

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**ESTUDIO RETROSPECTIVO SOBRE LA PRESENCIA DE  
RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS, MICOTOXINAS E  
IVERMECTINA EN LECHE CRUDA DE VACA EN  
CENTROS DE ACOPIO SUPERVISADOS POR LA  
DIRECCIÓN DE INOCUIDAD, VISAR-MAGA, DURANTE EL  
AÑO 2016**

**MARLENY VÁSQUEZ CIFUENTES**

**Médica Veterinaria**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**ESTUDIO RETROSPECTIVO SOBRE LA PRESENCIA DE  
RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS, MICOTOXINAS E IVERMECTINA  
EN LECHE CRUDA DE VACA EN CENTROS DE ACOPIO  
SUPERVISADOS POR LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD, VISAR-  
MAGA, DURANTE EL AÑO 2016**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTANDO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
**POR**

**MARLENY VÁSQUEZ CIFUENTES**

Al conferírsele el título profesional de

**Médica Veterinaria**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Rodolfo Chang Shum
SECRETARIA:	M.Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez
VOCAL I:	M. Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III:	M.V. Edwin Rigoberto Herrera Villatoro
VOCAL IV:	P. Agr. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V:	Br. María José Solares Herrera

**ASESORES**

LIC. ZOOT. LUIS ALBERTO VILLEDA LANUZA

M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **ESTUDIO RETROSPECTIVO SOBRE LA PRESENCIA DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS, MICOTOXINAS E IVERMECTINA EN LECHE CRUDA DE VACA EN CENTROS DE ACOPIO SUPERVISADOS POR LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD, VISARMAGA, DURANTE EL AÑO 2016**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar por el título de:

## **MÉDICA VETERINARIA**

## **ACTO QUE DEDICO**

- A DIOS:** A Dios por darme sabiduría, fortaleza y ayudarme a cumplir este gran sueño, gracias a ti que siempre me ayudaste a perseverar en los momentos más difíciles de mi vida y de mi carrera universitaria, gracias infinitas.
- A MIS PADRES:** Por ser ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y dedicación por darme la oportunidad de cumplir este sueño, que esto sea una recompensa para todos sus esfuerzos.
- A MIS HERMANAS:** Ana Elizabeth y María Cristina por el cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.
- A MIS AMIGAS Y AMIGOS:** Roselin Xicay, Madjorie Ochoa, Ana Lucia Molina, Teresa Caballeros, Walda Pineda, María Coronado, Alan Raxon, Javier Beato, Marvin Ruano, Manolo Vela, Stuart Carazo y Julio Nájera gracias porque me brindaron su amistad y por todos los buenos momentos que pasamos en la universidad, gracias infinitas.
- A EMEVET:** Gracias por que fue el lugar donde me forme y desarrollarme como profesional y un agradecimiento muy grande para el doctor José Alfredo Hurtarte por darme la oportunidad de ser parte de Emevet y por todas sus enseñanzas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA:

Por ser mi casa de estudios y cimientos de ciencias.

A LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA:

Por haberme permitido adquirir los conocimientos que me ayudarán en el ejercicio de mi profesión.

A MIS ASESORES :

Lic. Zoot. Luis Alberto Villeda Lanuza, y al M.A. Jaime Rolando Méndez por su apoyo y colaboración en la realización de este estudio.

AL MINISTERIO DE  
AGRICULTURA, GANADERIA  
ALIMENTACIÓN (MAGA):

Especialmente al Departamento de Inocuidad de Alimentos por permitir la realización de este Y estudio.



3.4.1.7	Alteraciones neurológicas.....	16
3.4.1.8	Alteraciones hematológicas.....	16
3.4.1.9	Efectos a nivel óseo y dentario por tetraciclinas.....	16
3.4.1.10	Alteraciones cutáneas por tetraciclinas.....	16
3.4.1.11	Efecto teratogénico de las tetraciclinas.....	17
3.4.1.12	Tetraciclinas.....	17
3.4.1.13	Absorción.....	17
3.4.1.14	Eliminación de antibióticos.....	18
3.4.1.15	Límites máximos de residuos de Antibióticos.....	19
3.5	Resistencia antimicrobiana.....	20
3.5.1	Metilcilino resistente a <i>Staphylococcus aureus</i> .....	21
3.5.1.1	Generalidades.....	21
3.5.1.2	Etiología de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	21
3.5.1.3	resistencia de <i>Staphylococcus aureus</i> a los antibióticos betalactámicos.....	22
3.5.1.4	Mecanismos de resistencia a metilcilina.....	23
3.5.1.5	Antecedentes de <i>Staphylococcus aureus</i> resistente a la metilcilina en alimentos.....	24
3.6	Antiparasitarios.....	26
3.6.1	Ivermectina.....	26
3.6.1.1	Residuos de ivermectina en leche de vaca.....	27
3.6.1.2	Límites máximos de residuos para la Ivermectina.....	27
3.6.1.3	Absorción.....	27
3.6.1.4	Eliminación.....	28
3.7	Micotoxinas en leche.....	28
3.7.1	Aflatoxinas.....	28
3.7.1.1	Aflatoxina M1.....	29



3.7.1.2	Importancia de Aflatoxina M1.....	30
3.7.1.3	Aflatoxina M1 en la leche cruda.....	30
3.7.1.4	Metabolismo Aflatoxina M1 en leche cruda.....	31
3.7.1.5	Importancia de Aflatoxina M1 en la salud Pública.....	32
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
4.1	Materiales.....	34
4.1.1	Recursos humanos.....	34
4.1.2	Recursos de campo.....	34
4.2	Metodología.....	34
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VIII.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>41</b>
	SUMMARY.....	42
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.....	10
Cuadro No. 2.....	10
Cuadro No. 3.....	20
Cuadro No. 4.....	27
Cuadro No. 5.....	31
Cuadro No. 6.....	36
Cuadro No. 7.....	52

## I. INTRODUCCION

La leche de vaca es un alimento de primera necesidad ya que posee un alto valor nutricional, es de gran importancia en la alimentación humana (Agudelio & Oswaldo, 2005).

Cada vez se reconoce más la importancia de la calidad e inocuidad de los alimentos, el consumidor busca un producto de alta calidad, por lo tanto, la obligación del productor de leche y de la industria es la de satisfacer esta demanda (Hoffman, 2005).

En el año 2000 la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció que la inocuidad de los alimentos es fundamental para la Salud Pública. La comisión del Codex Alimentarius, establecida por la FAO y la OMS en 1963, es la encargada de elaborar normas, directrices y códigos de prácticas alimentarias internacionales armonizadas destinadas a proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos (Villar, Olivera, Ruiz, & Chaparro, 2012).

En Guatemala existe el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en la que dentro de sus viceministerios cuenta con la dirección de inocuidad de los alimentos, esta se encarga de vigilar por que se cumpla las normativas vigentes. El acuerdo ministerial 427-2005 es la que regula la obtención de las licencias Sanitarias de funcionamiento de Salas de ordeño, Centros de acopio y Medios de transporte de Leche cruda (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2005).

La producción de leche bovina nacional se encuentra alrededor de 1, 450,000 litros de leche diarios, la dirección de inocuidad del MAGA supervisa y certifica alrededor de 529, 250,000 litros de leche anualmente, el MAGA bajo la dirección de

inocuidad está certificando como leche de buena calidad e inocua el 8% de la producción anual siendo esto el 42, 340,000 litros de leche anualmente (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2005).

Durante el presente estudio se recopilaron los resultados de laboratorio del muestreo en leche cruda de vaca en los centros de acopio supervisados; realizados por el personal de la dirección de inocuidad VISAR-MAGA durante el año 2016 entre los cuales se analizaron penicilinas, tetraciclinas, Aflatoxina M1 e ivermectina.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Recopilar información sobre el uso de antibióticos, ivermectina y aflatoxinas en leche cruda de vaca.

### **2.2 Específico**

- Evaluar en los registros obtenidos de la base de datos del VISAR-MAGA la presencia de antibióticos como penicilinas y tetraciclinas en la leche cruda.
- Conocer la presencia de Aflatoxina M1 en leche cruda.
- Conocer la presencia de ivermectina en leche cruda de vaca.
- Comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con los límites máximos de residuos permitidos, de acuerdo al Codex alimentarius, Reglamento técnico de Costa Rica (RTCR) y de la regulación FDA/USDA.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Sector Lechero en Guatemala**

##### **3.1.1 Historia**

En el año 1960, en Guatemala se dio un gran impulso a la industria lechera debido a varias inversiones en el sector privado. Se lograron buenos resultados y cierto grado de desarrollo dentro del sector; sin embargo, la falta de continuidad de inversiones y la ausencia de una política pública para promover el desarrollo, provocó una declinación de la producción de leche en el país (Raxtún, 2014).

En los años setenta y ochenta, el hato lechero nacional casi desapareció, ya que la industria azucarera desplazó al ganado lechero como respuesta al costo de oportunidad de las actividades productivas. Asimismo, entre el período de 1985 a 1995 se desarrollaron modelos de producción que demostraron el potencial de incrementar la producción de leche por hectárea por año, reducir el costo de producción por litro y aumentar el ingreso neto familiar. Sin embargo, el entorno nacional del sector limitó la adopción masiva de estos modelos, especialmente la política de control de precios y las altas tasas de interés del capital, desestimulando las inversiones en el sector (Raxtún, 2014).

La actividad lechera ha realizado diferentes esfuerzos para consolidarse. Sin embargo, no se ha conseguido el apoyo necesario, impidiendo así la reactivación y el fortalecimiento de la industria lechera nacional, induciendo a que el mercado sea absorbido por los productos importados que hacen que se presente una fuga de divisas en la economía nacional y la no generación de nuevos empleos rurales (Raxtún, 2014).

Es por eso, que en 1996 se funda la Cámara de Productores de Leche de Guatemala, para poder integrar a productores de leche de toda la república. En 1998, se crea la Comisión Técnica para el Sector Lechero Nacional para propiciar, fomentar, promover, coordinar y apoyar las alianzas estratégicas con los actores de la cadena productiva, en lo relacionado con la producción, transformación y consumo de leche y sus derivados. En el 2000 fue aprobado el Convenio No. 42-2000, con el objetivo de apoyar la reactivación y competitividad del sector lechero, orientado preferentemente a los pequeños y medianos productores (Raxtún, 2014).

### **3.2 La leche**

Es la secreción líquida y blanca que segregan las ubres de las hembras de los mamíferos para alimentar a sus crías y está constituida por caseína, lactosa, sales inorgánicas, glóbulos de grasa suspendidos y otras sustancias. Comúnmente la leche que más se produce para consumo humano es la leche de vaca y con ello la obtención de subproductos lácteos tales como queso, yogur, mantequilla y otros (Agudelio & Oswaldo, 2005).

#### **3.2.1 Composición nutricional de la leche**

Según la FAO leche de vaca está constituida en promedio por 87% de agua y 13% de llamados sólidos lácteos entre los cuales se encuentran las grasas las cuales constituyen del 3-4 % del contenido sólido de la leche de vaca, las proteínas aproximadamente el 3.5 % y la lactosa el 5 % que varían que varían según la raza, etapa de lactancia y manejo nutricional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), 2018).

### **3.2.1.1 Agua**

El agua es el nutriente requerido en mayor cantidad en la leche, conteniendo aproximadamente un 90% de la misma. La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria.

El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria (Bavera, 2006).

### **3.2.1.2 Proteínas**

La composición de la proteína es un factor de gran importancia dentro de la industria láctea, ya que influye de manera directa sobre el rendimiento y la aptitud tecnológica de la leche. La proteína contenida en la leche es del 3.5%. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas con un 80% y proteínas séricas con un 20% (García , Montiel, & Borderas, 2014).

Las proteínas presentes en la leche de vaca son de gran importancia desde el punto de vista económico y nutricional ya que contiene cuatro proteínas principales:  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG),  $\alpha$ -lactoalbúmina ( $\alpha$ -La), albúmina de suero sanguíneo (BSA) e inmunoglobulina (Ig). Los componentes menores de esta fracción son lactoferrina, transferrina, y la fracción lactolin proteosa-peptona (pp) (Hernández & Vélez, 2014).

La  $\beta$ -lactoglobulina representa, aproximadamente, la mitad de las proteínas totales del suero de leche bovino. Las  $\alpha$ -lactoalbúminas son de las principales proteínas que se encuentran en la leche humana y bovina. Comprenden, aproximadamente, del 20 al 25% de las proteínas de suero de leche y contienen una gran variedad de aminoácidos, incluyendo un suministro fácilmente disponible de aminoácidos de cadenas ramificadas y esenciales (Hernández & Vélez, 2014).



### **3.2.1.3 Caseína**

Es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$ , y *Kapa caseína*. La caseína constituye cerca del 80% del nitrógeno total de la leche de vaca.

El valor biológico de la caseína en la alimentación es por su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimiocina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos (Agudelio & Oswald, 2005).

La caseína es una fosfoproteína, conteniendo, en su molécula, ácido fosfórico. Al PH de la leche, alrededor de 6.6, la caseína está presente como caseinato de calcio. Cuando la acidez de la leche se incrementa, por acción de la adición de ácido o por acidificación natural, el ácido remueve el calcio y el fosfato del caseinato de calcio, transformándolo en caseína (Zelaya, 2005).

### **3.2.1.4 Albúmina y Globulina**

La albumina es la proteína de la leche la cual se encuentra aproximadamente con el 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas. Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica (Agudelio & Oswald, 2005).

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se forman en la sangre y es posible que una buena parte se produzca en las células del parénquima mamario. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína (Agudelio & Oswald, 2005).

### **3.2.1.5 Grasa**

La grasa de la leche se encuentra en pequeños glóbulos grasos constituidos principalmente por triglicéridos de bajo punto de fusión, que son líquidos a temperatura ambiente y rodeadas por una membrana lipoproteica, cargada negativamente, que estabiliza la emulsión al impedir que los glóbulos grasos se agrupen y protege a sus constituyentes de los enzimas lipolíticos y de oxidaciones (Roca A. I., 2006).

La grasa láctea se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche; se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas. La cantidad de grasa que puede contener la leche varía según la raza, edad y estado nutricional de la vaca. Otros factores tales como el ambiente, época del año, momento del ordeño, periodo de lactancia, influyen tanto en la calidad como en la cantidad de materia grasa (Agudelio & Oswaldo, 2005).

### **3.2.1.6 Lactosa**

La lactosa es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa que se encuentra exclusivamente en la leche de los mamíferos. Es sintetizada en la ubre a partir de la glucosa sanguínea. Los carbohidratos constituyen la mayor fracción de la materia seca de la leche y la más lábil frente a la acción microbiana (Taverna, 2002).

La concentración de lactosa en la leche es aproximadamente del 4.5 al 5%. Es un 85% menos dulce que la sacarosa o azúcar común y contribuye, junto con las sales, en el sabor global de la leche, siendo las cantidades de lactosa y sales inversamente proporcionales. La lactosa es fácilmente transformada en ácido láctico por la acción de bacterias (Agudelio & Oswaldo, 2005).

### 3.2.1.7 Vitaminas y Minerales

En la leche se encuentran presentes vitaminas hidrosolubles (grupo B y la C), que provienen de la biosíntesis que realizan las bacterias del rumen, y vitaminas liposolubles (A, E, D, K), carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, sin embargo, es pobre en niacina y ácido ascórbico (Agudelio & Oswald, 2005). Los niveles de Vitamina A y caroteno, están propensos a ser más elevados en la época de verano debido que la vaca lo consume mayores cantidades de pasto verde, en comparación de la época de invierno. Las diferentes razas varían la capacidad para transformar el caroteno en Vitamina A ya que la Vitamina A es liposoluble, se presenta en los productos lácteos en razón a su contenido de grasa. La leche contiene más Vitamina D en verano que en invierno, debido a la mayor alimentación verde y al incremento de luz solar (Zelaya, 2005).

En una leche sin alteraciones el 65% del calcio, el 60% del magnesio y el 50% del fósforo se encuentran asociados a las caseínas (en forma coloidal). El sodio, el potasio y el cloruro están totalmente en solución. La leche contiene además oligoelementos (zinc, silicio, aluminio, hierro, etc.) cuyas variaciones están asociadas a cambios de alimentación y a factores externos (Taverna, 2002).

Los minerales representan una pequeña fracción de los sólidos de la leche. Su concentración es de aproximadamente 7 a 9 g/kg, es decir alrededor de un 0,7% de la materia seca de la leche. Esta fracción tiene una gran importancia nutricional y tecnológica, en particular por los aportes de calcio y fósforo (Taverna, 2002).

### CUADRO NO. 1

Contenido de Micronutrientes de la Leche Entera de Vaca

<b>Vitaminas</b>	<b>Cantidad por Litro</b>	<b>Minerales</b>	<b>Cantidad por Litro</b>
A (UI)	1299,5	Calcio (mg)	1377,3
B1 (mg)	0,39	Cloro (mg)	1031,36
B2 (mg)	1,65	Cobre (mg)	0,1
B3 (mg)	0,87	Yodo (mcg)	237,21
B6 (mg)	0,43	Hierro (mg)	0,52
B12 (mcg)	3,68	Magnesio (mg)	138,2
Biotina (mcg)	19,6	Manganeso (mg)	0,04
C (mg)	9,69	Molibdeno (mcg)	20,63
D (UI)	41,25	Fósforo (mg)	963,28
E (UI)	1,54	Potasio (mg)	1567,66
Folato (mcg)	61,57	Selenio (mcg)	15,47
K (mcg)	41,25	Sodio (mg)	505,36
Pantotenato (mg)	3,24	Zinc (mg)	3,92

Fuente: (Hoffman, 2005)

### CUADRO NO. 2

Composición general de la leche en diferentes especies de mamíferos (Por cada 100 g)

<b>Nutriente (g.)</b>	<b>Vaca</b>	<b>Búfala</b>	<b>Mujer</b>
Agua	88	84	87.5
Energía (Kcal).	61	97	7.0
Proteína	3.4	3.7	1.0
Grasa	3.4	6.9	4.4
Lactosa	4.7	5.2	6.9
minerales	0.72	0.79	0.20

Fuente: (Agudelio & Oswaldo, 2005)

### **3.3 Inocuidad de los alimentos**

Según lo establece el Codex Alimentarius, la inocuidad es la garantía de que los alimentos no causan daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso al cual se destinan (Codex Alimentarius, 2016).

Se considera contaminado un alimento cuando contiene agentes vivos, sustancias químicas tóxicas u orgánicas extrañas a su composición normal, y componentes naturales tóxicos en concentración mayor a las permitidas (Codex Alimentarius, 2016).

#### **3.3.1 Inocuidad de la leche**

La producción primaria de la leche es uno de los eslabones más importantes a lo largo de la cadena de producción, transformación, manipulación de la leche y productos lácteos, por lo que debe asegurarse que la leche sea producida por animales sanos, bajo condiciones aceptables para estos últimos y en equilibrio con el medio ambiente, satisfaciendo las expectativas de la industria alimentaria y de los consumidores; apoyándose en la implementación de las Buenas Prácticas de Ordeño Higiénico y Manejo de la Leche, lo cual refuerza la comercialización nacional e internacional de productos lácteos inocuos y de calidad asegurada (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2015).

### **3.4 Qué son los antibióticos**

Los antibióticos o agentes antimicrobianos, son sustancias (obtenidas de bacterias u hongos o bien obtenidas de síntesis química) que se emplean en el tratamiento de infecciones (Hidalgo, 2008).

Los antibióticos constituyen un grupo heterogéneo de sustancias con diferente comportamiento farmacocinético y farmacodinámico, que ejercen una acción

específica sobre alguna estructura o función del microorganismo (Seija & Vignoli, 2009).

### **3.4.1 Uso de antibióticos en la ganadería lechera**

Las principales enfermedades infecciosas del ganado vacuno son mastitis, metritis, neumonías, enteritis y enfermedades pódalas. Para el tratamiento de estas patologías, es frecuente el uso de antibióticos, en el caso del ganado leche, la mastitis es una de las patologías más frecuentes que conlleva a enormes pérdidas económicas y gastos veterinarios (Occhi, 2012).

La mayor parte de los residuos de antibióticos detectados en la leche, proceden de tratamientos terapéuticos relacionados con la glándula mamaria (hasta un 90% de los casos), ya sea por los tratamientos ligados a mastitis clínicas, o por las terapias preventivas que se emplean en el período de secado (Occhi, 2012).

En cuanto a las vías de administración, los tratamientos veterinarios que originan una mayor frecuencia de residuos en la leche son aquellos de tipo intramamario, por aplicarse directamente en la glándula mamaria. Estos tratamientos, si bien logran una elevada eficacia terapéutica por su acción local, por el otro lado, producen una mayor excreción del antibiótico con la leche procedente de los animales lactantes tratados (Occhi, 2012).

#### **3.4.1.1 Antibióticos en la salud pública**

La contaminación de la leche con antibióticos ocasiona graves problemas en la salud pública y en los procesos tecnológicos. La industria lechera tiene como propósito el ofrecer al consumidor, un producto en óptimas condiciones de calidad, por lo tanto, la leche que se destina al consumo humano debe estar libre de cualquier tipo de alteración, adulteración y contaminación (Hidalgo, 2008).

Organismos internacionales como la FAO y la OMS, han establecido límites máximos de residuos de medicamentos presentes en la leche, con el fin de evitar que la leche contaminada en concentraciones mayores a los permitidos sea comercializada (Hidalgo, 2008).

La presencia de residuos de antibióticos en la leche es un problema que aqueja a toda la industria lechera, debido a que cantidades mínimas de antibióticos en la leche representan un problema en la salud pública que no debe ser aceptado, además de ser ilegal. Se ha determinado que pequeñas cantidades de antibióticos en la leche, pueden afectar a una persona que sea alérgica a dicho antibiótico con problemas como ardor en la piel, comezón, asma y shock anafiláctico. Además, existe el problema de la resistencia de los microorganismos a los antibióticos que puede reducir o eliminar por completo su acción y uso en el tratamiento de enfermedades (Pena, 2016).

Según el Codex Alimentarius, el Límite Máximo de Residuos (LMR) para las tetraciclinas permitido en leche bovina es de 100 µg/kg (0.1 ppm) y para las penicilinas el LMR es de 4 µg/kg (0.004 ppm).

La consecuencia de la presencia de residuos de antibióticos en la leche radica en dos grandes problemas:

1. En Salud pública de forma indirecta, a personas con hipersensibilidad a ciertos medicamentos (generalmente penicilinas), así como la inducción de fenómenos de resistencia bacteriana a los antibióticos por la ingestión de bajas dosis, que puede causar una alteración en la microflora intestinal del hombre (Calderón, Mattár, Sotelo, & Sierra, 2009).

2. En la industrialización de leche en la elaboración de derivados lácteos fermentados como el yogurt y el queso, por inhibición de la capacidad de fermentación que provoca un producto de mala calidad (Hidalgo, 2008).

#### **3.4.1.2 Betalactámicos**

Los betalactámicos son antibióticos de origen natural o semisintéticos que se caracterizan por poseer en su estructura un anillo betalactámico. Constituyen la familia más numerosa de antimicrobianos. Se trata de compuestos de acción bactericida lenta, relativamente independiente de la concentración plasmática, que presentan escasa toxicidad y poseen un amplio margen terapéutico (Seija & Vignoli, 2009).

Los betalactámicos están formados por las penicilinas y cefalosporinas, es el grupo de antibióticos más ampliamente distribuido en la terapia contra la mastitis. Las penicilinas y las cefalosporinas son sustancias similares estructuralmente y en sus mecanismos de acción, aunque difieren en cuanto a su espectro antibacteriano y su farmacocinética. Los antibióticos betalactámicos previenen la transpeptidación entre cadenas de peptidoglicanos, inhibiendo la síntesis de la pared celular bacteriana (Bonilla, 2008).

#### **3.4.1.3 Penicilinas**

La penicilina es un antibiótico de espectro muy amplio y reducido con acción bactericida, principalmente contra bacterias Gram positivas tales como *Streptococcus sp*, *staphylococcus sp*, Gram negativas tales como *Corynebacterium sp*, *Bacillus sp*, *Actinomyces sp*, Anaerobios Gram positivos y Gram negativos, espiroquetas, enterobacterias y bacterias productoras de  $\beta$  -lactamasas (Emerita, 2011).



Las penicilinas son bactericidas debido a su capacidad de inhibir la síntesis de la pared celular bacteriana y de activar enzimas que destruyen dicha pared. La ruptura del anillo betalactámico, que se produce por la acción de la penicilinasas o la pérdida de la cadena lateral, por acción de una amilasa, llevan a la pérdida de la actividad antibacteriana (Roca M. , 2008).

La penicilina G se utiliza para tratar enfermedades infecciosas en todas las especies animales pero su mayor uso es en el control de la mastitis bovina, en forma de preparados intramamarios principalmente, y para el tratamiento de infecciones de los sistemas gastrointestinal urinario y respiratorio del ganado vacuno lechero (Roca M. , 2008).

#### **3.4.1.4 Efectos adversos por la contaminación de residuos de metabolitos de Betalactámicos y tetraciclinas**

Efectos adversos de los residuos de antibióticos sobre la salud humana. Los residuos de antibióticos presentes en la leche pueden causar efectos adversos en el consumidor. Algunos de estos efectos se describen a continuación (Mérida, Fernández, 2013).

#### **3.4.1.5 Reacciones alérgicas**

- Erupción maculopapular.
- Erupción urticaria.
- Fiebre.
- Broncoespasmo.
- Vasculitis.
- Enfermedad del suero.
- Dermatitis exfoliativa.
- Síndrome de Stevens-Johnson.
- Anafilaxia. (Brunton, Lazo, & Parker, 2006)

#### **3.4.1.6 Alteraciones cutáneas**

- Eritema multiforme.
- Dermatitis exfoliativa.
- Necrolisis tóxica epidérmica (Mérida, Fernández, 2013).

#### **3.4.1.7 Alteraciones neurológicas**

- Encefalopatía.
- Alteraciones a nivel de conciencia (somnolencia, estupor o coma).
- Hiperreflexia generalizada.
- Mioclonías (Mérida, Fernández, 2013).

#### **3.4.1.8 Alteraciones hematológicas**

- Neutropenia.
- Eosinofilia.
- Anemia hemolítica.
- Trombocitopenia autoinmune (Mérida, Fernández, 2013).

#### **3.4.1.9 Efectos a nivel óseo y dentario por tetraciclinas**

- Por actividad quelante puede haber depósito en matriz dental y hueso, causando manchas pardas (Briones, 2005).

#### **3.4.1.10 Alteraciones cutáneas por tetraciclinas**

- Pigmentación amarillenta de piel y uñas (Sáenz, Sánchez, & Mendoza, 2004).

#### **3.4.1.11 Efecto teratogénico de las tetraciclinas**

- Quelación al calcio de estructuras óseas y dentales del embrión y feto en desarrollo.
- Malformaciones congénitas.
- Coloración amarillenta o marrón de los dientes e hipoplasia del esmalte dental (Vallano & Arnau, 2009).

#### **3.4.1.12 Tetraciclinas**

Las tetraciclinas son un grupo de antibióticos, que originalmente se obtuvieron de ciertos *Streptomyces spp.* Son antibióticos bacteriostáticos de amplio espectro que actúan sobre los microorganismos sensibles inhibiendo la síntesis proteica. Eficaces contra microorganismos Gram positivos, Gram negativos, aerobios y anaerobios, *chlamydia*, *Rickettsia*, *Mycoplasmas* (Patiño & Campos, 2008).

Las tetraciclinas generalmente son bacteriostáticas y para que sean eficaces resulta esencial la respuesta del sistema inmunitario del huésped. Se utilizan para tratar infecciones sistémicas como enteritis bacterianas, metritis y mastitis (Bonilla, 2008).

#### **3.4.1.13 Absorción**

La administración intramuscular de Penicilina G sódica permite una absorción rápida que determina concentraciones sanguíneas útiles a los 30 a 60 minutos; en cambio las concentraciones sanguíneas antimicrobianas después de la inyección de Penicilina G procaína se alcanzan dos a cuatro horas después de su administración. La penicilina G Benzatina alcanza niveles terapéuticos después de 10 a 12 horas de su administración.

Las tetraciclinas se absorben fácilmente por el estómago y la primera porción del intestino delgado alcanzando una biodisponibilidad del 70%. Parte del fármaco es concentrado en el hígado, se excreta por la bilis y se reabsorbe por el intestino por lo cual una pequeña cantidad persiste en la sangre debido al ciclo enterohepático (Díaz, 2004).

La absorción de las tetraciclinas se deteriora en grado variable con la leche y los productos lácteos. Los mecanismos responsables son la quelación y un aumento del pH (Díaz, 2004).

#### **3.4.1.14 Eliminación de antibióticos**

Aproximadamente el 90% de las penicilinas se excretan sin transformarse vía renal, de los cuales un 10 a 20% lo hace por filtración glomerular y un 80 a 90% por secreción tubular.

También se realiza excreción vía biliar y por la leche, la leche de los animales tratados no debe usarse para consumo humano hasta que el antibiótico sea eliminado (Sanabria, 2007).

La eliminación de las tetraciclinas se realiza principalmente por excreción renal y a través de las heces. Aproximadamente del 25 al 30% de una dosis única de tetraciclina puede encontrarse en la orina. La eliminación es lenta y por esta razón los niveles plasmáticos persisten por mucho tiempo aunado al círculo entero-sanguíneo-biliar, donde se están absorbiendo en el intestino constantemente. La eliminación fecal de las tetraciclinas ocurre con independencia de la vía de administración (Díaz, 2004).

Las tetraciclinas se eliminan también por la leche; la concentración es la mitad que en el suero materno. Las tetraciclinas administradas por vía oral y parenteral se eliminan con la leche bovina (Díaz, 2004).

#### **3.4.1.15 Límites máximos de residuos de antibióticos**

En 1963, la FAO/OMS estableció la Comisión del *Codex alimentarius* para desarrollar una serie de normas alimentarias, aceptadas internacionalmente, con el objetivo de proteger la salud del consumidor y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. Una de las disposiciones del *Codex alimentarius* se refiere a la presencia de residuos de medicamentos veterinarios (Villar, Olivera, Ruiz, & Chaparro, 2012).

Según la comisión del *Codex alimentarius* se refiere al límite máximo de residuo a la concentración máxima permitida de medicamentos, sustancias o metabolitos en cualquier tejido o producto comestible de origen animal.

Es importante enfatizar que los límites máximos de residuos son simplemente límites “legales” de concentración de residuos y que, más que definir la calidad del alimento, deben contemplarse como parte integral de un sistema racional y responsable del uso de medicamentos veterinarios (Villar, Olivera, Ruiz, & Chaparro, 2012).

### CUADRO NO. 3

#### Límites máximos de residuos en antibióticos

<b>Medicamento veterinario</b>	<b>Límite Máximo de Residuo según Codex Alimentarius</b>	<b>Límite Máximo de Residuo según Reglamento Técnico de Costa Rica</b>	<b>Límite Máximo de Residuos según USDA/FDA</b>
Penicilina	4 ppb	4 ppb	5 ppb
Tetraciclina	100 ppb	100 ppb	80 ppb

Fuente: (Codex Alimentarius, 2017) (RTCR, 2006) (Boggio & Litterio, 2008)

### 3.5 Resistencia antimicrobiana

La resistencia a los antibióticos es el fenómeno por el cual un microorganismo deja de ser afectado por un antimicrobiano al que anteriormente era sensible. Es consecuencia de la capacidad de ciertos microorganismos de neutralizar el efecto de los medicamentos, como los antibióticos. La resistencia surge por la mutación del microorganismo o por la adquisición del gen de resistencia generando así un problema creciente de la salud pública en todo el mundo (Organización mundial de la salud OIE, 2019).

Según la Organización Mundial de la Salud y el Foro Económico Mundial, la resistencia a los antibióticos es uno de los mayores problemas de salud pública mundial porque impide la capacidad de controlar las enfermedades infecciosas aumentando la morbilidad, mortalidad, se reduciendo la eficacia terapéutica amenazando el progreso y causando un retroceso de la medicina moderna a la era pre-antibiótica, permite la transmisión de microorganismos infecciosos de un

individuo a otro, aumenta los costos en la atención de salud y amenaza la seguridad sanitaria perjudicando el comercio y la economía (Calderón & Aguilar, 2016).

Los residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal generan productos de baja calidad y constituyen un riesgo para la salud de los consumidores, produciendo toxicidad aguda o crónica, efectos mutagénicos y carcinogénicos, desórdenes en el desarrollo corporal, reacciones alérgicas y fenómenos de resistencia bacteriana (Lozano & Arias, 2008).

### **3.5.1 Metilcilino Resistente a *Staphylococcus aureus***

#### **3.5.1.1 Generalidades**

*Staphylococcus aureus* es una especie de gran importancia clínica y epidemiológica, ya que ocasiona una amplia gama de enfermedades; desde infecciones cutáneas superficiales hasta infecciones de partes blandas y ósteo-articulares. Así mismo, sepsis, neumonías, endocarditis, infecciones del sistema nervioso central e inclusive toxiinfecciones, como síndrome del shock tóxico, y enfermedades transmitidas por alimentos (Herrera, 2009).

*Staphylococcus aureus* es la especie más virulenta para el hombre, se caracteriza por poseer numerosos factores de patogenicidad tanto estructurales como no estructurales, entre los primeros se citan el genoma y la pared celular (Herrera, 2009).

*S. aureus* resistente a meticilina comprende a las cepas que han adquirido un gen que les otorga resistencia a meticilina y esencialmente a todos los demás antibióticos betalactámicos. La primera vez que se informó la aparición de MRSA fue en 1961, poco después de la incorporación de meticilina en la medicina humana

para tratar los estafilococos resistentes a penicilina (The Center for food security & public health, 2011).

### **3.5.1.2 Etiología de *Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* pertenece al género *Staphylococcus*, de la familia *Micrococcaceae* (Sosa, 2017).

Las cepas *S. aureus* resistente a meticilina son resistentes a meticilina y esencialmente a todos los demás antibióticos betalactámicos. Las cepas Metilcilino resistente a *S. aureus* (SARM) son genéticamente heterogéneas.

Algunas cepas, denominadas cepas epidémicas, son más prevalentes y tienden a propagarse en el interior o entre hospitales y países. Otras cepas “esporádicas” son aisladas menos frecuentemente y por lo general no se propagan ampliamente (The Center for food security & public health, 2011).

### **3.5.1.3 Resistencia de *Staphylococcus aureus* a los antibióticos betalactámicos**

La resistencia a los antimicrobianos plantea una amenaza grave y cada vez mayor para la salud pública a nivel mundial, involucrando cada día nuevas especies bacterianas y nuevos mecanismos de resistencia, tal como, es el caso de *S. aureus*, el cual ha desarrollado numerosos mecanismos de resistencia a diferentes grupos de antibióticos, producto del uso extensivo de estos con fines terapéuticos (Herrera, 2009).

Desde la introducción de la penicilina en 1940, más del 90 por ciento de las cepas de *S. aureus* han adquirido resistencia a este tipo de antibióticos, debido a la producción de una enzima tipo betalactamasa, conocida con el nombre de



penicilinas, por su afinidad por esta clase de moléculas; siendo el primer mecanismo de resistencia desarrollado por este microorganismo (Herrera, 2009).

Posteriormente, en 1959, fue incorporada la meticilina al mercado, una penicilina semisintética resistente a la acción de la penicilinas; no obstante, a solo dos años de su introducción se, realizó el primer reporte de *S. aureus* resistente a la meticilina (SARM). Desde entonces, se ha extendido por todo el mundo, reconocido como una de las principales causas de infección nosocomial (Herrera, 2009).

Se han descrito diversos mecanismos que explican la resistencia de *S. aureus* a la meticilina, como: la hiperproducción de betalactamasa (por fenómenos de tolerancia), resistencia por modificación de proteínas fijadoras de penicilina (PBP, según sus siglas en inglés) o sobreproducción de PBP 4, y la resistencia intrínseca a la meticilina (Herrera, 2009).

#### **3.5.1.4 Mecanismos de resistencia a meticilina**

Los betalactámicos dañan la bacteria inactivando las proteínas de unión a penicilina (PBP), enzimas esenciales en el ensamblaje de la pared celular bacteriana. En los estafilococos se encuentran cuatro PBP nativas; las cuatro pueden ser inactivadas por los antibióticos mencionados. Como resultado de la debilidad de la pared celular, las bacterias tratadas se vuelven osmóticamente frágiles y son más fáciles de disolver (The Center for food security & public health, 2011).

La adquisición del gen *mecA*, que codifica a la proteína PBP2a de unión a penicilina, confiere una resistencia virtualmente completa a todos los antibióticos betalactámicos, incluso las penicilinas semisintéticas. PBP2a tiene una afinidad muy baja a los antibióticos betalactámicos y se cree que contribuye al ensamblaje de la

pared celular cuando las PBP normales son inactivadas. El gen *mecA* puede encontrarse en un gran complejo genético móvil conocido como el “cassette” cromosómico *mec* (SCC *mec*) del estafilococo. Esta característica, le permite diseminarse rápidamente tanto en el ambiente hospitalario como en la comunidad (Herrera, 2009).

### **3.5.1.5 Antecedentes de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina en alimentos**

*S. aureus* es conocido mundialmente como uno de los principales agentes implicados en enfermedades transmitidas por los alimentos de naturaleza toxigénica. Su presencia en los alimentos, se relaciona significativamente con una inadecuada manipulación o al empleo de materia prima contaminada. Los manipuladores de alimentos juegan un rol fundamental en la transmisión de *S. aureus* en la cadena alimenticia. Las altas tasas de colonización de piel y mucosas observadas en este grupo poblacional, aumentan su transmisibilidad (Herrera, 2009).

Según la literatura, la prevalencia de portadores nasales de *S. aureus* en la población general es en promedio cercana a 37 %, con un rango que oscila entre 19% y 55 %, registrándose tasas de colonización del 35,6 % en manipuladores de alimentos (Herrera, 2009).

Según las investigaciones reportan una prevalencia de *S. aureus* del 40%, en manos de manipuladores de alimentos; estos hallazgos refuerzan el papel del hombre como reservorio, en la cadena de transmisión de este microorganismo.

Las fosas nasales de las personas que manipulan los alimentos son el principal reservorio de *S. aureus*, alrededor del 20% de los humanos son colonizados de manera persistente y asintomática (Sosa, 2017).

El primer reporte de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina de transmisión alimentaria fue documentado en Rotterdam, Ciudad en los Países Bajos, a través de la investigación epidemiológica de un brote de SARM ocurrido en una Unidad de Hematología del Hospital Universitario de Rotterdam. La cepa implicada se detectó tanto en el alimento como en el personal que preparó el mismo. Producto de este brote fallecieron cinco personas por septicemia (Herrera, 2009).

Después de estas primeras evidencias de SARM transmitido por alimentos, se empezaron a divulgar más casos en diferentes partes del mundo. Para el año 2002, en Estados Unidos, reportaron el primer brote de gastroenteritis aguda adquirida en la comunidad, ocasionada por una cepa SARM productora de enterotoxina C, la cual, fue aislada tanto en las heces de los pacientes afectados como en los alimentos involucrados en dicho brote (Herrera, 2009).

En un estudio realizado en Corea, en el año 2003 se evaluó 1913 muestras de alimentos de origen animal; este investigador detectó 15 (3,6%) cepas de SARM, positivas para el gen *mecA*. Doce de estas se aislaron de leche de vaca, de las cuales nueve fueron obtenidas de procesos de mastitis (Herrera, 2009).

Otros investigadores en Italia, reportaron la presencia de SARM en productos alimenticios de origen animal. De las 160 cepas identificadas como *S. aureus*, seis cepas (3,75%) resultaron positivas para el gen *mecA*; de éstas, 4 provenían de leche bovina y dos de productos elaborados. Todas las cepas de SARM aisladas eran productoras de enterotoxinas (Herrera, 2009).

En los últimos años, se ha observado que las bacterias de transmisión alimentaria, incluyendo los patógenos conocidos, como las bacterias comensales, muestran un espectro de resistencia creciente y variada a los antimicrobianos de uso humano y veterinario. En virtud de esto, las autoridades en seguridad alimentaria de la Unión Europea, recomiendan la evaluación del papel de los

alimentos en la diseminación de bacterias y/o de genes de resistencia, para llevar a cabo una estimación de riesgo en la asociación alimento-bacteria (The Center for food security & public health, 2011).

### **3.6 Antiparasitarios**

Son medicamentos utilizados en animales para eliminar parásitos internos y externos como hemintos, nematodos, triquinosis, tremadotos, filarías entre otros. Actúan bloqueando el sistema neuromuscular o respiratorio del parásito, interfiriendo con el metabolismo o haciéndolos más susceptibles al ataque del huésped por macrófagos (Emerita, 2011).

Los principales grupos de antiparasitarios mayormente utilizados en el ganado bovino son los de las familias de los benzoimidazoles, imidazotiazoles, lactonas macrocíclicas y piperacina (Emerita, 2011).

#### **3.6.1 Ivermectina**

La ivermectina es un derivado semisintético resultado de la mezcla de 4 componentes mayores (avermectina A1a, A2a, B1a y B2a) y 4 componentes menores (avermectinas A1b, A2b, B1b y B2b) que posee actividad de amplio espectro contra una gran variedad de artrópodos y nematodos (Bohrer , Ocampo, & Tobal, 2015).

La ivermectina es una lactona macrocíclica, derivado semisintético de una avermectina y producida por el *Streotomyces avermitilis*, el uso de ivermectina en dosis bajas posee un espectro antiparasitario potente y amplio, concretamente contra nemátodos y artrópodos (Bohrer , Ocampo, & Tobal, 2015).

### 3.6.1.1 Residuos de ivermectina en leche de vaca

La presencia de residuos de ivermectina en leche procedente de animales tratados, debe considerarse un asunto de importancia en salud pública por tratarse de un alimento de consumo masivo por la población, los residuos de ivermectina pueden causar alteraciones en el sistema nervioso central.

Es comun que el tratamiento antiparasitario de hatos lecheros expuestos al parasitismo se realice durante el período seco previo al parto. Se ha reportado que la ivermectina se puede detectar en la leche hasta 59 días después de tratar vacas lecheras durante el período seco previo al parto (Marmanillo, 2014).

### 3.6.1.2 Límites máximos de residuos para la ivermectina

**CUADRO NO. 4**

Límites máximos de residuos en ivermectina

<b>Medicamento veterinario</b>	<b>Límite Máximo de Residuo según Codex Alimentarius</b>	<b>Límite Máximo de Residuo según Reglamento Técnico de Costa Rica</b>	<b>Límite Máximo de Residuos según USDA/FDA</b>
Ivermectina	10 ppb	10 ppb	10 ppb

Fuente: (Codex Alimentarius, 2017) (RTCR, 2006) (Villar, Olivera, Ruiz, & Chaparro, 2012)

### 3.6.1.3 Absorción

La ivermectina se absorbe totalmente cuando se aplica por via subcutánea, registrando una biodisponibilidad del 100%. A pesar de la rapida absorción de la ivermectina, es necesario un intervalo prolongado antes que todos los parásitos sensibles sean eliminados; es importantes que la

persistencia del fármaco en el organismo sea lo mejor posible, esto se obtiene con la administración subcutánea (Marmanillo, 2014).

#### **3.5.1.4 Eliminación**

La ivermectina se elimina principalmente a través de las heces con un 95% y el resto se elimina por vía renal. Posteriormente, los residuos son mínimos en cerebro, la vida media de eliminación para hígado y grasa, en bovinos, es de 5 a 7 aproximadamente. En hembras lactantes, hasta un 5% de la dosis puede ser excretada en leche (Páez & Vargas, 2008).

### **3.7 Micotoxinas en Leche**

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos secundarios, es decir son compuestos sintetizados por el hongo en el medio en el que se encuentra creciendo y no son utilizados por el organismo como componentes esenciales para su supervivencia, crecimiento o reproducción.

La palabra micotoxina significa toxina producida por hongos y deriva del término micotoxicosis, que se refiere a la enfermedad producida por una toxina de hongo (Ruiz, Miguel, Gutiérrez, & Manzur, 2017).

#### **3.7.1 Aflatoxinas**

Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos por los hongos del género *Aspergillus spp*, desde el punto de vista micológico existen diferencias cuantitativas y cualitativas en cuanto a la capacidad para producir metabolitos entre las diferentes cepas de hongos que son aflatoxigénicas (Duarte & Villamil, 2006).

Las dos especies más importantes de *Aspergillus* productoras de aflatoxinas son *Aspergillus flavus*, que solo produce aflatoxinas B y *Aspergillus parasiticus*, que

produce aflatoxinas B y G. Las aflatoxinas M1 y M2 son metabolitos oxidativos de las aflatoxinas B1 y B2 producidos por los animales tras la ingestión de éstas, aparecen en la leche materna tanto animal como humana, orina y heces (Peraica, Radic, & Pavlovic, 2000).

### **3.7.1.1 Aflatoxina M1**

La aflatoxina M1 fue aislada por primera vez en leche y viene de la palabra Milk (M), el número 1 se deriva de la aflatoxina B1 (AFB1), micotoxina que se produce principalmente por hongos que contaminan el maíz. Cuando los granos son suministrados a las vacas lecheras mediante concentrados, la AFB1 pasa al hígado del animal, allí se transforma ligeramente en AFM1, se concentra en la glándula mamaria y es eliminada en la leche, pero conserva las peligrosas propiedades de la AFB1, particularmente su contundente actividad tóxica (Zambrano & Martinez, 2009).

La aflatoxina M1 (AFM1) es un metabolito hidroxilado de la aflatoxina AFB1 la cual puede encontrarse en la leche o en los productos lácteos obtenidos del ganado que ha ingerido alimento contaminado.

En vacas lecheras, el paso de AFB1 a la leche en forma de AFM1 está relacionado de manera lineal con la producción de leche, calculan que el porcentaje de AFB1 de la dieta excretada en la leche en forma de AFM1 corresponde al 0.09-0.43% de la dosis consumida (Zambrano & Martinez, 2009).

Las aflatoxinas tienen una gran actividad cancerígena, teratogénica y mutagénica. El principal síndrome que producen es el hepatotóxico, pudiendo también provocar problemas renales. Los principales órganos afectados son: el hígado, riñón y cerebro (Peraica, Radic, & Pavlovic, 2000).

### **3.7.1.2 Importancia de Aflatoxina M1**

La agencia Internacional del cáncer (IARC) clasificó inicialmente a la aflatoxina M1 en el grupo 2B con posible efecto carcinogénico en humanos; pero en el año 2002 fue nuevamente clasificada en el grupo 1 como agente carcinogénico (Miranda, 2015).

### **3.7.1.3 Aflatoxina M1 en la leche cruda**

Las aflatoxinas tienen la propiedad de ser termorresistentes, ya que su punto de fusión está por arriba de los 200 °C. Debido a esto la aflatoxina M1 es resistente a la pasteurización y la ultra pasteurización, por lo que es posible encontrarla en la leche y derivados lácteos obtenidos de animales que consumen alimentos contaminados con AFB1 (Ruiz, Miguel, Gutiérrez, & Manzur, 2017).

Se hace referencia que en estudios anteriores se realizó el proceso de pasteurización a una temperatura de 63 °C durante 30 minutos, pasteurización a 77 °C durante 16 segundos, calentamientos a 64-100 °C durante 15 a 20 minutos, calentamientos directos durante 4 horas; reportándose que la contaminación de la leche con la aflatoxina M1 permaneció prácticamente inalterada (Ruiz, Miguel, Gutiérrez, & Manzur, 2017).

Para evitar la contaminación con la aflatoxina M1 es recomendable no alimentar a los animales con raciones contaminadas con aflatoxina B1. La presencia de aflatoxina M1 está relacionada con determinadas condiciones ambientales de humedad y temperatura que facilitan el crecimiento de los hongos en los alimentos. Además, durante el buen tiempo, en muchas zonas el ganado se alimenta de pastos, pero en época de frío y/o sequías existe el riesgo de que los piensos que se utilizan para alimentarlos hayan estado almacenados durante un largo periodo y por lo tanto estar contaminados (Ruiz, Miguel, Gutiérrez, & Manzur, 2017).



### 3.7.1.4 Metabolismo Aflatoxina M1 en leche cruda

La aflatoxina B1 es absorbida vía tracto gastrointestinal, dentro de sistema sanguíneo y es llevada al hígado donde se metaboliza. Una porción de aflatoxina es activada y fijada en los tejidos hepáticos. Algunos metabolitos conjugados de la AFB1 solubles en agua son excretados dentro de la bilis y van a las heces (Ortiz, 2014).

Otras formas conjugadas solubles en agua, productos de degradación de la AFB1 y metabolitos no conjugados de ésta, son excretadas en el sistema circulatorio sanguíneo y se distribuye de forma sistémica (Ortiz, 2014).

La aflatoxina M1 comienza a aparecer de 12 a 24 horas después de que el animal ingiriera la aflatoxina B1, y el máximo de excreción se produce a los 4 a 5 días post ingestión. La cantidad de aflatoxina M1 que llega a la leche suele ser 1 al 2% de la cantidad de aflatoxina M1 que ingirió el animal (Ortiz, 2014).

#### CUADRO NO. 5

Límites máximos de residuos para Aflatoxina M1

<b>Medicamento veterinario</b>	<b>Límite Máximo de Residuo según Codex Alimentarius</b>	<b>Límite Máximo de Residuo según Reglamento Técnico de Costa Rica</b>	<b>Límite Máximo de Residuos según USDA/FDA</b>
Aflatoxina M1	0.05 ppb	0.05 ppb	0.5 ppb

Fuente: (Codex Alimentarius, 2017) (RTCR, 2006) (Bernal, 2017)

### 3.7.1.5 Importancia de Aflatoxina M1 en la salud pública

La ingesta de aflatoxinas en dosis bajas, medias o altas causan efectos tanto de corta duración (agudos), como aquellos que pudieran durar meses o años (crónicos).

Entre las principales manifestaciones asociadas a la exposición de estas sustancias, están el daño hepático y renal ya que la AFM1 tiene características mutagénicas, teratogénicas, carcinogénicas, inmunosupresivas y citotóxicas, hasta causar la muerte (Ortiz, 2014).

Las aflatoxinas son inmunosupresoras ya que inhiben la fagocitosis y la síntesis proteica interrumpiendo la formación del ADN, ARN y proteínas en el ribosoma; la absorción de los aminoácidos se ve alterada y su retención hepática aumenta (Ortiz, 2014).

La reacción de la aflatoxina M1 en cada individuo es diferente, depende de cada organismo, concentración de la AFM1, frecuencia de la ingestión del producto contaminado, estado físico y de salud, las aflatoxinas van a afectar el sistema inmunológico y nutricional a las personas que están expuestas a ellas. Algunos estudios demuestran que la población adulta es más resistente a la intoxicación con aflatoxinas que la población infantil (Ortiz, 2014).

El consumo de leche contaminada con la aflatoxina M1 por los seres humanos, especialmente los recién nacidos, es de considerable interés, especialmente cuando se considera que la aflatoxina M1 se excreta en la leche materna. Por lo tanto, la presencia de AFM1 en la leche y en los productos lácteos puede representar una amenaza para todos los niños que son consumidores de leche y productos lácteos (Quevedo, 2014).

Las aflatoxinas son de gran importancia en la salud de las personas ya que son carcinógenos y juegan un papel importante en la incidencia de carcinoma hepatocelular.

Estos compuestos pueden provocar alteraciones en el metabolismo de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, reduciendo el glucógeno hepático mediante la inhibición de la glucógeno sintetasa y la fosfoglucomutasa y aumenta los niveles de glucosa en sangre; aunque es poco frecuente, cuando se consumen en grandes cantidades pueden causar una aflatoxicosis aguda que se caracteriza por producir emésis, dolor abdominal, hemorragia, falla hepática, necrosis hepática aguda, proliferación ductal biliar, edema pulmonar, letargia e incluso puede producirse la muerte si se consumen dosis extremadamente altas. Todas las dosis sean agudas o crónicas tienen un efecto acumulativo en el riesgo de cáncer (Peraica, Radic, & Pavlovic, 2000).

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Recursos humanos**

- Estudiante de investigación.
- Personal encargado del componente leche, de la dirección de inocuidad VISAR-MAGA.
- Asesores de la investigación.

#### **4.1.2 Recursos de campo**

- Computadora.
- Internet.
- Impresora.
- Dispositivo de almacenamiento.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA.
- Base de datos de la dirección de Inocuidad.
- Resultados de laboratorio.

### **4.2 Metodología**

El presente estudio consistió en la recopilación de datos obtenidos del muestreo realizado durante el año 2016 en los centros de acopio de leche que se encuentran registrados por la dirección de inocuidad de alimentos VISAR-MAGA. Se visitó el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación con el personal

encargado del componente leche para la evaluación de los 20 centros de acopio que están registrados en la base de datos de la dirección de inocuidad.

Se analizaron los resultados de 20 muestras de leche para cada residuo a evaluar; se procedió a realizar una comparación de los límites máximos de residuos permitidos por la normativa establecida como lo es Codex Alimentarius, Reglamento Técnico de Costa Rica (RTCR) y las regulaciones de la FDA/USDA para los residuos muestreados tal como la penicilina, tetraciclina, Aflatoxina M1 y la ivermectina en leche cruda de vaca.

Con la información obtenida se elaboraron tablas descriptivas, mapas en los cuales se indicó la ubicación de los centros de acopio según las coordenadas geográficas y la cantidad de litros de leche producidos en los mismos; esto ayudo a complementar la información de los muestreos que se realizaron por el personal de la dirección de inocuidad durante el año 2016.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los resultados de 20 muestras de leche cruda de vacas para evaluar la presencia de residuos de tetraciclinas, penicilinas, ivermectina y Aflatoxina M1 de los centros de acopio supervisados por el personal de la dirección de inocuidad de los alimentos VISAR-MAGA, durante el año 2016. Los resultados fueron los siguientes:

**CUADRO NO. 1**

Descripción de Resultados

<b>Residuo</b>	<b>Resultado</b>
<b>Tetraciclina</b>	El 100% de las muestras se encontraron con una concentración menor a 0.1 ppb
<b>Penicilina</b>	Para el 100% de las muestras de tetraciclina analizadas el resultado obtenido fue menor a 0.2 ppb
<b>Ivermectina</b>	El resultado obtenido del análisis de las muestras de ivermectina, indicaron que el 100% de las muestras se encontraron a una concentración menor a 10 ppb
<b>Aflatoxina M1</b>	El resultado obtenido del muestreo de Aflatoxina M1 indicaron que el 100% de las muestras se encontraron con una concentración menor a 0.125 ppb

Fuente: Elaboración propia

Se analizaron 20 muestras de leche cruda de vaca para evaluar la presencia de residuos de tetraciclinas, de acuerdo a los resultados se obtuvo una concentración menor a 0.1 ppb.

Según el Codex Alimentarius, Reglamento Técnico de Costa Rica establecen un límite máximo de residuos de 100 ppb y la regulación USDA/FDA establecen un límite máximo de residuo para tetraciclina de 80 ppb por lo que se concluyó que el 100 % las muestras se encuentran debajo del límite máximo permitido, es decir que no se detectó residuos de tetraciclina. (Ver anexo 1)

Para evaluar la presencia de residuos de penicilina se analizaron 20 muestras de leche cruda de vaca de acuerdo al resultado se obtuvo una concentración menor a 0.2 ppb. Según el Codex Alimentarius, Reglamento Técnico de Costa Rica establecen un límite máximo de residuos de 4 ppb y la regulación USDA/FDA establecen un límite máximo de residuo para Penicilina de 5 ppb por lo que se concluye que el 100 % las muestras se encuentran abajo del límite máximo permitido (Ver anexo 1).

El resultado obtenido para tetraciclina y penicilina nos indicó que los productores de leche bovina registrados por la dirección de inocuidad VISAR-MAGA tuvieron un buen control sobre el uso de antibióticos y buenas prácticas pecuarias.

La principal causa de la presencia de antibióticos en la leche está asociada a tratamientos intramamarios de vacas con mastitis. En salud pública los residuos de antimicrobianos en productos lácteos constituyen un problema a nivel nacional como internacional ya que representan un riesgo para la salud de los consumidores. Al ingerir leche contaminada con residuos de antimicrobianos las personas pueden llegar a presentar síntomas de toxicidad, reacciones alérgicas, alteraciones cutáneas y fenómenos de resistencia bacteriana.

Para el resultado de ivermectina se analizaron 20 muestras de leche cruda de vaca obteniendo una concentración menor a 10 ppb.

Según el Codex Alimentarius, Reglamento Técnico de Costa Rica y la regulación USDA/FDA establecen un límite máximo de residuo para ivermectina de 10 ppb por lo que se puede decir que el 100 % las muestras se encuentran menores al límite máximo permitido.

Este resultado negativo indico que los productores de leche tuvieron un correcto manejo de la ivermectina como antiparasitario ya que no se debe administrar el mismo a bovinos en producción de leche para el consumo humano ni en los últimos cuatro meses de gestación ni a terneros lactantes (Ver anexo 1).

Para los residuos de Aflatoxina M1 se analizaron 20 muestras de leche cruda de vacas y el resultado que se obtuvo fue de una concentración menor a 0.125 ppb. Según el Codex Alimentarius y el Reglamento Técnico de Costa Rica establecen un límite máximo de residuos de 0.05 ppb, es decir que el resultado obtenido se encontró a una concentración mayor al LMR permitido.

Sin embargo, la reglamentación USDA/FDA establece un límite máximo de residuos para Aflatoxina M1 de 0.5 ppb, al hacer la comparación del LMR con el resultado obtenido se puede decir que la concentración se encuentra menor al límite máximo permitido según esta institución (Ver anexo 1).

Con esto se puede concluir que de acuerdo a la reglamentación USDA/FDA el resultado se encuentra abajo del límite máximo permitido, sin embargo, de acuerdo al Codex Alimentarius y Reglamento Técnico de Costa Rica el resultado que se obtuvo se encontró con una concentración mayor al LMR permitido.

Es importante mencionar que los residuos de Aflatoxina M1 en la leche de vaca es un problema para la salud pública ya pueden llegar a manifestarse efectos mutagénicos, teratogénicos y carcinogénicos al consumidor.



## **VI. CONCLUSIONES**

- El resultado de las 20 muestras analizadas para residuos de tetraciclina y penicilina se encontraron por debajo de los límites máximos permitidos.
- Para residuos de Ivermectina el resultado obtenido de las 20 muestras analizadas fue menor a 10 ppb; por lo que se puede afirmar que el 100% de las muestras se encontraron por debajo del límite máximo permitido.
- El resultado de las 20 muestras para residuos de Aflatoxina M1 presentaron una concentración de 1.025 ppb la cual es menor al límite máximo establecido por la regulación USDA/FDA y mayor al LMR establecido por el Codex Alimentarius y Reglamento Técnico de Costa Rica.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Que la Dirección de inocuidad de los alimentos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación brinde capacitaciones sobre buenas prácticas de ordeño y buenas prácticas pecuarias a los pequeños productores de leche bovina, dando a conocer así los riesgos de producir leche no inocua.
- Promover la realización de programas que ayuden al pequeño productor de leche bovina para llegar a obtener licencias sanitarias de funcionamiento de salas de ordeño y de esta manera garantizar leche apta para el consumo de la población guatemalteca.

## VIII. RESUMEN

En el presente estudio se recopiló información para evaluar la presencia de residuos de antibióticos, Ivermectina y Aflatoxina M1 de los resultados obtenidos del muestreo en leche cruda de vacas en centros de acopio supervisados por la dirección de inocuidad VISAR-MAGA durante el año 2016.

Se realizó un estudio retrospectivo documental en el cual se analizaron 20 muestras de leche cruda de vaca para evaluar la presencia de tetraciclina, penicilina, ivermectina y Aflatoxina M1 además de realizar una comparación de los resultados obtenidos con los Límites Máximos permitidos por la normativa establecida como lo es el Codex Alimentarius, Reglamento Técnico de Costa Rica y por la regulación USDA/FDA. Se realizaron mapas en donde se representó la ubicación geográfica y la cantidad de litros de leche que se recolectaron en los centros de acopio supervisados por la dirección de inocuidad del VISAR-MAGA durante el año 2016.

El 100 por ciento de las muestras analizadas para tetraciclina, penicilina e ivermectina se encontraron por debajo de los límites máximos permitidos sin embargo para las muestras de Aflatoxina M1 presentaron una concentración de 1.025 ppb la cual es menor al límite máximo establecido por la regulación USDA/FDA y mayor al LMR establecido por el Codex Alimentarius y Reglamento Técnico de Costa Rica; por lo que se puede concluir que los productores de leche bovina tuvieron un buen control sobre el uso de antibióticos, desparasitantes y un correcto almacenamiento del alimento suministrado al ganado lechero.

## SUMMARY

The following study presents collected evidence, which was analyzed to check the presence of antibiotic residues, Ivermectin and Aflatoxin M1. From the results obtained from sampling in raw milk from cows in collection centers supervised by the VISAR-MAGA Safety Department during 2016.

Another case study was carried out in the past showing that twenty samples of raw cow's milk were analyzed to test the presence of Tetracycline, Penicillin, Ivermectin, and Aflatoxin M1, besides, to show a contrast of the results obtained with the highest amount allowed by the regulations established as it is regulated by the *Codex Alimentarius*, the Technical Regulation of Costa Rica and the USDA / FDA regulation. Maps were made to show the geographical location and the number of liters of milk collected in the collection centers, which were also supervised by the VISAR-MAGA Safety Department during 2016.

One hundred percent of the samples analyzed were negative for the presence of Tetracycline, Penicillin, Ivermectin and Aflatoxin M1; since the result obtained was less than the highest amount allowed by the established regulations, it can be concluded that producers of bovine milk had good control over the use of antibiotic, de-wormers and correct storage of the feed supplied to dairy cattle.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelio, D., & Oswaldo, M. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista De Investigación*, 2(1), 39-42.
- Arias, M. L. (2009). *Residuos de penicilina en leche bovina en Costa Rica*. Recuperado de <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rccm/v9n2/art3.pdf>.
- Bavera, G. (2006). *Composición de la Leche y su Valor Nutritivo*. Recuperado de Infocarne:[http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/leche\\_subproductos/63-composicion\\_leche.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/63-composicion_leche.pdf).
- Bernal, S. (2017). *Perfil de riesgo de Aflatoxina M1 en leche bovina comercializada en Colombia (Tesis Pregrado)*. Universidad de la Salle, Bogotá Colombia.
- Boggio, J., & Litterio, N. (2008). *Problemática de antimicrobianos y residuos en leche bovina*. Recuperado de <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/FarmacocinticyResiduos.htm.pdf>.
- Bohrer , D., Ocampo, D., & Tobal, C. (2015). Efecto de la concentración de ivermectina sobre el control de parásitos internos y el desempeño productivo de bovinos. *Ciencia Veterinaria*, 17(1), 21-23.
- Bonilla, D. (2008). *Caracterización de la composición e higiene de leche acopiada en una planta pasteurizadora (Tesis Pregrado)*. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Briones, P. G. (2005). *Detección de residuos de antimicrobianos, en leche bovina procesada, mediante métodos de "screening" (Tesis Pregrado)*. Universidad de Chile, Chile, Santiago.



- Brunton, L., Lazo, J., & Parker, K. (2006). *"Goodman & Gilman" Las bases farmacológicas de la Terapéutica* (Undécima edición ed.). McGraw Hill.
- Calderón, A., Mattár, S., Sotelo, D., & Sierra, M. (2009). Detección de Antibióticos en Leches Un Problema de Salud Pública. *Salud Pública*, 11(4), 587-588.
- Calderón, G., & Aguilar, L. (2016). Resistencia antimicrobiana: microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. *Revista médica de costa rica y Centroamérica*, 73(621), 758-759.
- Codex Alimentarius. (2016). *Seccion I, texto de bases y definiciones*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-i5995s.pdf>.
- Codex Alimentarius. (2017). *Límites máximos de residuos (Imr) y recomendaciones sobre la gestión de riesgos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos*. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/ar/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BMRL%2B2%252FMRL2s.pdf>.
- Díaz, F. M. (2004). *Análisis de residuos de tetraciclina y oxitetraciclina en leche cruda de Proveedores de la planta de lácteos de Zamorano (Tesis de Pregrado)*. Universidad Zamorano, Honduras.
- Duarte, S., & Villamil, L. (2006). Micotoxinas en la salud pública. *Revista de salud pública*, 8(1), 130-131.
- Emerita, S. (2011). *Análisis de la situación del uso de medicamentos en las unidades productivas de los centros de acopio y enfriamiento de leche sto. Domingo*



*No.1 y Puliza (Tesis Pregrado)*. Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito, Ecuador.

García , C., Montiel, R., & Borderas, T. (2014). Grasa y Proteína de la Leche de Vaca: Componentes, Síntesis y Modificación. *Revista Archivos de Zootecnia*, 63(1), 87-89.

Gest, G. (1993). *Diccionario Enciclopédico de Veterinaria*. España: Latros.

Gómez, D. A., & Mejía, O. B. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Lasallista de Investigación*, 2(1), 39-54.

Hernández, M., & Vélez, J. (2014). *Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos esenciales*. Recuperado de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-82-Hernandez-Rojas-et-al-2014.pdf>.

Herrera, L. (2009). *Resistencia a la meticilina y producción de betalactamasa en Staphylococcus aureus aislados a partir de productos lácteos de fabricación artesanal (Tesis Pregrado)*. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Hidalgo, R. (Diciembre de 2008). *Antibióticos en leche de bovinos ( Tesis de Pregrado)*. Institución Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

Hoffman, F. (2005). *Leche*. Recuperado de Fortification Basics: <http://www.a2zproject.org/~a2zorg/pdf/Leche.pdf>.

Lessi, S., Lifschitz, A., Sallovitz, J. M., & Lanusse, C. (2015). Impacto de los residuos de ivermectina en los procesos tecnológicos de la leche y sus derivados. *SciELO*, 26(2), 95-96.





- Lozano, M., & Arias, D. (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 21(3), 122-124.
- Marmanillo, A. (2014). *Evaluación de la ivermectina al 1.8% adicionada con vitaminas a, d y e en el control de garrapatas en bovinos de leche (Tesis Licenciatura)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Mérida, Fernández, C. (2013). *Reacciones adversas a antibióticos betalactámicos en el área este de Murcia ( Tesis Pregrado)*. Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2005). *Acuerdo Ministerial No.427-2005*. Recuperado de <http://asisehace.gt/media/AM427-2005.pdf>.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2015). *Departamento de Productos de origen animal e hidrobiológico*. (Guatemala, Guatemala) Recuperado de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación: [http://visar.maga.gob.gt/?page\\_id=2086](http://visar.maga.gob.gt/?page_id=2086)
- Miranda, C. (2015). *Factores de riesgos asociados con la ocurrencia de la AFM1 en la leche cruda de vaca en establos de la región del Llano México ( Tesis Pregrado)*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Occhi, H. (Diciembre de 2012). *Metodos para la detección de residuos de antibióticos en leche para ser utilizados en el tambo (Tesis de Maestría)*. Universidad Nacional del Litoral, Esperanza.





Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (2003). *Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y5499s.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (2018). *Composición de la leche*. Recuperado de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>

Organización mundial de la salud OIE. (2019). *Resistencia a los antimicrobianos*. Recuperado de [https://www.who.int/topics/antimicrobial\\_resistance/es/](https://www.who.int/topics/antimicrobial_resistance/es/)

Ortiz, M. (2014). *Detección de la presencia de Aflatoxina M1 y antibióticos en leche cruda de la fincas de mayor producción del cantón Biblián (Tesis Pregrado)*. Universidad del Uzuay, Cuenca, Ecuador.

Páez , J. D., & Vargas, A. (2008). *Eficacia comparativa de la Ivermectina, Doramectina, Moxidectina y un grupo control no tratado frente al promedio de peso y al control parasitario en bovinos bos indicus (Tesis Pregrado)*. Universidad CES, Medellín, Colombia.

Patiño, N., & Campos, A. (2008). Tetraciclinas. *Revista Facultad de Medicina UNAM*, 1(1), 29-30.

Pena, G. (2016). *Uso de Antibióticos en la Ganadería Lechera*. Obtenido de Extensión: <http://articles.extension.org/pages/9858/uso-de-antibioticos-en-la-ganadera-lechera>

Peraica, M., Radic, B., & Pavlovic, M. (2000). Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. *Revista internacional de salud pública*, 1(2), 80-82.



Quevedo, P. A. (2014). *Ocurrencia y estimación de la exposición humana a aflatoxina M1 en muestras de leche procedentes de Monterrey, México (Tesis Doctoral)*. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

Raxtún, W. R. (2014). *Control de calidad en manejo de productos perecederos en empresas productoras y distribuidoras de productos lácteos en Chimaltenango (Tesis Pregrado)*. Universidad De San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Ríos, M., Baquero, R., Ortiz, G., Rodríguez, M., & Sánchez, A. (20015). Staphylococcus multirresistentes a los antibióticos y su importancia en medicina veterinaria. *AVEPA*, 35(3), 150-153.

Roca, A. I. (2006). *Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos*. (Madrid, España) Recuperado de Infocarne: [http://www.infocarne.com/documentos/composicion\\_leche\\_vaca\\_oveja\\_cabra\\_elaboracion\\_quesos.htm](http://www.infocarne.com/documentos/composicion_leche_vaca_oveja_cabra_elaboracion_quesos.htm)

Roca, M. (2008). *Termoestabilidad de las sustancias antimicrobianas en la leche (Tesis Doctoral)*. Universidad Politecnica De Valencia, Valencia, España.

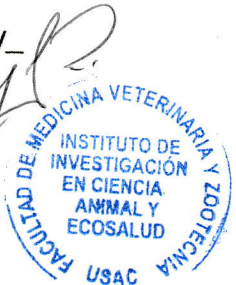
Rodríguez, M., Gundián, J., Barreto, J., Lim, N., & Areu, A. (1998). Tetraciclinas. *Acta Médica*, 8(1), 77-78.

RTCR, R. T. (2006). *RTCR: Leche cruda y Leche Higienizada*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/legislacion/2007/de-33812.pdf>.

Ruiz, J. L., Miguel, O., Gutiérrez, R., & Manzur, A. (2017). Contaminación por micotoxinas de la leche y derivados lácteos. *Quehacer Científico en Chiapas*, 12(1), 91-92.



- Sáenz, E., Sánchez, L., & Mendoza, L. (2004). Antibióticos sistémicos en dermatología. *Dermatología peruana*, 14(3), 165-166.
- Sanabria, L. A. (2007). *Efecto de penicilinas y tetraciclinas en Leche sobre el crecimiento de Lactococcus lactis Lactococcus cremoris y Streptococcus thermophilus (Tesis Pregrado)*. Universidad Zamorano, Honduras.
- Seija, V., & Vignoli, R. (2009). *Principales grupos de antibioticos*. Recuperado de Temas de Bacteriología y Virología Médica: file//F:/Documentos%20pdf%20tesis/antibioticos%20grupos.pdf.
- Sosa, E. R. (2017). *Prevalencia de Staphylococcus aureus resistente a meticilina CC398 en un área con alta densidad de granjas de cerdos (Tesis Doctoral)*. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Taverna, M. (2002). *Composición química de la leche*. Obtenido de [http://rafaela.inta.gov.ar/proy\\_nac\\_lecheria/articulo\\_1.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/proy_nac_lecheria/articulo_1.pdf).
- The Center for food security & public health. (2011). *Staphylococcus aureus resistente a la meticilina*. Recuperado de <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheet/s/es/mrsa-es.pdf>.
- Vallano, A., & Arnau, J. (2009). Enfermedades infecciones y microbiología clínica. *ELSEVIER*, 27(9), 539.
- Villar, D., Olivera, M., Ruiz, J. D., & Chaparro, J. (2012). *Aproximación al tema de residuos antimicrobianos y antiparasitarios en leche*. Recuperado de Biogénesis: [https://www.researchgate.net/profile/Martha\\_OliveraAngel/publication/281865250\\_Aproximacion\\_al\\_tema\\_de\\_residuos\\_antimicrobianos\\_y\\_](https://www.researchgate.net/profile/Martha_OliveraAngel/publication/281865250_Aproximacion_al_tema_de_residuos_antimicrobianos_y_)





antiparasitarios\_en\_leche\_Limites\_permisibles\_y\_tiempos\_de\_retiro/links/55fc523908aec948c4b36b17/Aproximacion-al-tema-de-res

Zambrano, J., & Martinez, R. (2009). *Evaluación de la reducción de aflatoxina m1 con dos tratamientos térmicos respecto a leche cruda en hatos de la sabana de Bogotá ( Tesis Pregrado)*. Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia.

Zelaya, J. M. (2005). *Aspectos Nutricionales y Tecnológicos de la leche*. Obtenido DGPA:[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/\\$FILE/Aspectosnutricionalesytecn%C3%B3gicosdelaleche.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecn%C3%B3gicosdelaleche.pdf).



# **X. ANEXOS**

### CUADRO NO.7

Comparación de resultados obtenidos con Límites Máximos Permitidos según las normativas establecidas.

<b>Residuo</b>	<b>Resultado</b>	<b>LMR Codex Alimentarius</b>	<b>LMR Reglamento Técnico de Costa Rica</b>	<b>LMR USDA/FDA</b>
<b>Tetraciclina</b>	< 0.1 ppb	100 ppb	100 ppb	80 ppb
<b>Penicilina</b>	< 0.2 ppb	4 ppb	4 ppb	5 ppb
<b>Ivermectina</b>	< 10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb
<b>Aflatoxina M1</b>	< 0.125 ppb	0.05 ppb	0.05 ppb	0.5 ppb

Fuente: Elaboración propia

## Resultados para Tetraciclina

ANÁLISIS DE TETRACICLINA					
No.	Codificación	Resultados Tetraciclina	Acuerdo, Ley o Normativo utilizado	Reglamento Técnico de Costa Rica 401-2006	Límite de Detección
1	CA-LV-008-017-001-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
2	CA-LV-013-016-002-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
3	CA-LV-001-001-004-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
4	CA-LV-009-006-005-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
5	CA-LV-014-022-006-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
6	CA-LV-011-005-007-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
7	CA-LV-008-006-008-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
8	CA-LV-008-006-009-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
9	CA-LV-008-006-009-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
10	CA-LV-001-001-011-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
11	CA-LV-009-005-012-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
12	CA-LV-001-004-013-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
13	CA-LV-006-021-014-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
14	CA-LV-006-021-015-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
15	CA-LV-008-006-016-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
16	CA-LV-001-018-017-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
17	CA-LV-012-022-018-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
18	CA-LV-001-005-019-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
19	CA-LV-002-008-020-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb
20	CA-LV-005-005-021-2016	< 0.1 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	100 PPB	1 ppb

Fuente: Elaboración propia

## Resultados para Penicilina

ANÁLISIS DE PENICILINA					
No.	Codificación	Resultados Penicilina	Acuerdo, Ley o Normativo utilizado	Reglamento Técnico de Costa Rica 401-2006	Límite de Detección
1	CA-LV-008-017-001-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
2	CA-LV-013-016-002-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
3	CA-LV-001-001-004-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
4	CA-LV-009-006-005-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
5	CA-LV-014-022-006-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
6	CA-LV-011-005-007-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
7	CA-LV-008-006-008-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
8	CA-LV-008-006-009-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
9	CA-LV-008-006-009-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
10	CA-LV-001-001-011--2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
11	CA-LV-009-005-012-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
12	CA-LV-001-004-013-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
13	CA-LV-006-021-014-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
14	CA-LV-006-021-015-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
15	CA-LV-008-006-016-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
16	CA-LV-001-018-017-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
17	CA-LV-012-022-018-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
18	CA-LV-001-005-019-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
19	CA-LV-002-008-020-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb
20	CA-LV-005-005-021-2016	< 0.2 ppb	Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada	4PPB	0.2 ppb

Fuente: Elaboración propia



## Resultados para Ivermectina

ANÁLISIS DE IVERMECTINA					
No.	Codificación	Resultados de Ivermectina	Acuerdo, Ley o Normativo utilizado	Límite Máximo Residual según CODEX ALIMENTARIUS	Límite de Detección
1	CA-LV-008-017-001-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
2	CA-LV-013-016-002-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
3	CA-LV-001-001-004-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
4	CA-LV-009-006-005-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
5	CA-LV-014-022-006-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
6	CA-LV-011-005-007-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
7	CA-LV-008-006-008-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
8	CA-LV-008-006-009-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
9	CA-LV-008-006-009-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
10	CA-LV-001-001-011--2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
11	CA-LV-009-005-012-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
12	CA-LV-001-004-013-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
13	CA-LV-006-021-014-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
14	CA-LV-006-021-015-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
15	CA-LV-008-006-016-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
16	CA-LV-001-018-017-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
17	CA-LV-012-022-018-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
18	CA-LV-001-005-019-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
19	CA-LV-002-008-020-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm
20	CA-LV-005-005-021-2016	< 100ppm	Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los alimentos. Codex alimentarius (Julio 2012)	10 ppb o 100,000 ppm	100ppm

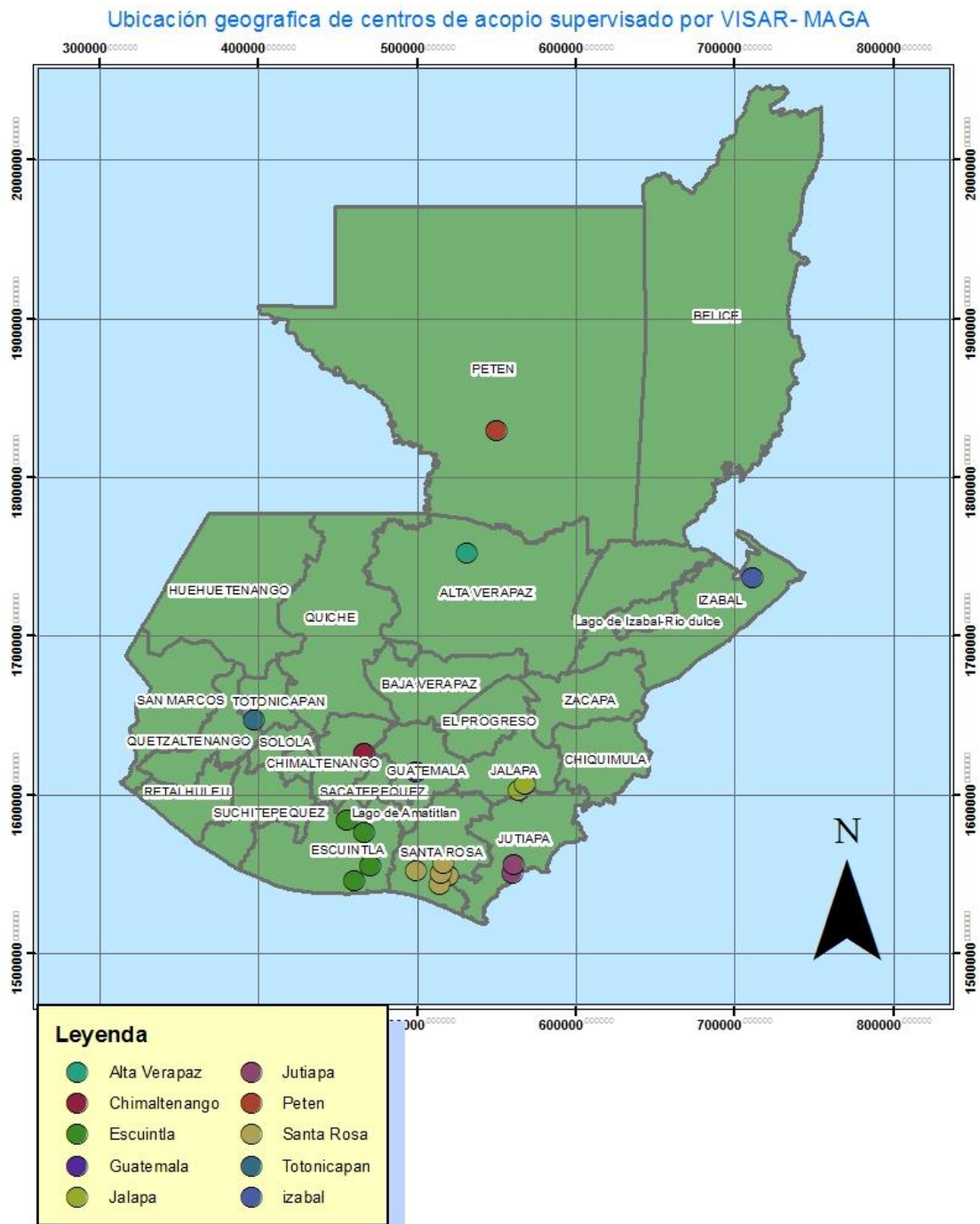
Fuente: Elaboración propia

## Resultados para Aflatoxina M1

ANÁLISIS DE AFLATOXINA M1					
No.	Codificación	Resultados de AFLATOXINA M1	Acuerdo, Ley o Normativo utilizado	FDA 2002 contaminantes para leche cruda	Límite de Detección
1	CA-LV-008-017-001-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
2	CA-LV-013-016-002-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
3	CA-LV-001-001-004-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
4	CA-LV-009-006-005-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
5	CA-LV-014-022-006-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
6	CA-LV-011-005-007-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
7	CA-LV-008-006-008-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
8	CA-LV-008-006-009-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
9	CA-LV-008-006-009-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
10	CA-LV-001-001-011-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
11	CA-LV-009-005-012-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
12	CA-LV-001-004-013-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
13	CA-LV-006-021-014-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
14	CA-LV-006-021-015-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
15	CA-LV-008-006-016-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
16	CA-LV-001-018-017-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
17	CA-LV-012-022-018-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
18	CA-LV-001-005-019-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
19	CA-LV-002-008-020-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5 PPB	0.125 ppb
20	CA-LV-005-005-021-2016	< 0.125 ppb	FDA 2002 otros contaminantes para leche cruda	0.5PPB	0.125 ppb

Fuente: Elaboración propia

## Mapa con ubicación geográfica de los centros de acopio supervisados por el VISAR-MAGA

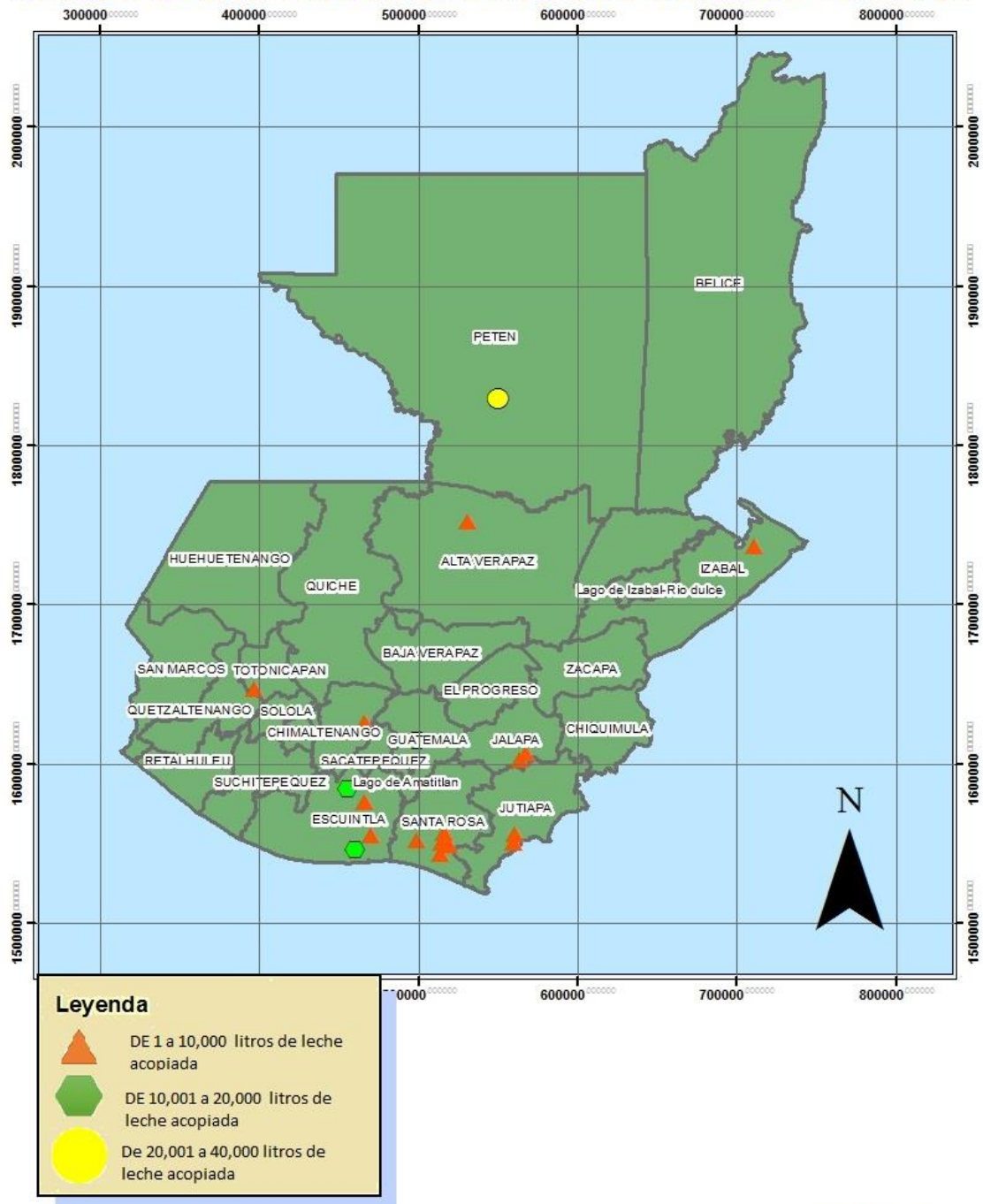


1:2,943,113

Fuente: Elaboración propia

## Cantidad de litros de leche que se acopian en los Centros de acopio supervisados por el VISAR-MAGA

Cantidad de litros de leche que recibe cada centro de acopio supervisado por VISAR- MAGA



1:2,943,113

Fuente: Elaboración propia

## Boleta para la toma de muestras de leche utilizada por el personal de inocuidad durante el año 2016



Viceministerio de Sanidad, Agropecuaria y Regulaciones  
**DIRECCIÓN DE INOCUIDAD**  
 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación  
 Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones  
 Dirección de Inocuidad  
 Departamento de Productos de Origen Animal e Hidrobiológico

### **BOLETA DE TOMA DE MUESTRAS DE LECHE**

1. Código del Centro de Acopio: \_\_\_\_\_
2. Fecha de toma de la muestra: \_\_\_\_\_
3. Hora de la toma de la muestra: \_\_\_\_\_
4. Sitio de la toma de la muestra: \_\_\_\_\_
5. Fecha de entrega de la muestra al laboratorio: \_\_\_\_\_
6. Hora en que se entregó la muestra al laboratorio: \_\_\_\_\_
7. Análisis que se van a realizar: \_\_\_\_\_
8. Coordenadas Geográficas:

<b>Coordenada geográfica</b>	
<b>Latitud</b>	
<b>Longitud</b>	
<b>Altitud</b>	

9. Análisis que se van a realizar:

<b>PRODUCTO</b>	<b>ANALISIS SOLICITADO</b>
<b>LECHE CRUDA</b>	<b>ANTIBIÓTICOS</b> Tetraciclina Florfenicol Penicilina Enrofloxacin Cloretetraciclina
<b>LECHE CRUDA</b>	<b>MICOTOXINAS</b> Aflatoxina M1
<b>LECHE CRUDA</b>	<b>ANTHEMINTICOS</b> Ivermectina Abamectina Doramectina
<b>LECHE CRUDA</b>	<b>MICROBIOLÓGICO</b> Recuento total bacteriano Recuento de Coliformes Fecales E. coli Salmonella Staphylococcus sp. V. cholerae Listeria monocytogenes

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

## Boleta de inspección utilizada por el personal de inocuidad durante el año 2016

Viceministerio de Sanidad, Agropecuaria y Regulaciones  
DIRECCIÓN DE INOCUIDAD  
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación  
Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones  
Dirección de Inocuidad



### **BOLETA DE INSPECCION CENTRO DE ACOPIO**

INTRODUCCION: Conocer acerca de la distribución de leche cruda en los diferentes centros de acopio, registrados por el ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Los datos obtenidos serán utilizados por la dirección de inocuidad VISAR-MAGA. Los cuales se manejarán con suma confidencialidad.

1. Nombre del centro de acopio: \_\_\_\_\_
2. Código del centro de acopio: \_\_\_\_\_
3. Ubicación: \_\_\_\_\_
4. Coordenadas geográficas:

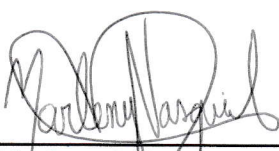
Coordenada geográfica	
Latitud	
Longitud	
Altitud	

5. Datos del centro de acopio:  
-Nombre del encargado \_\_\_\_\_  
-correo: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_
6. Cantidad de leche (litros) que acopia por día: \_\_\_\_\_
7. ¿Cuántos tanques de enfriamiento poseen y de que capacidad? \_\_\_\_\_
8. ¿Cada cuánto tiempo entregan o llegan a recoger la leche cruda al centro de acopio?  
\_\_\_\_\_
9. **PROVEEDORES**  
¿Cuántos proveedores le entregan leche cruda? \_\_\_\_\_  
¿De qué lugares proviene la leche (aldea y municipio)  
\_\_\_\_\_  
¿Quién realiza el transporte de leche y bajo qué condiciones?  
\_\_\_\_\_  
¿Cuánto tiempo tarda en llegar la leche desde las salas de ordeño al centro de acopio?  
\_\_\_\_\_
10. ¿Realizan algún tipo de pruebas a la leche al momento de la recepción o durante el acopio de la misma?  
Si la respuesta es afirmativa, que tipos de pruebas realiza.  
\_\_\_\_\_
11. Llevan registro del control de la temperatura de la leche durante el acopio \_\_\_\_\_
12. ¿A qué lugar entregan la leche en el centro de acopio?  
\_\_\_\_\_

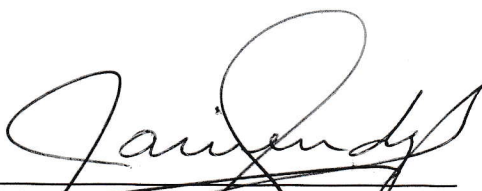
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

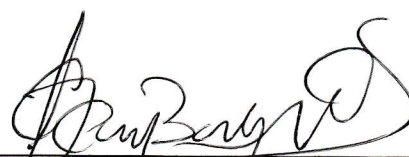
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

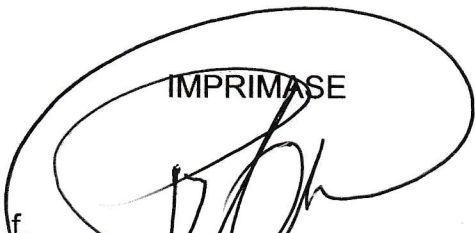
**ESTUDIO RETROSPECTIVO SOBRE LA PRESENCIA DE  
RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS, MICOTOXINAS E IVERMECTINA  
EN LECHE CRUDA DE VACA EN CENTROS DE ACOPIO  
SUPERVISADOS POR LA DIRECCIÓN DE INOCUIDAD, VISAR-  
MAGA, DURANTE EL AÑO 2016**

f.   
Marleny Vásquez Cifuentes

f.   
Lic. Zoot. Luis Alberto Villeda  
Lanuza  
ASESOR PRINCIPAL

f.   
M.A. Jaime Rolando Méndez  
Sosa  
ASESOR

f.   
M.V. David Alejandro Baiza Molina  
EVALUADOR

f.   
M.A. Rodolfo Chang Shum  
DECANO

