información para tomar determinaciones sobre reemplazos o tratamientos para los animales, requiere un manejo más puntual, pero se puede hacer sin complicaciones con la asesoría de un profesional experto (Castaño y Becerra, op. cit.). Cabe destacar que se deben tener en cuenta otros aspectos (Wolter, *et al.*, 2000; Cotrino, *et al.*, 2003):

- Identificar todos los animales tratados con antibióticos, por cualquier motivo que los haya tratado y por cualquier vía de aplicación.
- Revisar el registro, si existe, de los tratamientos en el que figuren los datos de identificación del animal, fecha de inicio y finalización del tratamiento, periodo de descarte de la leche, antibiótico utilizado, dosis y vías de aplicación utilizadas.
- Limitar al máximo la utilización de antibióticos durante la lactancia, poniendo en práctica un programa de prevención y control de mastitis.
- No aplicar antibióticos para secado en el tratamiento de vacas en lactancia. Se deben leer bien los prospectos antes de cada tratamiento.
- Tener una pizarra bien visible en el tambo, para anotar las vacas con antibióticos, con la fecha de inicio y final de tratamiento.
- Respetar rigurosamente los tiempos de espera o de descartes recomendados por el elaborador del producto.
- Manejar los animales tratados en un lote aparte, y ordéñelos al final.

- Considerar que cualquier animal comprado está tratado con antibióticos, y actuar como si así fuese.

Así mismo, Las principales recomendaciones dadas por The Copenhagen Recommendations (1998) sobre uso apropiado de antibióticos son:

- Los tratamientos deben limitarse a infecciones bacterianas.
- El tratamiento debe ser dirigido al agente causal.
- El tratamiento debe ser dado en dosis óptimas, administrado a los intervalos y duración de tiempo apropiados.
- Se recomienda no utilizar antibióticos como promotores del crecimiento en los animales y esta práctica ser reemplazada por otras alternativas.
- La mejor manera de corregir la práctica en el uso de los agentes antimicrobianos debe ser a través de iniciativas educacionales tanto para profesionales médicos como veterinarios y el público en general.
- Los antibióticos utilizados con fines terapéuticos deberán ser adquiridos únicamente a través de prescripciones médicas

3.4. *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis.

La investigación de la presencia de inhibidores o antibióticos en la leche de muchas especies de animales se realiza en muchos países con ayuda del Test Microbiano basado en la utilización de la bacteria *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis como cepa de prueba con diferentes modificaciones (prueba de reducción en verde-brillante, prueba con sensidiscos, pH, entre otros) (Gilbertson, *et al.*, 1995; Tafur y Ramírez, 1997; Nouws, *et al.* 1998; Wolter, *et al.*, 2000; Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2005).

Las características fundamentales de la bacteria *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis (Figura 4), es que realiza análisis cualitativos así como también cuantitativos, es un microorganismo no patógeno para los humanos,

y es ventajoso en cuanto a su simplicidad, sensibilidad y rapidez, por encima de muchos métodos usados normalmente para descubrir niveles residuales de drogas en la leche (Ouderkirk, 1977; Gilbertson, *et al.*, 1995; FIL/IDF, 1991; Maturin, 1998; Nouws, *et al.* 1998; Wolter, *et al.*, 2000; Martínez, 2001; Parra, *et al.*, 2003; Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2005).

Al momento de añadir una muestra de leche sobre la superficie de agar, se difunde en el medio llevando todas las sustancias disueltas en ella, y si se incuba a una temperatura adecuada (60-64°C), las esporas de *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis germinaran y se multiplicaran consumiéndose el azúcar del medio liberando ácido como un metabolito (Martínez, 2001.; Parra, *et al.*, 2003.; Test Eclipse, 2003; Althaus, *et al.*, 2003; Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2005). La consiguiente caída de pH es revelada por el cambio de color del indicador de pH que pasa de un color púrpura a un color amarillo (Martínez, op. cit.; Parra, op. cit.; Test Eclipse, op. cit.; Althaus, op. cit.) (Anexo 3: Figura 6). Sin embargo, si existe un compuesto o compuestos inhibidores presentes en la muestra de leche son capaces de inhibir el crecimiento de las células vegetativas (Anexo 3: Figura 6) (Martínez, op. cit.; Parra, op. cit.; Althaus, op. cit.; Laboratorios CHR Hansen, op. cit.).

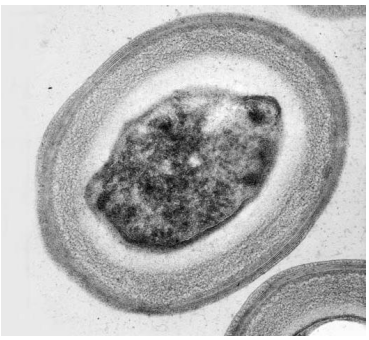

Figura 4. *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis. Reino: Eubacteria. Tamaño Imagen: 2µm.

La sensibilidad de *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis, a algunos antibióticos es también estable y alta, por lo tanto, es utilizado como un sensor

biológico para la detección de antibióticos en leche (Tabla 6) (Martínez, 2001; Reybroeck, *et al.*, 2002; Parra, *et al.*, 2003.; Test Eclipse, 2003; Althaus, *et al.*, 2003; Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2005).

3.5. CHR HANSEN antibiotic test kit (Copan Milk Test).

El kit utilizado tiene características fundamentales que se pueden comprobar, ya que tiene una alta sensibilidad a un gran numero de antibióticos dado que contiene esporas de *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis (Tabla 6); aplicados por los veterinarios, administradores o propietarios en la alimentación, profilaxis o para el tratamiento de enfermedades, particularmente sobre la mastitis (Honkanen & Reybroeck, 1997; Reybroeck, *et al.*, 2002; Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2005). Este medio cultivado a una temperatura promedio de 64ºC durante 3 horas, hace evidente la inhibición de la bacteria cuando la muestra contiene algún inhibidor microbiano (color violeta), mientras que en el caso de no contener inhibidores crece (color amarillo), que se refleja en los resultados anteriormente expuestos (Anexo 3: Figura 6). En otros casos no se logra una totalidad violeta, debido a que la concentración de inhibidores microbianos es inferior al límite de detección del kit (Honkanen & Reybroeck, op. cit.; Reybroeck, op. cit.; Laboratorios CHR Hansen, op. cit.; Popelka, *et al.*, 2004).

Tabla 6. Sensibilidad del kit CHR HANSEN (Copan Milk Test) a algunos antimicrobianos.

Antimicrobiano	Limite de detección (ppb)	Antimicrobiano	Limite de detección (ppb)
Amoxicilina	4	Oxacilina	15
Ampicilina	4	Oxitetraciclina	150
Cefapirina	10	Penicilina G sódica	2.5
Ceftiofur	50	Sulfadiazina	50
Clortetraciclina	100	Sulfadimetoxina	50
Cloxacilina	25	Sulfametacina	125
Dicloxacilina	20	Sulfatiazole	50
Dihidroestreptomicina	2000	Sulfato de Estreptomicina	2000
Eritromicina	200	Tetraciclina	100
Espiramicina	1500	Tilmicosina	100
Gentamicina	250	Tilosina	100
Neomicina	600	Trimetoprim	200
Oxacilina	15		

4. METODOLOGÍA

4.1. Plantas procesadoras y Proveedores.

Se muestrearon 13 plantas procesadoras, 5 proveedores de leche cruda y dos centros de acopio lechero, distribuidos en los municipios de Sincelejo, Sampués, Corozal, Since, Galeras, La Unión, San Marcos, Majagual y San Onofre (Tabla 9). Estos se reparten la compra de leche de vaca en varios municipios del departamento, así como la procedente de otros municipios del departamento de Córdoba, en donde se destacan los municipios de Chinú y San Andrés de Sotavento por parte de las plantas procesadoras LÁCTEOS SINCELEJO, LÁCTEOS SAN FRANCISCO, y la planta procesadora e higienizadora CILEDCO (Anexo 2: tabla 1 y 2). En el Departamento de Sucre, existe una sola planta higienizadora-pasteurizadora y productora de queso y yogur (CILEDCO). Las plantas procesadoras descritas en la tabla 9, elaboran productos como queso (queso doble crema y queso costeño), yogur y suero costeño, a partir de leche sin pasteurizar. El centro de acopio (CODEGÁN) enfría leche y envía la misma a Cartagena para pasteurizar; mientras que el centro de acopio COOPAGROGAL no la enfría, solo la conserva con Peroxido de Hidrógeno (H_2O_2) para enviarla a los municipios de Magangue (Bolívar) y Sincelejo. Los denominados proveedores de leche, son acopiadores que venden la leche a las empresas productoras de queso anteriormente descritas.

4.2. Municipios.

Las diferentes rutas de colecta de leche cruda para las plantas procesadoras, centros de acopio y distribuidores, determinaron los municipios seleccionados.

En el departamento de Sucre se encuentran los municipios de Corozal, Sampués, Los Palmitos, San Pedro, Sincé, Galeras y Sincelejo (Región Sabana); Santiago de Tolú, San Antonio de Palmito, San Onofre (Región del Morrosquillo); San Marcos, La Villa de San Benito Abad, La Unión (Región del San Jorge); Majagual (Región de la Mojana), entre otros (Figura 5).

Tabla 7. Plantas Procesadoras de lácteos, centros de acopio y proveedores de leche cruda, en donde se llevó a cabo el proyecto.

TIPO	EMPRESA	MUNICIPIO
PLANTAS HIGIENIZADORAS Y PROCESADORAS	CILEDCO	Sincelejo
PLANTAS PROCESADORAS	COOLECSA	Sincelejo
	LÁCTEOS SINCELEJO	Sincelejo
	LÁCTEOS SAN FRANCISCO	Sincelejo
	QUESERA SAMPUÉS I	Sampués
	QUESERA SAMPUÉS II	Sampués
	LÁCTEOS COROZAL	Corozal
	QUESERA LA UNIÓN	La Unión
	QUESERA LA VICTORIA	San Marcos
	QUESERA LA CARMENCITA	Majagual
	QUESERA SANTANDER	Majagual
	QUESERA NECO	Since
	QUESERA VÍA LÁCTEA	Since
CENTROS DE ACOPIO	CODEGAN	San Onofre
	COOPAGROGAL	Galeras
PROVEEDORES A PLANTAS ELABORADORAS DE QUESO	PROVEEDOR I	San Marcos
	PROVEEDOR II	San Marcos
	PROVEEDOR III	San Marcos
	PROVEEDOR IV	San Marcos
	PROVEEDOR V	Majagual

4.3. Prueba de acidez (Precipitación con alcohol).

Para verificar el estado de la leche en cuanto acidez, se utilizó un alcoholímetro. Para este caso se tomó un volumen de 2 a 5 ml de leche cruda proveniente de cada cantina de cada finca, y se le agregó alcohol al 70%, en igual proporción; éste último reacciona con la leche determinando el grado de acidez a través de la formación de coágulos (Cotrino[2] y Gaviria[2], 2003; Grupo

Latino Ltda., 2003) (Figura 6). En el caso de no haber formación de coágulos la muestra se consideraba negativa, por lo que, se tomaba muestra de la misma; en caso contrario, si se daba la formación de coágulos en la muestra, la leche se encontraba muy ácida y no se tenía en cuenta para la realización de la prueba de laboratorio.

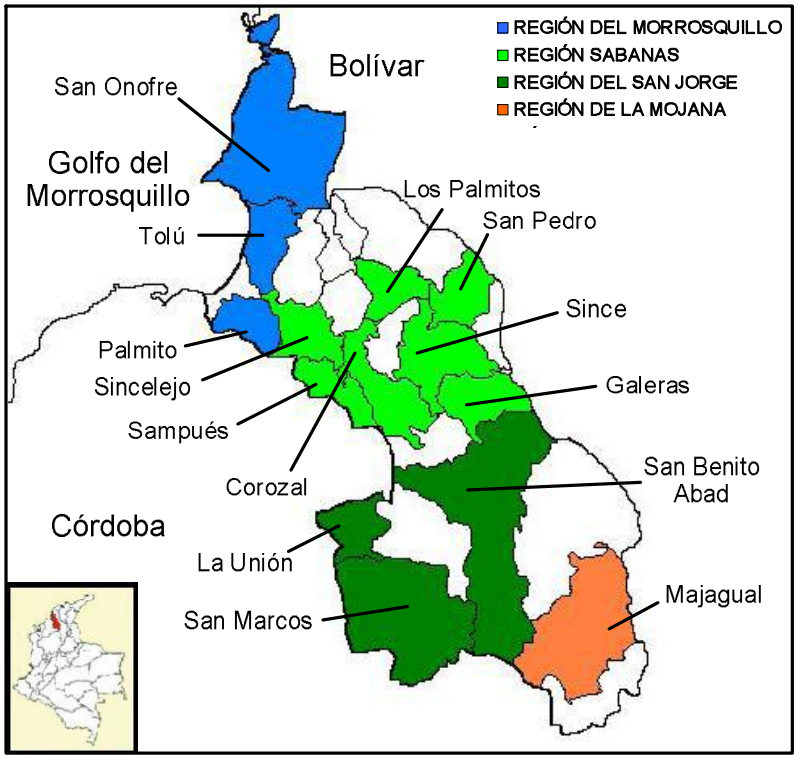

Figura 5. Municipios y regiones naturales del departamento de Sucre donde se recolectaron muestras para la ejecución del proyecto.

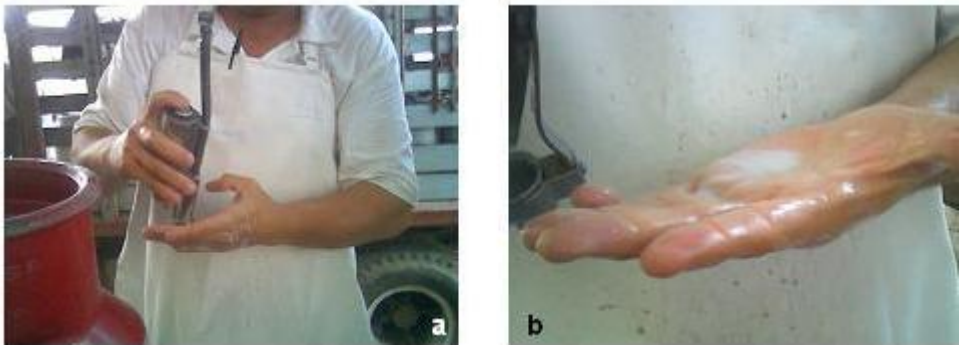

Figura 6. (a) Toma de muestra para verificación de acidez, utilizando el alcoholímetro. (b) Muestra negativa.

4.4. Toma de muestras.

Previa agitación del contenido de cada cantina, se tomaron con una pipeta pasteur de manera individual, aproximadamente 10 mL de leche directamente de cada una de estas (Figura 7). Las muestras se rotularon y se colectaron en bolsas plásticas inertes y de cierre hermético. Posteriormente se almacenaron en una cava con paquetes de líquido refrigerante a una temperatura de 8 ± 2 grados Celsius (Muñiz, 2000; Martínez, 2001); (Anexo 3: figura 4). La información del rotulado contempló: datos de origen de la muestra, nombre de la planta procesadora, finca, propietario, vereda y municipio (Anexo 1). La muestras fueron colectadas por personal de ICA, DASSSALUD y de la Universidad de Sucre. Así mismo, se tuvo en cuenta que algunas empresas utilizan anticoagulantes (Peroxido de Hidrógeno) en la leche, con el fin de evitar su descomposición, por lo que no se tomaba muestras de dichas cantinas.

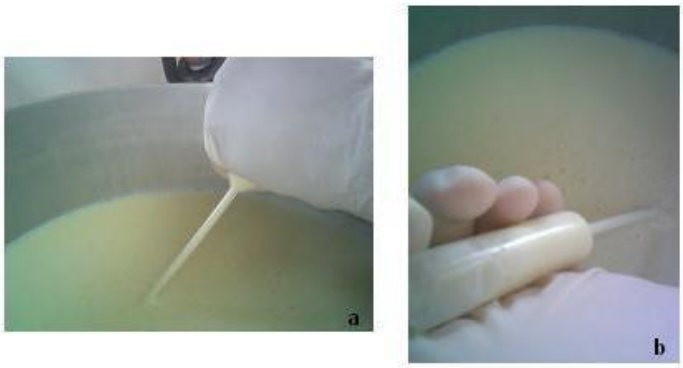

Figura 7. (a y b) Toma de muestras de leche en una cantina utilizando la pipeta Pasteur de 10 mL.

4.5. Prueba de laboratorio.

Todas las muestras recolectadas se analizaron en el laboratorio de Salud Pública de DASSSALUD, con la participación de personal técnico de esta institución, de ICA-Sucre y de la Universidad de Sucre.

Para la ejecución de este proyecto, se utilizó Test Microbiano Copan Test Milk (CHR HANSEN antibiotic test kit), de Laboratorios CHR HANSEN, S. A., el cual está compuesto por una matriz de gel que contiene esporas de *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactis, nutrientes y un indicador de pH (Anexo 3: figura 1a).

Se toman las muestras de leche rotuladas y se agregan en vasos plásticos pequeños desechables, previamente rotulados, después se toman 100 µL con la micropipeta de plástico del kit (Anexo 3: figura 3), y se agrega la muestra de leche en un pocillo o pozo que contiene el medio de cultivo (Figura 8); se utiliza una nueva micropipeta por cada muestra.

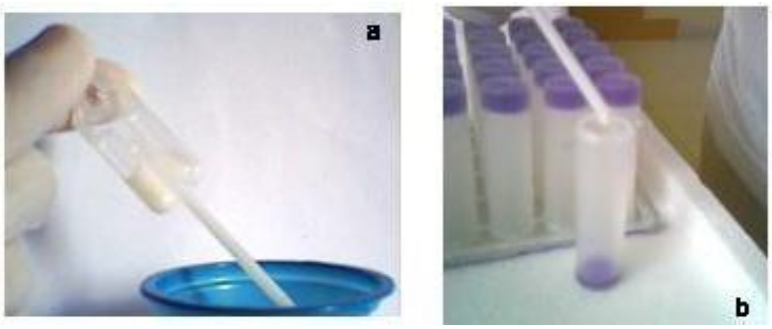

Figura 8. (a) Toma de muestras de leche con la micropipeta proveniente del kit; y (b) se agrega la muestra en un pozo que contiene el medio de cultivo.

Posteriormente, las muestras se incuban a una temperatura de 64 ± 1ºC en un baño maría durante tres horas (Figura 9), lo que origina el crecimiento o no de la bacteria, dependiendo de la ausencia o presencia de residuos de antibiótico en la muestra de leche analizada. Este es determinado por el color de cada uno de los pocillos sembrados; si el color del pocillo es amarillo indica un resultado negativo, mientras que si el color de este es violeta indica un resultado positivo (Figura 10) (Laboratorios CHR Hansen, S. A., 2005). Como control positivo se utilizó penicilina G sódica en una concentración de 10 mg/L.

Figura 9. Incubación de las muestras a una temperatura de 64 ± 1ºC en baño María, durante tres horas.

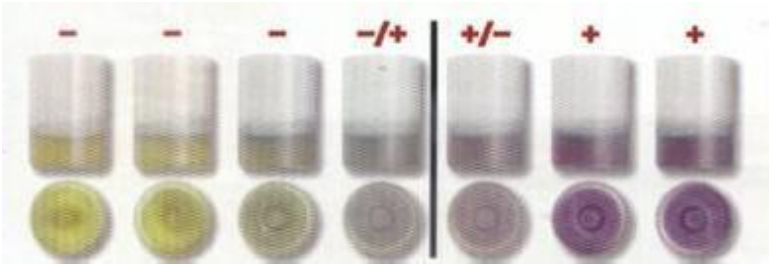

Figura 10. Determinación de residuos de antibióticos tendiendo en cuenta el cambio de color: de púrpura a amarillo indica un resultado negativo, mientras que si no se efectúa ningún cambio en el color, es un resultado positivo (Tomado de COPAN TEST MILK - Laboratorios CHR Hansen).

5. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En total se muestrearon 910 fincas pertenecientes a 23 municipios distribuidos entre Sucre y Córdoba, para un total de 2110 muestras, procedentes de 13 plantas procesadoras, 2 centros de acopio lechero y 5 proveedores del departamento de Sucre.

5.1. Distribución de fincas y muestras por plantas procesadoras, planta higienizadora y procesadora, centros de acopio y proveedores.

Tabla 8. Distribución porcentual general de fincas y muestras por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

TIPO	FINCAS	MUESTRAS
PLANTA PROCESADORA E HIGIENIZADORA	9,67%	17,11%
CENTROS DE ACOPIO	20,11%	25,92%
PLANTAS PROCESADORAS	55,17%	44,08%
PROVEEDORES	14,51%	12,32%
OTROS	0,55%	0,57%
TOTAL	**100%**	**100%**

El número de muestras que tiene cada planta, centro de acopio o cada proveedor nos determina el número de cantinas que recibe cada uno de ellos. Cada cantina tiene una capacidad de 40 Litros de leche, por ende las plantas CILEDCO, Lácteos Sincelejo, Lácteos San francisco y quesera la Unión procesan grandes cantidades de la misma; así mismo, los centros de acopio CODEGAN y COPAGROGAL, y el proveedor IV, distribuyen y envían también grandes cantidades para diferentes destinos (Tabla 11). Por otro lado, se da a conocer que hay empresas que recolectan leche de pocas fincas, pero que

estas son grandes productoras en cuanto a la cantidad de litros de leche se refiere, tal como es el caso de la planta higienizadora y procesadora CILEDCO.

Tabla 9. Distribución porcentual individual de fincas y muestras por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

TIPO	EMPRESA	FINCAS	MUESTRAS
PLANTA PROCESADORA E HIGIENIZADORA	CILEDCO	9,67%	17,11%
CENTROS DE ACOPIO	CODEGAN	16,04%	20,14%
	COOPAGROGAL	4,07%	5,78%
PLANTAS PROCESADORAS	LÁCTEOS SINCELEJO	22,20%	14,55%
	LÁCTEOS SAN FRANCISCO	9,89%	8,39%
	COOLECSA	1,32%	1,75%
	LÁCTEOS COROZAL	4,73%	2,84%
	QUESERA SAMPUÉS I	3,52%	2,46%
	QUESERA SAMPUÉS II	2,09%	1,61%
	QUESERA LA UNIÓN	5,39%	4,65%
	QUESERA LA VICTORIA	0,99%	1,80%
	QUESERA SANTANDER	0,44%	1,56%
	QUESERA LA CARMENCITA	1,10%	0,33%
	QUESERA NECO	2,20%	1,99%
	QUESERA VÍA LÁCTEA	1,32%	2,13%
PROVEEDORES	PROVEEDOR I	2,75%	2,42%
	PROVEEDOR II	4,29%	2,94%
	PROVEEDOR III	2,42%	1,80%
	PROVEEDOR IV	3,30%	3,93%
	PROVEEDOR V	1,76%	1,23%
OTROS	OTROS DESTINOS	0,55%	0,57%
TOTAL		100%	100%

5.2. Distribución de fincas y muestras por Regiones y Municipios.

Tabla 10. Distribución porcentual de fincas y muestras por Regiones (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

REGIONES	FINCAS	MUESTRAS
SABANAS	18,13%	19,00%
MORROSQUILLO	33,08%	39,05%
SAN JORGE	18,90%	17,63%
MOJANA	4,73%	4,36%
DPTO. CÒRDOBA	25,16%	19,95%
TOTAL	**100%**	**100%**

Tabla 11. Distribución porcentual de fincas y muestras por Municipios (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

REGIONES	MUNICIPIOS	FINCAS	MUESTRAS
REGION SABANAS	SAMPUÉS	5,60%	4,03%
	GALERAS	4,84%	6,54%
	SAN PEDRO	4,18%	0,43%
	LOS PALMITOS	1,43%	0,85%
	COROZAL	0,66%	0,95%
	EL ROBLE	0,55%	0,47%
	SINCÉ	0,44%	4,98%
	SINCELEJO	0,33%	0,52%
	BETULIA	0,11%	0,24%
REGION DEL MORROSQUILLO	SAN ONOFRE DE TOROBE	16,04%	20,14%
	SAN ANTONIO DE PALMITO	14,62%	17,68%
	SANTIAGO DE TOLÚ	2,42%	1,23%
REGION DEL SAN JORGE	SAN MARCOS	10,44%	9,01%
	LA UNIÓN	5,28%	4,60%
	SAN BENITO ABAD	2,86%	3,27%
	CAIMITO	0,33%	0,76%
REGION DE LA MOJANA	MAJAGUAL	4,51%	4,17%
	SUCRE-SUCRE	0,22%	0,19%
CÒRDOBA	CHINÚ	13,85%	11,56%
	SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO	9,56%	6,30%
	CIENAGA DE ORO	1,54%	1,75%
	CHIMA	0,11%	0,05%
	SAHAGÚN	0,11%	0,28%
TOTAL		**100%**	**100%**

Se observa entonces, que los municipios de San Onofre, San Antonio de Palmito y San Marcos, así como los municipios de Chinú y San Andrés de Sotavento (Córdoba), son buenos productores de leche, determinado por el número de muestras recolectadas en las fincas. Así mismo, se evidencia la gran influencia que tienen los municipios del departamento Córdoba en cuanto a la venta de leche a varias plantas procesadoras, así como a la planta higienizadora y procesadora del departamento de Sucre.

5.3. Distribución de fincas y muestras positivas.

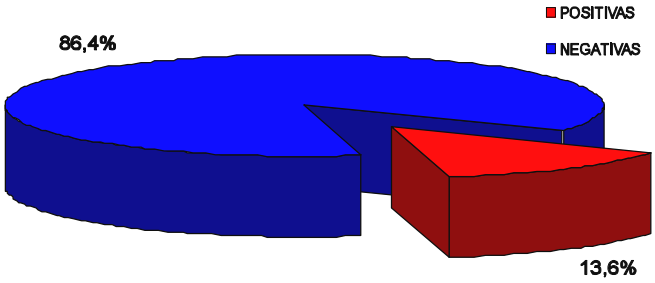

Gráfico 1. Distribución porcentual de fincas positivas y negativas en la determinación de antibióticos (n = 910 fincas = 100%).

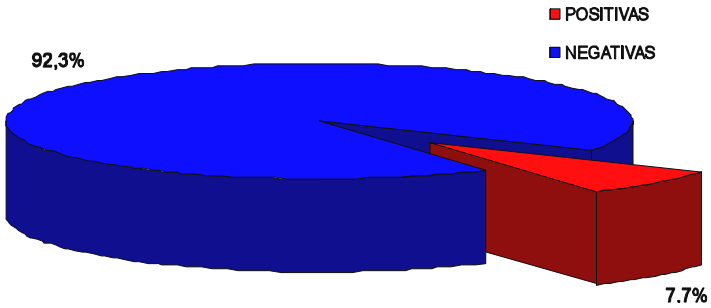

Gráfico 2. Distribución porcentual de muestras positivas y negativas en la determinación de antibióticos (n = 2110 muestras = 100%).

5.4. Distribución de fincas y muestras positivas por plantas procesadoras, planta higienizadora y procesadora, centros de acopio y proveedores.

Tabla 12. Distribución porcentual general de fincas y muestras positivas por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

TIPO	FINCAS	MUESTRAS
PLANTA PROCESADORA E HIGIENIZADORA	0,44%	0,24%
CENTROS DE ACOPIO	1,21%	0,71%
PLANTAS PROCESADORAS	8,79%	4,74%
PROVEEDORES	3,19%	2,04%
OTROS	0,00%	0,00%
TOTAL	**13,64%**	**7,73%**

Tabla 13. Distribución porcentual Individual de fincas y muestras positivas por Planta Procesadora de lácteos, Planta Higienizadora y Procesadora de lácteos, Centros de Acopio y Proveedores (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

TIPO	EMPRESA	FINCAS POSITIVAS	MUESTRAS POSITIVAS
PLANTA PROCESADORA E HIGIENIZADORA	CILEDCO	0,44%	0,24%
CENTRO DE ACOPIO	CODEGAN	0,00%	0,00%
	COOPAGROGAL	1,21%	0,71%
PLANTAS PROCESADORAS	LÁCTEOS SINCELEJO	4,29%	2,28%
	LÁCTEOS SAN FRANCISCO	0,22%	0,10%
	COOLECSA	0,22%	0,10%
	LÁCTEOS COROZAL	0,22%	0,10%
	QUESERA SAMPUÉS I	1,76%	0,95%
	QUESERA SAMPUÉS II	0,55%	0,28%
	QUESERA LA UNIÓN	0,55%	0,38%
	QUESERA LA VICTORIA	0,22%	0,24%
	QUESERA SANTANDER	0,00%	0,00%
	QUESERA LA CARMENCITA	0,00%	0,00%
	QUESERA NECO	0,44%	0,19%
	QUESERA VÍA LÁCTEA	0,33%	0,14%
PROVEEDORES	PROVEEDOR I	1,10%	0,57%
	PROVEEDOR II	0,44%	0,24%
	PROVEEDOR III	0,55%	0,28%
	PROVEEDOR IV	1,10%	0,95%
	PROVEEDOR V	0,00%	0,00%
OTROS	OTROS DESTINOS	0,00%	0,00%
TOTAL		**13,64%**	**7,73%**

Entonces, se evidencia un porcentaje razonable de que muchas de las plantas procesadoras de lácteos, centros de acopio y varios proveedores, están entregando y a la vez procesando leche y comercializando productos lácteos que contienen residuos de antibióticos a nivel de todo el departamento.

5.5. Distribución de fincas y muestras positivas por Regiones y Municipios.

Tabla 14. Distribución porcentual de fincas y muestras positivas por Regiones (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

REGIONES	FINCAS	MUESTRAS
SABANAS	4,84%	2,51%
MORROSQUILLO	0,33%	0,14%
SAN JORGE	4,07%	2,75%
MOJANA	0,00%	0,00%
DPTO. CÒRDOBA	4,40%	2,32%
TOTAL	**13,64%**	**7,73%**

Se observa entonces, que el departamento de Sucre, un gran productor de leche, no está exento de contener residuos de antibióticos o inhibidores bacterianos aplicados a animales enfermos o en otros casos para crecimiento rápido; por lo que las entidades gubernamentales necesitan realizar programas con objetivos claros tendientes a disminuir la presencia de estos residuos en este alimento de alto valor nutritivo, para favorecer un producto de excelente calidad y la de sus subproductos, así como la seguridad en la salud humana.

Tabla 15. Distribución porcentual de fincas y muestras positivas por Municipios (n = 910 fincas = 100%; n = 2110 muestras = 100%).

REGIONES	MUNICIPIOS	FINCAS POSITIVAS	MUESTRAS POSITIVAS
REGION SABANAS	SAMPUÉS	2,31%	1,23%
	GALERAS	1,21%	0,71%
	SAN PEDRO	0,11%	0,05%
	LOS PALMITOS	0,00%	0,00%
	COROZAL	0,11%	0,05%
	EL ROBLE	0,00%	0,00%
	SINCÉ	0,99%	0,43%
	SINCELEJO	0,00%	0,00%
	BETULIA	0,11%	0,05%
REGION DEL MORROSQUILLO	SAN ONOFRE DE TOROBE	0,00%	0,00%
	SAN ANTONIO DE PALMITO	0,33%	0,14%
	SANTIAGO DE TOLÚ	0,00%	0,00%
REGION DEL SAN JORGE	SAN MARCOS	2,53%	1,42%
	LA UNIÓN	0,55%	0,38%
	SAN BENITO ABAD	0,88%	0,85%
	CAIMITO	0,11%	0,10%
REGION DE LA MOJANA	MAJAGUAL	0,00%	0,00%
	SUCRE-SUCRE	0,00%	0,00%
CÒRDOBA	CHINÚ	1,10%	0,52%
	SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO	2,75%	1,56%
	CIENAGA DE ORO	0,55%	0,24%
	CHIMA	0,00%	0,00%
	SAHAGÚN	0,00%	0,00%
TOTAL		**13,64%**	**7,73%**

Por otro lado, este estudio apoya que el empleo de antibióticos como tratamiento y la profilaxis de procesos patológicos sufridos por los animales productores de alimentos, conduce a la presencia de residuos de estas sustancias en los mismos (Rodríguez y Rodríguez, 1995; Magariños, 2000; Rodríguez, 2000; Parra, *et al.*, 2003). Así mismo, este uso indiscriminado de antibióticos para el control de infecciones en el ganado indica que hacen falta controles de calidad y que como consecuencia de ello se favorece la presencia de estos residuos en dicho producto, aumentando las posibilidades

de que las personas ingieran estos residuos químicos, que pueden estar creando problemas de salud pública, así como tecnológicos, económicos y ecológicos (Rodríguez y Rodríguez, op. cit.; Tafur y Ramírez, 1997; Magariños, op. cit.; Rodríguez, op. cit.; Parra, op. cit.; Shitandi & Sternesjo, 2004)

La presencia de residuos de antibióticos en la leche se debe al mal uso de estos medicamentos en ganado lechero, esto es atribuible entre otras razones a las siguientes: algunos productores no respetan el tiempo de retiro, a pesar de que el rotulado del producto lo señala claramente y advierte sobre las precauciones que hay que tener con el mismo y venden leche que contienen residuos de antibióticos. Los productores no consultan al médico veterinario y los productos son adquiridos en los almacenes agropecuarios sin prescripción del profesional. En la mayoría de los casos los productores desconocen la importancia de respetar el tiempo de retiro.

Lo anterior pone de manifiesto que los productores no están respetando los periodos de supresión de cada fármaco, colocando en riesgo al consumidor, que puede ingerir leche contaminada con residuos químicos nocivos para la salud. Esto es más grave considerando que el significativo consumo de leche por segmentos de la población de alto riesgo, como niños y ancianos. Estas observaciones están en concordancia con las formuladas al respecto por otros autores (Kaneene, *et al.*, 1986; McEwen, *et al.*, 1991; Sánchez, 1995; Sinha, 2000; Cotrino[1] y Gaviria[1], 2003; Cotrino, *et al.*, 2003; Parra, 2003; Parra, *et al.*, 2003; FAO, 2004; Errecalde, 2000; Cotrino, *et al.*, 2003; Sánchez, 2004).

Así mismo, la administración simultanea de varios medicamentos a un animal, pueden generar reacciones farmacológicas adversas que ponen en riesgo la vida del mismo y hacen que se altere el tiempo de retiro, el cual puede llegar a ser diferente al previsto en el rotulado para cada medicamento o aún indeterminado (Brady & Katz, 1988; Brouillet, 1992; Cullor, *et al.*, 1992;

Jawetz, *et al.*, 1992; Honkanen & Reybroeck, 1997; Errecalde, 2000; Shitandi & Sternesjo, 2004; Tafur y Ramírez, 2005).

Por lo tanto, tras la administración de antibióticos a un animal productor de leche o de otro tipo de alimento que se destine al consumo humano, es necesario respetar el tiempo de retiro o periodo de supresión antes de utilizarlos, con el fin de que el antibiótico haya sido eliminado totalmente y no queden residuos en el organismo o que estos se encuentren en concentraciones por debajo del límite máximo de residuos (L.M.R.) establecido para medicamento (FIL/IDF, 1991; Magariños, 2000; Rodríguez, 2000; Cotrino, *et al.*, 2003; Díez y Calderón, 2003; FAO, 2004). Por lo tanto, es muy importante acatar las recomendaciones del medico veterinario, al utilizar los medicamentos, o utilizar los mismos de acuerdo a las instrucciones que figuran en el rotulado del producto, tales como indicaciones, contraindicaciones, dosis, vía de administración y tiempo de retiro (FIL/IDF, op. cit.; Magariños, op. cit.; Rodríguez, op. cit.; Cabrera, *et al.*, 2003; Cotrino, op. cit.). Esto nos permitirá poder enviar al mercado leche sin residuos de antibióticos o de conformidad con los niveles máximos de residuos permitidos (Minsalud, 1979; FAO, op. cit.).

Por lo tanto, en necesario destacar la responsabilidad que tienen los ganaderos, industriales, proveedores e importadores, en el suministro de alimentos seguros a la población y el papel del estado, en materia normativa y de acciones de vigilancia y control (FAO, 2004).

Cabe destacar, que muchas de las empresas transformadoras le dan tratamiento térmico a la leche para la fabricación de queso doble crema; en otras tratamientos fermentativos para la elaboración de queso costeño y en otras procesos de pasteurización (Tabla 7). Sin embargo, es un grave error por parte de muchas empresas procesadoras el creer que estos inhibidores desaparecen con dichos tratamientos, ya que estos en la leche contaminada

no desaparecen totalmente ni con tratamientos térmicos ni con fermentaciones, por lo que si se elaboran productos lácteos con este tipo de leche, los consumidores estaremos ingiriendo residuos de medicamentos (FIL/IDF, 1991; Magariños, 2000; Litterio, *et al.*, 2003; Rodríguez, 2000; Parra, 2003; Parra, *et al.*, 2003).

Así mismo, el destino de los diferentes productos y subproductos lácteos no solo tiene influencia a nivel departamental, sino también a nivel regional y nacional, debido a que muchos de los productos son vendidos fuera del departamento, sobre todo en el interior del país.

Tabla 16. Tratamiento aplicado a la leche cruda por las empresas transformadoras. En los proveedores y el centro de acopio COOPAGROGAL no se les da ningún tratamiento, solo se encargan de recolectar y repartir la leche a diferentes plantas procesadoras.

EMPRESA	TRATAMIENTO APLICADO A LA LECHE	PRODUCTOS
CILEDCO	Pasterización, Enfriamiento.	Leche en bolsa, Queso doble crema, yogurt.
COOLECSA	Térmico.	Queso doble crema, Suero.
LÁCTEOS SINCELEJO	Térmico.	Queso doble crema, Suero.
LÁCTEOS SAN FRANCISCO	Térmico.	Queso doble crema, Suero.
QUESERA SAMPUÉS I	Fermentativo.	Queso costeño.
QUESERA SAMPUÉS II	Fermentativo.	Queso costeño.
LÁCTEOS COROZAL	Térmico.	Queso doble crema, Suero, yogurt.
QUESERA LA UNIÓN	Fermentativo.	Queso costeño.
QUESERA LA VICTORIA	Térmico.	Queso doble crema.
QUESERA LA CARMENCITA	Fermentativo.	Queso costeño.
QUESERA SANTANDER	Fermentativo.	Queso costeño.
QUESERA NECO	Fermentativo.	Queso costeño.
QUESERA VÍA LÁCTEA	Fermentativo.	Queso costeño.
CENTRO DE ACOPIO		
CODEGAN	Enfriamiento.	
COOPRAGOGAL	Conservativo	

Actualmente se dispone de métodos rápidos de detección de antibióticos en la leche. Estos métodos también pueden ser utilizados a nivel de las granjas por los ganaderos, o los veterinarios que atiendan las explotaciones (Rodríguez, 2000). Sin embargo, en ninguna de las empresas en donde se realizó el estudio cuentan con metodologías específicas para detectar algún tipo de antibiótico o inhibidor microbiano, haciéndolas vulnerables para que compren, procesen y vendan leche y productos lácteos con residuos de antibióticos.

Los residuos presentes en la leche o en cualquier producto derivado, constituyen un factor de riesgo que con el tiempo puede desencadenar problemas de salud pública (toxicidad, alérgicos, resistencia bacteriana y cambios en la flora intestinal), problemas tecnológicos (impiden o retardan el desarrollo de las bacterias lácticas) y problemas ecológicos (afectan a los individuos que comparten el mismo ambiente) (Rolland, *et al.*, 1985; Levy, 1987; Dewdney, *et al.*, 1991; Jawetz, *et al.*, 1992; Sánchez, 1995; FAO, 1996; Levy, 1997; Stuart, 1998; Hillerton, *et al.*, 1999; Cabello, 2003; FAO, 2000; Martínez, 2001; Rodríguez, 2000; Calvinho, 2003; Cotrino, *et al.*, 2003; Díez y Calderón, 2003; Parra, *et al.*, 2003; FAO, 2004; Sánchez, 2004).

La presencia de residuos de medicamentos en la leche cruda debería ser castigada en forma muy drástica, hasta el punto de hacerlos responsables de toda la leche que se contamine al hacer la mezcla en los grandes tanques de transportes y/o almacenamiento. Por lo tanto, se debe insistir en la necesidad de utilizar únicamente medicamentos para vacas en lactancia a las dosis indicadas y respetando el periodo de retiro (Minsalud, 1979; The Copenhagen Recommendations, 1998; Cotrino, 2002.; Cotrino, *et al.*, 2003; Castaño y Becerra, 2004; Sánchez, 2004).

Cuando los animales estén sometidos a un tratamiento, la leche ordeñada de estos animales se debe separar de la leche procedente del resto de animales no tratados hasta que se sepa con certeza que se puede consumir, sin que existan restos de inhibidores (Minsalud, 1979; The Copenhagen

Recommendations, 1998; Rodríguez, 2000; Wolter, *et al.*, 2000; Cotrino, 2002; Cotrino, *et al.*, 2003; DAMA, 2003; Sánchez, 2004).

Algunos ganaderos erróneamente estiman que la dilución de leche procedente de vacas tratadas con antibióticos, con leche procedente de animales sanos elimina la posibilidad de la detección de residuos de antibióticos en al leche mezclada, sin embargo Errecalde (2000), asegura que la leche de un animal tratado con dosis altas de penicilina sin que se respeten los períodos de retirada, es capaz de contaminar la leche proveniente de más de 2500 animales. Así mismo, 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 (Parra, *et al.*, 2003). Entonces, lo conveniente no es confiar en que la leche con antibióticos "se diluye", sino que se deben respetar minuciosamente los períodos de retirada.

Una estrategia para el control de residuos de antibióticos en las fincas pasa por la concienciación de los productores y la colaboración entre ganaderos e industrias, para conseguir acuerdos económicos que permitan beneficiar a las industrias y a los productores (Rodríguez, 2000). En este contexto, cuando una leche reúne las características básicas de calidad e inocuidad, debe ser pagada a un precio estándar, si sobrepasa los requisitos en un sentido positivo se pagaría una bonificación extra, pero si está por debajo de ellos, es castigada con un precio menor y en muchos casos puede ser rechazada totalmente (Wolter, *et al.*, 2000; Cabrera, *et al.*, 2003; DAMA, 2003).

Es importante resaltar que por encima de las consecuencias negativas sobre la economía, las personas dedicadas a la producción de leche tienen que estar sensibilizadas sobre los perjuicios sanitarios que acarrea al consumir la leche o productos lácteos con residuos de inhibidores. No se debe permitir que la leche procedente de animales tratados pase al circuito comercial y evitar consecuencias negativas para la salud de los humanos o en la manufactura del producto (Minsalud, 1979; Cotrino, *et al.*, 2003; FAO, 2004).

CONCLUSIONES

- Se resalta que en el departamento de Sucre los productores, los proveedores, los centros de acopio y las plantas procesadoras están comprando, procesando y vendiendo leche con inhibidores bacterianos o antibióticos, colocando en riesgo la salud humana sobre todo en la población infantil y anciana.

- No existe a nivel de productores, proveedores ni procesadores ni centros de acopio controles para la detección de residuos de antibióticos en leche cruda.

- No existen a este respecto exigencias por parte de las autoridades sanitarias.

- No se respetan los tiempos de retiro de los antibióticos en los animales tratados.

- No existen programas para la vigilancia del buen uso de los medicamentos veterinarios en las fincas.

- Los antibióticos son vendidos en los almacenes agropecuarios sin la prescripción del médico veterinario.

- En nuestro país, no se cuenta con legislación nacional sobre criterios y limites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. Actualmente se consideran oficiales los L.M.R. establecidos por

el Codex Alimentarius de la FAO y la Organización Mundial de la Salud OMS.

- Se están comercializando productos lácteos procedentes de leche sin higienizar, por lo tanto que los residuos de antibióticos se presente igualmente en los productos obtenidos.

- El destino de los diferentes productos y subproductos lácteos no solo tienen influencia a nivel departamental, sino también a nivel regional y nacional, debido a que muchos de los productos son vendidos fuera del departamento.

- La leche procedente de Córdoba comprada y tratada por algunas empresas del departamento de Sucre, presenta un gran número de casos positivos con lo referente a la presencia de antibióticos.

- Las regiones de la Sabana y San Jorge son las que presentan el mayor número de casos positivos en cuanto a la presencia de residuos de antibióticos.

- Los municipios de San Andrés de Sotavento y Chinú (Córdoba), así como San Marcos, Sampués, San Benito Abad, Galeras y otros del departamento de Sucre, presentan gran cantidad de casos positivos con respecto a la presencia de antibióticos en leche cruda.

RECOMENDACIONES

- Las entidades gubernamentales ICA – SUCRE y DASSSALUD, deben establecer programas de aseguramiento de calidad e inocuidad orientados a la utilización racional y prudente de los antibióticos en las ganaderías, con el fin de lograr la obtención de leche sin residuos de antibióticos, óptima para la higienización y la elaboración de productos destinados al consumo humano.

- Se deben realizar seguimientos periódicos en las plantas procesadoras de lácteos con el fin de disminuir al máximo la presencia de estos inhibidores en este producto de primer orden y así tomar medidas estrictas necesarias para un control efectivo.

- Las plantas procesadoras de lácteos deben implementar mecanismos sencillos y prácticos para determinar la presencia de estos inhibidores en la leche y de otro tipo de sustancias nocivas para la salud en dicho producto.

- Se necesitan realizar estudios detallados acerca de los grupos de antibióticos que más se encuentran presentes en la leche de vaca, así como de su concentración a través de técnicas analíticas confirmatorias mas especificas.

- Se necesita la realización de estudios complementarios acerca de otro tipo de residuos (plaguicidas, herbicidas y metales entre otros) en la leche de vaca.

- Es necesario realizar estudios complementarios con el propósito de determinar la relación causa-efecto de los residuos de medicamentos veterinarios sobre la salud del consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, G.; González, J.; y Meléndez, F. (2001). Ganadería Intensiva, 1ª edición. Editor Ángel Comunicaciones, División Agro. Colombia. En: www.ganaderiaintensiva.com

Alais, C. (1985). Ciencia de la leche, Principios de Técnica lechera. Editorial Reverté, S. A. Barcelona, España.

Althaus, R.; Molina, P.; Rodriguez, M. & Fernandez, N. (2001). Lactoperoxidase system in dairy ewe milk: Analysis time and lactation stage influence on lactoperoxidase system components in dairy ewe milk. J. Dairy Sci. 84:1829–1835. En: Molina, M.; Althaus, R.; Balasch, S.; Torres, A.; Peris, C. & Fernandez, N. (2003). Evaluation of Screening Test for Detection of Antimicrobial Residues in Ewe Milk. Spain. J. Dairy Sci. 86:1947–1952.

Althaus, R.; Torres, A.; Montero, A.; Balasch, S. & Molina, P. (2003). Detection Limits of Antimicrobials in Ewe Milk by Delvotest Photometric Measurements. *J. Dairy Sci. 86:457-463.*

Arango, L. (1989). La ganadería de Doble Propósito, Estudio del caso Colombiano. Conferencia N° 4. En: Arango, L.; Charry, A.; y Vera, R. (1989). Panorama de la Ganadería de Doble Propósito en la América Tropical, 1ª edición. ICA – CIAT. Santa fe de Bogota, Colombia.

Brady, M. & Katz, E. (1988). Antibiotic/antimicrobial residues in milk. *J. Food Prot. 51:8–11.* En: Althaus, R.; Torres, A.; Montero, A.; Balasch, S. & Molina,

P. (2003). Detection Limits of Antimicrobials in Ewe Milk by Delvotest Photometric Measurements. *J. Dairy Sci. 86:457-463.*

Brouillet, P. (1992). Les résidues inhibiteurs dans le lait vache a la production. GTV 92-4. En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva- Colombia.

Cabello, L. (2003). OMS recomienda reducción de antibióticos en animales. En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva- Colombia.

Cabrera, M.; Villa, J.; Murillo, G. y Suárez, L. (2003). Como obtener leche de buena calidad. Corpoica Regional Dos, Departamento de Sistemas. Antioquia, Colombia.

Calvinho, L. (2003). ¿ Cómo producir leche sana ?. Contaminantes en leche. En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva- Colombia.

Castaño, M. y Becerra, J. (2004). Manejo eficiente de la vaca en producción dentro del Sistema Doble Propósito (SDP). CORPOICA, Ecorregión Caribe. Colombia.

Cotrino, V. (2002). Ningún proceso tecnológico mejora la calidad de la leche, únicamente la conserva. 2º Congreso Panamericano de "Calidad de la Leche y Control de la Mastitis". Brasil. En: www.lmvltda.com

Cotrino, V. (2004). La Calidad de la Leche cruda y el Tratado de Libre Comercio. LMV Ltda. En: www.lmvltda.com

Cotrino[1], V. y Gaviria[1], B. (2003). Algunas Reflexiones sobre la Calidad de la Leche en Colombia. LMV Ltda. En: www.lmvltda.com

Cotrino[2], V. y Gaviria[2], B. (2003). Como se Determina la Calidad Microbiológica de la Leche Cruda. LMV Ltda. En: www.lmvltda.com

Cotrino, V.; Gaviria, B. y Espindola, E. (2003). Los antibióticos: recurso no renovable. Carta Fedegan, Edición N° 81. En: www.fedegan.org.co

Crosby, N. (1991). Current trends in agricultural practice. En: Ellis Horwood (Ed.). Determination of Veterinary Residues in Food. Ellis Horwood Limited, England 1991; 15-36.

Cullor, J.; Van Eenennaam, A.; Dellinger, J.; Perani, L.; Smith, W. & Jensen, L. (1992). Antibiotic residue assays: can they be used to test milk from individual cows? Vet. Med. 87: 477–494. En: Hillerton, J.; Halley, B.; Neaves, P. & Rose, M. (1999). Detection of antimicrobial substances in individual cow and quarter milk samples using Delvotest microbial inhibitor tests. *J Dairy Sci. Apr;82(4):704-711.*

Cullor, J. (1997). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 16 (2), 472-481*. En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control.

CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva-Colombia.

Davis, R. (1991). La vaca lechera: Su cuidado y su explotación, 15ª reimpresión. Editorial Limusa, S. A. de C. V. México.

Departamento Administrativo de Seguridad Social en Salud de Sucre "DASSSALUD - Sucre". Sincelejo – Colombia.

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente "DAMA". (2003). ¿Como Producir leche de Buena Calidad ?. Alcaldía Mayor de Bogota, D. C. Colombia.

Dewdney, J.; Maes, L.; Raynaud J.; Blanc, F.; Scheid J.; Jackson, T.; Lens, S.; & Verschueren, C. (1991). Risk assessment of antibiotic residues of beta-lactams and macrolides in food products with regard to their immuno-allergic potential. *Food Chem Toxicol. Jul;29(7):477-83.* En: www.ncbi.nlm.nih.gov

Díez, P. y Calderón, V. (2003). Empleo de antibióticos en veterinaria. Centro Nacional de Alimentación, Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España. En: www.seq.es

Errecalde, J. (2000). Utilización de nuevos antibióticos y otras drogas para eliminar infecciones durante la lactancia y periodo seco. Academia Americana de Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Federación Nacional de ganaderos "FEDEGAN". (2003). www.fedegan.org.co

Fedorka-Cray, P.; Dargatz, D.; Wells, S.. *y col.* (1998). Impact of antimicrobic use in veterinary medicine. Journal American Veterinary Medicine Association. 213: 12: 1739 – 1741. En: Ruiz, J.; Ramírez, N. y Arroyave, O. (2001).

Determinación de concentraciones inhibitorias mínimas a algunos antibióticos de las bacterias aisladas de glándula mamaria bovina en San Pedro de los Milagros (Antioquia). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia.

Gaetano, P. (2003). Manual para Educación Agropecuaria. Taller de Leche, 7ª reimpresión. Área: Industrias Rurales 31. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México.

Gilbertson, T.; Mejeur, R.; Yein, F.; & Jaglan, P. (1995). Modified microbiological method for the screening of antibiotics in milk. *J Dairy Sci. May; 78 (5): 1032-1038.*

Grupo Latino Ltda. (2003). Volvamos al Campo, Tomo: Lácteos y Derivados. Impresión Copilito Limitada. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Halling-Sorensen, B.; Jensen, J.; Tjornelund, J. & Montforts, M. (2001). Worst-case estimations of predicted environmental soil concentrations (PEC) of selected veterinary antibiotics and residues used in Danish agriculture. In. *Pharmaceuticals in the environment: sources fate, effects and risks.* Kümmerer, K. [ed.]. Springer Verlag. London. En: Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prct. Feb;67(2):399-402.*

Heberer, T. (2002). Occurence, fate & removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicology Letters*, 131, 5-17. En: Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prot. Feb;67(2):399-402.*

Hillerton, J.; Halley, B.; Neaves, P. & Rose, M. (1999). Detection of antimicrobial substances in individual cow and quarter milk samples using Delvotest microbial inhibitor tests. *J Dairy Sci. Apr;82(4):704-711.*

Hirsch, R.; Ternes, T.; Haberer, K. & Kratz, L. (1999). Occurence of antibiotics in the aquatic environment. *The Science of the Total Environment.* 225, 109-118. En: Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prot. Feb;67(2):399-402.*

Honkanen-Buzalski, T. & Reybroeck, W. (1997). Antimicrobials. In Residues of antimicrobial drugs and other inhibitors in milk. International Dairy Federation, Brussels, Belgium; ref. S.I. 9701, pp. 26-34.

Hummel, R.; Tschape, H. & Witte, W. (1986). Spread of plasmid mediated noursethricin resistance in connectin with antibiotic use in animal husbandry. J Basic Microbiol 1986; 26: 461-466.

ICONTEC. (2004), Norma Técnica Colombiana sobre leche Ultrapasteurizada, UAT-UHT.

Instituto Colombiano Agropecuario Seccional Sucre "ICA - Sucre". Sincelejo – Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario "ICA". (2002). La prevención de los residuos de medicamentos veterinarios es responsabilidad de todos. Bogota - Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario "ICA". (2004). Video "De la finca a la mesa, inocuidad en la producción de leche".

International Dairy Federation "FIL/IDF". (1991). Detection and confirmation of inhibitors in Milk and Milk Products. IDF Bulletin Nº 258. Brussels, Belgium.

Jawetz, E.; Melnick, J.; Adelberg, E.; Brooks, G.; Butel, J. & Ornston, L. (1992). Microbiología Medica de Jawetz, Melnick & Adelberg, 14ª edición. Editorial El Manual Moderno, S. A. de C. V. México.

JECFA. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. En: www.fao.org

Jevinova, P.; Dudrikova, E.; Sokol, J.; Nagy, J.; Mate, D.; Pipova, M. & Cabadaj, R. (2003). Determination of oxytetracycline residues in milk with the use of HPLC method and two microbial inhibition assays. Slovakia. *Bull. Vet. Inst. Pulawy 47, 211-216*.

Kaneene, J.; Coe, P.; Smith, J.; Rapnicki, P.; Smith, C.; Gerloff, B.; & Morrow, D. (1986). Drug residues in milk after intrauterine injection of oxytetracycline, lincomycin-spectinomycin, and povidone-iodine in cows with metritis. Am J Vet Res. Jun; 47 (6):1363-5. En: www.ncbi.nlm.nih.gov

Kolpin, W.; Furlong, T.; Meyer, T.; Thurman, M. & Zaugg, D. (2002). Pharmaceuticals, Hormones, and Other Organic Wastewater Contaminants in U.S. Streams, 1999-2000: A National Reconnaissance: *Environmental Science & Technology*, 36, 6, 1202-1211. En: Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prot. Feb;67(2):399-402*.

Krainock, R. (1991). Prolonged milk residue in two cows after subcutaneous injections of penicillin at an extra-label dose. J Am Vet Med Assoc. Mar 1;198(5):862-3. En: www.ncbi.nlm.nih.gov

Laboratorios CHR Hansen, S. A. (2004). En: www.Chr-Hansen.com

Levy, S. (1987). Antibiotic use for growth promotion in animals: Ecologic and public health consequences. Journal Food Protection; 50 (7): 616-620.

Levy, S. (1997). Antibiotic disruption of microbial ecology. Report and Proceedings of a WHO Meeting. Berlin, Germany. pp.115 – 118. En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva-Colombia.

Litterio, N.; Fernandez, H.; Zogbi, A.; Boggio, J. y Tarabla, H. (2003). Validación de un test cualitativo de inhibición microbiológico para la detección de tilosina en muestras individuales de leche bovina, Resumen. XXIV Congreso Argentino de Química, Santa Fe. Argentina.

Magariños, H. (2000). Producción Higiénica de la Leche Cruda. Una Guía para la Pequeña y Mediana Empresa. Proyecto Multinacional de Metrología, Normalización, Acreditación y Calidad, de la OEA. Producción y Servicios Incorporados S.A. Guatemala.

Martínez, L. (2001). La Calidad Paga: Producción de Leche de Calidad Sanitaria. III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. Filtración Productiva, S.A. de C. V. México.

Maturin, L. (1998). Inhibitory Substances in Milk, Bacteriological Analytical Manual, 8th Edition, Revision A, 1998. Chapter 20A. En: www.cfsan.fda.gov

McEwen, S.; Black, W. & Meek, A. (1991). Antibiotic residue prevention methods, farm management, and occurrence of antibiotic residues in milk. *J. Dairy Sci. 74: 2128-2137.*

McEwen, S. & Mc Nab, W. (1997). Contaminantes no bióticos en alimentos de origen animal. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 16 (2), 684-693.* En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva-Colombia.

Miller, W. (1989). Nutrición y alimentación de ganado vacuno lechero. Editorial Acribia, S. A. España.

Ministerio de Salud -Minsalud-. (1979). Ley 9 de 1979, Titulo V: Alimentos. De la leche y sus derivados. Republica de Colombia.

Molina, M.; Althaus, R.; Balasch, S.; Torres, A.; Peris, C. & Fernandez, N. (2003). Evaluation of Screening Test for Detection of Antimicrobial Residues in Ewe Milk. Spain. J. Dairy Sci. 86:1947–1952.

Moretain, J. & Boisseau, J. (1984). Excretion of penicillins in bovine milk following intramuscular administration. *Food Addit Contam. Oct-Dec;1(4):349-358.* En: www.ncbi.nlm.nih.gov

Mourot, D. & Loussourorn, S. (1981). Sensibilité des ferments lactiques aux antibiotics utilisés en médecine vétérinaire. *Rec. Med. Vét. 157:175–177.* En: Althaus, R.; Torres, A.; Montero, A.; Balasch, S. & Molina, P. (2003). Detection Limits of Antimicrobials in Ewe Milk by Delvotest Photometric Measurements. *J. Dairy Sci. 86:457-463.*

Muñiz, J. (2000). Importancia de la agitación de la leche de tanque antes de la toma de muestras. Revista Técnica Frisona Internet. En: www.frisona.com

Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. En: www.cipav.org.co

Nouws, J.; Loeffen, G.; Schouten, J.; Van Egmond, H.; Keukens, H. & Stegeman, H. (1998). Testing of Raw Milk for Tetracycline Residues. Netherlands. *J Dairy Sci 81:2341–2345*.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "FAO". (1996). Producción de alimentos e impacto ambiental. En: Documentos técnicos de referencia. FAO, Roma - Italia.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "FAO". (2000). Calidad e inocuidad de los alimentos. Roma - Italia. En: www.fao.org

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "FAO". (2004). Taller Nacional sobre los criterios del Codex para el Establecimiento de Limites Máximos Permitidos para Aditivos, Contaminantes y Residuos de Plaguicidas y Medicamentos de uso Veterinario en Alimentos. Proyecto TCP/RLA/2904: Fortalecimiento de la Gestión de los Comités Nacionales del Codex Alimentarius en los Países Andinos. Ministerio de la Protección Social. Republica de Colombia. En: www.fao.org

Ouderkirk, L. (1977). Detection of residual penicillins in milk by using a Bacillus stearothermophilus disk assay. *J Assoc Off Anal Chem. Sep;60 (5): 1116-1118.* En: www.ncbi.nlm.nih.gov

Pardo, M. y Almanza, F. (2003). Guía de procesos para la elaboración de productos lácteos. Ciencia y Tecnología. Convenio Andrés Bello. Santa fe Bogotá, Colombia.

Parra, M. (2003). Determinación de residuos de antibióticos y pesticidas en leche cruda, para diseñar estrategias encaminadas a la producción de leche limpia en explotaciones ganaderas de doble propósito de pequeños productores del departamento del Huila. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva- Colombia.

Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva- Colombia.

Popelka, P.; Nagy, J.; Popelka, P.; Marcinčák, S.; Różanska, H. And Sokol, J. (2004). Comparison of sensitivity of various screening assays and Liquid Chromatography Technique for penicillin residue detection in milk. *Bull Vet Inst Pulawy 48, 273-276.*

Prieto, E.; Espitia, A.; y Díaz, J. (2004). Aumente su producción de leche y terneros mediante el manejo del amamantamiento. CORPOICA, Ecorregión Caribe. Colombia.

Reybroeck, W.; Ooghe, S. & Grijspeerdt, K. (2002). First results of the validation of the Copan Milk Test (CMT) for detection of residues of Antibiotics and Sulphonamides in milk. Department Animal Product Quality and Transformation Technology, Agricultural Research Centre – Ghent. Belgium.

Rodríguez, D. y Rodríguez, C. (1995). Residuos de antibióticos en leche: Determinación de Cloranfenicol y Estreptomicina. Asociación de Alumnos y

Master en Salud Pública de Galicia. Apuntes de Salud Pública. Editorial Instituto Gallego de Salud Pública. España.

Rodríguez, E. (2000). Leche e inhibidores. Revista Técnica Frisona Internet. En: www.frisona.com

Rodríguez, M. (2002). Manual Técnico de Derivados Lácteos I, 1ª edición. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNAD. Editrial UNAD. Santa fé de Bogotá, D. C.

Roldán, D., Tejada, M. y Salazar, M. (2004). La cadena Láctea en Colombia. Observatorio de Agrocadenas Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Santa fe de Bogotá, Colombia. En: www.agrocadenas.gov.co

Rolland, R.; Hausfater, G.; Marshall, B. & Levy, S. (1985). Increased frequency of antibiotic resistant gut flora in wild babbons in contact with human refuse. Appl Environ Microbiol 1985; 49: 791-794.

Ruegg, P. (2001). Secreción de Leche y Estándares de Calidad. Universidad de Wisconsin, Madison, USA.

Sánchez, G. (1995). Residuos de fármacos antimicrobianos en alimentos de origen animal. Problemática General. Revisión de Literatura – Salud Pública. Revista ACOVEZ. Santa fé de Bogotá – Colombia.

Sánchez, G. (2004). Perspectivas de la resistencia bacteriana a los antibióticos. ¿Una nueva barrera a la globalización? LMV Ltda. En: www.lmvltda.com

Santos, A. (1998). La Leche y sus Derivados. Editorial Trillas. México.

Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prot. Feb;67(2):399-402.*

Sinha, O. (2000). Producción de Leche Limpia y Servicios de Apoyo. En: Bennett, A.; Draayer, J.; Dugdill, B.; Lambert, J.; y Thapa, T. (2001). Informe sobre la conferencia electrónica de FAO, "Acopio y Procesamiento de Leche en Pequeña Escala en Países en Desarrollo". Servicio de Producción Animal. Dirección de Producción y Sanidad Animal. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. En: www.fao.org

Strauch, D. (1987). Residues of Veterinary Drugs, Feed Additives and Environmental Chemicals. In: *Animal Production and Environmental Health.* Elsevier Science Publishers. En: Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prot. Feb;67(2):399-402.*

Stuart, B. (1998). La resistencia contra los antibióticos. Investigación y Ciencia. Mayo: 14 – 21. En: Ruiz, J.; Ramírez, N. y Arroyave, O. (2001). Determinación de concentraciones inhibitorias mínimas a algunos antibióticos de las bacterias aisladas de glándula mamaria bovina en San Pedro de los Milagros (Antioquia). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia.

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. Revista ACOVEZ. Santa fé de Bogotá – Colombia.

Tafur, M. (2005). Seminario Medidas Fito y Zoonanitarias para el comercio de Productos Agropecuarios. Convenio SENA – SAC. Produmedios, Productos

Editoriales y audiovisuales. Gobernación de Sucre, Sincelejo – Sucre. Colombia.

Test Eclipse. (2003). Detección de antibióticos e inhibidores en leche. Productos lácteos. Kits para detección de diferentes analitos en leche y derivados lácteos. En: www.insulab.es

The Copenhagen Recommendations. (1998). Report from the invitational EU conference on The Microbial Threat. Copenhagen, Denmark. En:

Unidad Regional de Planificación Agropecuaria "URPA". (2004). Secretaría de Desarrollo Económico y del Medio Ambiente. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobernación de Sucre. Colombia.

Vallejo, M. (1993). Residualidad de los plaguicidas en alimentos. Toxicología y seguridad de los alimentos. Primera edición. Fondo Nacional Universitario. Santa fé de Bogotá. En: Parra, M.; Peláez, L.; Londoño, J.; Pérez, N.; y Rengifo, R. (2003). Los residuos de medicamentos en la leche Problemática y Estrategias para su control. CORPOICA – PRONATTA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Neiva- Colombia.

Villamizar, J. (1989). Prioridades estructurales para el desarrollo de la industria Láctea en el trópico bajo. Conferencia N° 2. En: Arango, L.; Charry, A.; y Vera, R. (1989). Panorama de la Ganadería de Doble Propósito en la América Tropical, 1ª edición. ICA – CIAT. Santa fe de Bogota, Colombia.

Wolter, W.; Castañeda, V.; Kloppert, B.; y Zschoeck, M. (2000). La Mastitis Bovina. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Dpto. de Salud Publica. México.

Zuccato, E.; Calamari, D.; Natangelo, M. & Fanelli, R. (2000). Presence of therapeutic drugs in the environment. *The Lancet*. 355. 1789-1790. En: Shitandi, A. & Sternesjo, A. (2004). Factors contributing to the occurrence of antimicrobial drug residues in Kenyan milk. *J Food Prot. Feb;67(2):399-402*.

ANEXOS

Anexo 1.

Tabla. Resultados de Análisis de Determinación de Residuos de Antibióticos

Fecha _____ Planta Procesadora _____ Ruta _____

Nombre Del Productor	Finca	Vereda	Municipio	Nº Cantinas	Nº Muestras	Resultado Antibióticos	
						POS (+)	NEG (-)

Anexo 2.

Tabla 1. Distribución porcentual de fincas por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios (n = 910 = 100%).

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	C_1	C_2	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	O	**TOTAL**
Betulia		0,11																				**0,11**
Caimito	0,22							0,11														**0,33**
Chima*				0,11																		**0,11**
Chinú*	1,65		10,99	0,99		0,11															0,11	**13,85**
Cienaga de Oro*			1,54																			**1,54**
Corozal		0,44					0,22															**0,66**
El Roble	0,55																					**0,55**
Galeras	0,11	0,44													4,07						0,22	**4,84**
La Unión								5,27														**5,27**
Los Palmitos							1,43															**1,43**
Majagual										0,44	1,10								1,21	1,76		**4,51**
Sahagún*	0,11																					**0,11**
Sampués			0,11		3,52	1,98																**5,60**
San Andrés de Sotavento*			9,56																			**9,56**
San Antonio de Palmito	5,82			8,79																		**14,62**
San Benito Abad	0,88															0,11		0,11	1,76			**2,86**
San Marcos									0,99							2,64	4,29	2,31	0,11		0,11	**10,44**
San Onofre de Torobe														16,04								**16,04**
San Pedro							0,66					2,20	1,32									**4,18**
Santiago de Tolú							2,42															**2,42**
Sincé	0,22	0,22																				**0,44**
Sincelejo	0,11	0,11																			0,11	**0,33**
Sucre-Sucre																			0,22			**0,22**
TOTAL	**9,67**	**1,32**	**22,2**	**9,89**	**3,52**	**2,09**	**4,73**	**5,38**	**0,99**	**0,44**	**1,10**	**2,20**	**1,32**	**16,04**	**4,07**	**2,75**	**4,29**	**2,42**	**3,30**	**1,76**	**0,55**	**100,00**

P_1: CILEDCO; P_2: Coolecsa; P_3: Lácteos Sincelejo; P_4: Lácteos San Francisco; P_5: Quesera Sampués I; P_6: Quesera Sampués II; P_7: Lácteos Corozal; P_8: Quesera La Unión; P_9: Quesera La Victoria; P_{10}: Quesera Carmencita; P_{11}: Quesera Santander; P_{12}: Quesera Neco; P_{13}: Quesera Vía Láctea; C_1: Centro De Acopio

CODEGAN; C_2: Centro De Acopio COOPAGROGAL; D_1: Proveedor I; D_2: Proveedor II; D_3: Proveedor III; D_4: Proveedor IV; D_5: Proveedor V; O: Otros. (*) Departamento De Córdoba.

Anexo 2.

Tabla 2. Distribución porcentual de muestras por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios (n = 2110 = 100%).

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	C_1	C_2	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	O	**TOTAL**
Betulia		0,24																				**0,24**
Caimito	0,71							0,05														**0,76**
Chima*				0,05																		**0,05**
Chinú*	3,79		6,49	1,14		0,05															0,09	**11,56**
Cienaga de Oro*			1,75																			**1,75**
Corozal		0,62					0,33															**0,95**
El Roble	0,47																					**0,47**
Galeras	0,05	0,47													5,78						0,24	**6,54**
La Unión								4,60														**4,60**
Los Palmitos							0,85															**0,85**
Majagual										0,33	1,56								1,04	1,23		**4,17**
Sahagún*	0,28																					**0,28**
Sampués					2,46	1,56																**4,03**
San Andrés de Sotavento*			6,30																			**6,30**
San Antonio de Palmito	10,47			7,20																		**17,68**
San Benito Abad	0,43															0,09		0,14	2,61			**3,27**
San Marcos									1,80							2,32	2,94	1,66	0,09		0,19	**9,00**
San Onofre de Torobe														20,14								**20,14**
San Pedro							0,43															**0,43**
Santiago de Tolú							1,23															**1,23**
Sincé	0,62	0,24										1,99	2,13									**4,98**
Sincelejo	0,28	0,19																			0,05	**0,52**
Sucre-Sucre																			0,19			**0,19**
TOTAL	**17,11**	**1,75**	**14,55**	**8,39**	**2,46**	**1,61**	**2,84**	**4,64**	**1,80**	**0,33**	**1,56**	**1,99**	**2,13**	**20,14**	**5,78**	**2,42**	**2,94**	**1,80**	**3,93**	**1,23**	**0,57**	**100,00**

Anexo 2.

Tabla 3. Distribución porcentual de fincas positivas a antibióticos por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios (n = 910 = 100%).

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	C_1	C_2	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	O	**TOTAL**
Betulia		0,11																				**0,11**
Caimito	0,11																					**0,11**
Chima*																						**0,00**
Chinú*			0,99	0,11																		**1,10**
Cienaga de Oro*			0,55																			**0,55**
Corozal							0,11															**0,11**
El Roble																						**0,00**
Galeras															1,21							**1,21**
La Unión								0,55														**0,55**
Los Palmitos																						**0,00**
Majagual																						**0,00**
Sahagún*																						**0,00**
Sampués					1,76	0,55																**2,31**
San Andrés de Sotavento*			2,75																			**2,75**
San Antonio de Palmito	0,22			0,11																		**0,33**
San Benito Abad																			0,88			**0,88**
San Marcos									0,22							1,10	0,44	0,55	0,22			**2,53**
San Onofre de Torobe																						**0,00**
San Pedro							0,11															**0,11**
Santiago de Tolú																						**0,00**
Sincé	0,11	0,11										0,44	0,33									**0,99**
Sincelejo																						**0,00**
Sucre-Sucre																						**0,00**

TOTAL	**0,44**	**0,22**	**4,29**	**0,22**	**1,76**	**0,55**	**0,22**	**0,55**	**0,22**	**0,00**	**0,00**	**0,44**	**0,33**	**0,00**	**1,21**	**1,10**	**0,44**	**0,55**	**1,10**	**0,00**	**0,00**	**13,63**

Anexo 2.

Tabla 4. Distribución porcentual de muestras positivas a antibióticos por Plantas Procesadoras, Centros de acopio, Proveedores y Municipios (n = 2110 = 100%).

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	C_1	C_2	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	O	**TOTAL**
Betulia		0,05																				**0,05**
Caimito	0,09																					**0,09**
Chima*																						**0,00**
Chinú*			0,47	0,05																		**0,52**
Cienaga de Oro*			0,24																			**0,24**
Corozal							0,05															**0,05**
El Roble																						**0,00**
Galeras															0,71							**0,71**
La Unión								0,38														**0,38**
Los Palmitos																						**0,00**
Majagual																						**0,00**
Sahagún*																						**0,00**
Sampués					0,95	0,28																**1,23**
San Andrés de Sotavento*			1,56																			**1,56**
San Antonio de Palmito	0,09			0,05																		**0,14**
San Benito Abad																			0,85			**0,85**
San Marcos									0,24							0,57	0,24	0,28	0,09			**1,42**
San Onofre de Torobe																						**0,00**
San Pedro							0,05															**0,05**
Santiago de Tolú																						**0,00**
Sincé	0,05	0,05										0,19	0,14									**0,43**
Sincelejo																						**0,00**

Sucre-Sucre																						0,00
TOTAL	0,24	0,09	2,27	0,09	0,95	0,28	0,09	0,38	0,24	0,00	0,00	0,19	0,14	0,00	0,71	0,57	0,24	0,28	0,95	0,00	0,00	7,73

Anexo 3
MATERIAL DE LABORATORIO

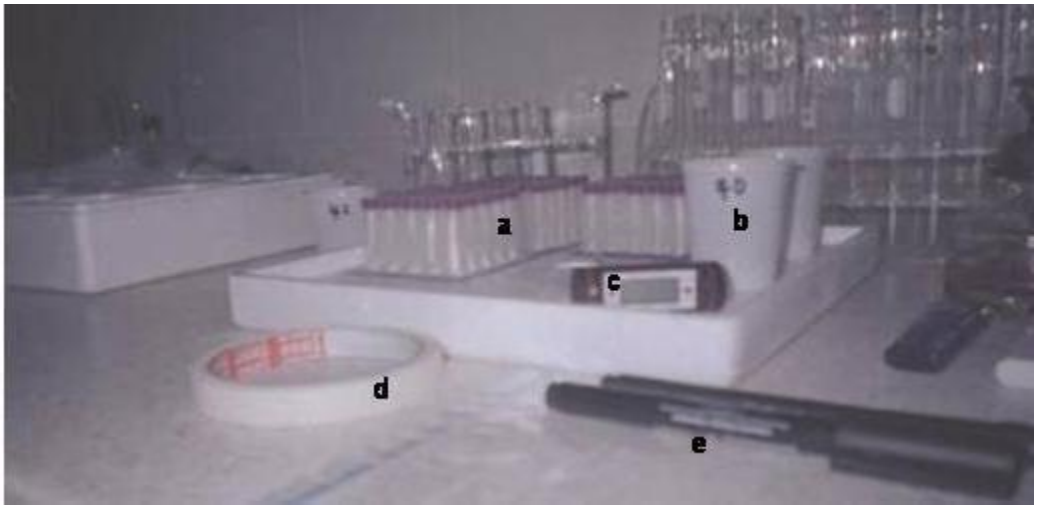

Figura 1. (a) Medios de cultivo (Copan Milk Test – CHR HANSEN Antibiotic Test Kit); (b) Vasos de plásticos pequeños; (c) Termómetro; (d) Cinta de enmascarar; (e) Marcador imborrable.

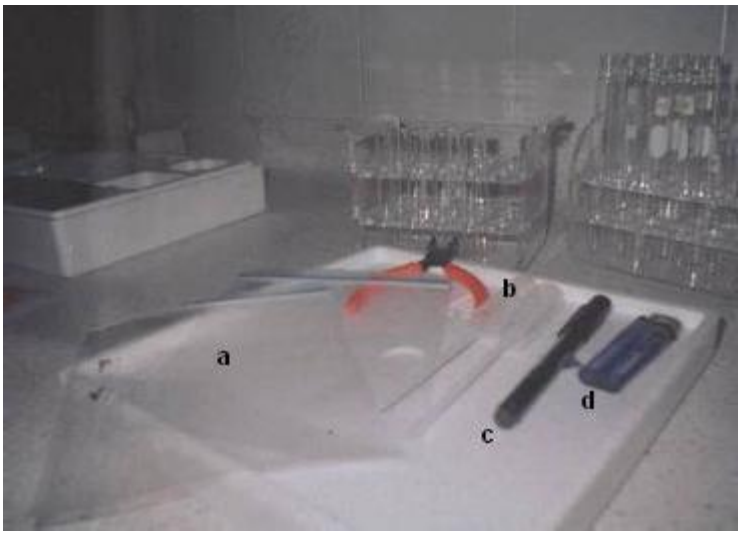

Figura 2. (a) Bolsas sellopack; (b) Pipetas Pasteur de 10 mL; (c) Marcador imborrable; (d) Encendedor.

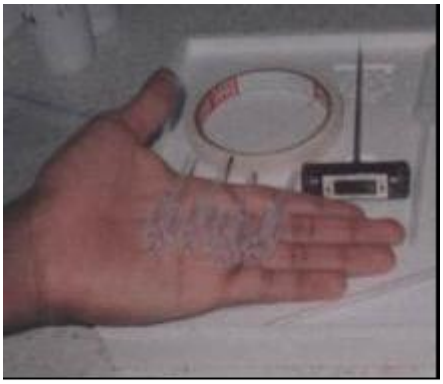

Figura 3. Micropipetas del Copan Milk Test.

Figura 4. Nevera o cava.

Figura 5. Baño María.

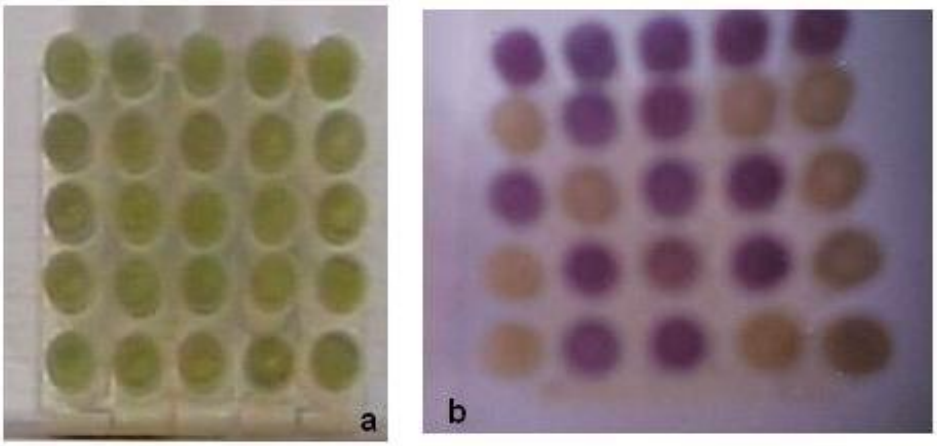

Figura 6. Determinación de residuos de antibióticos tendiendo en cuenta el cambio de color: de púrpura a amarillo indica un resultado negativo (a y b), mientras que si no se efectúa ningún cambio en el color (violeta), es un resultado positivo (b).