

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

**TEMA:  
“DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EN CARNE Y  
VÍSCERAS DE ORIGEN BOVINO QUE SE EXPENDEN EN LA CIUDAD DE  
QUITO”**

**AUTOR:  
GABRIEL ALEJANDRO NOROÑA BASTIDAS**

**TUTORA:  
NANCY FABIOLA BONIFAZ GARCÍA**

**Quito, agosto del 2017**

## Cesión de derechos de autor

Yo, Gabriel Alejandro Noroña Bastidas, con documento de identificación N° 1718160938, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: “Determinación de residuos de antibióticos en carne y vísceras de origen bovino que se expenden en la ciudad de Quito” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....  
Nombre: Gabriel Alejandro Noroña Bastidas

Cédula: 1718160938

Quito, agosto del 2017

### **Declaratoria de coautoría del docente tutor**

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “Determinación de residuos de antibióticos en carne y vísceras de origen bovino que se expenden en la ciudad de Quito” realizado por Gabriel Alejandro Noroña Bastidas, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto del 2017



.....  
Nancy Fabiola Bonifaz García

Cédula de identidad: 0602085110

## **Dedicatoria**

A Dios por guiarme día a día, por hacer que ante cualquier adversidad nunca me rinda y permitirme llegar a este momento especial en mi vida.

A mis padres Angélica y Patricio, quienes con sus consejos han sabido guiarme para culminar mis estudios, por brindarme su amor, enseñanza, por su esfuerzo para que nunca me falte nada, por apoyarme incondicionalmente en cada momento de mi vida y hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos Carla y Antony, por demostrarme su cariño, haber compartido momentos únicos en mi vida, por estar en los buenos y malos momentos

## **Agradecimiento**

A la Universidad Politécnica Salesiana y al grupo de Investigación NUNKUI WAKAN por hacer posible la ejecución y financiamiento del proyecto.

A la Agencia de Aseguramiento de Control de la Calidad del Agro-AGROCALIDAD por su amable acogida y haberme dado la oportunidad de desarrollar esta investigación en sus instalaciones.

A la Q.A. Paulette Andrade, quien me permitió realizar el proyecto de investigación en el Laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios de AGROCALIDAD, por apoyarme en la ejecución de este proyecto, brindarme sus conocimientos, su amistad y por la capacitación en el método de ELISA.

A mi tutora, Dra. Nancy Bonifaz y al Ing. Janss Beltrán por su apoyo constante, sus recomendaciones, su sabiduría y por guiarme durante la ejecución del trabajo de investigación.

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1 .....	5
Marco Conceptual .....	5
1.1. Inocuidad alimentaria.....	5
1.2. Carne, hígado y riñón de origen bovino.....	6
1.2.1. Consumo mundial de carne .....	8
1.2.2. Consumo nacional.....	11
1.2.3. Producción .....	12
1.3. Residuos de medicamentos veterinarios .....	13
1.3.1. Límites Máximos de Residuos (LMR).....	14
1.4. Antibióticos .....	18
1.4.1. Penicilina G.....	18
1.4.2. Sulfonamidas.....	19
1.4.3. Estreptomicina y gentamicina .....	20
1.4.4. Oxitetraciclina.....	21
1.4.5. Tilosina.....	22
1.4.6. Enrofloxacina .....	23
1.5. Ensayo de Inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) .....	24
Capítulo 2.....	25
Materiales y Métodos .....	25

2.1. Localización .....	25
2.2. Obtención de la muestra.....	25
2.3. Trabajo en Laboratorio.....	26
2.3.1. Preparación de la muestra .....	26
2.3.2. Preparación de reactivos .....	27
2.3.3. Protocolo ELISA.....	27
2.3.4. Lectura de la placa.....	29
2.4. Análisis de resultados.....	29
2.4.1. Determinación de residuos de antibióticos .....	29
2.4.2. Concentración del antibiótico .....	29
2.4.3. Determinación de familia de antibiótico e inocuidad de las muestras .....	31
2.5. Análisis estadístico.....	31
Capítulo 3.....	32
Resultados y Discusión .....	32
3.1. Residuos de Antibióticos .....	32
3.2. Concentración del antibiótico .....	33
3.2.1. Concentración de residuos de penicilina G .....	33
3.2.2. Concentración residuos de sulfonamidas .....	35
3.2.3. Concentración de residuos de estreptomicina .....	37
3.2.4. Concentración de residuos de gentamicina .....	39
3.2.5. Concentración de residuos de Oxitetraciclina.....	41
3.2.6. Concentración de residuos de Tilosina .....	43

3.2.7. Concentración de residuos de Enrofloxacin.....	45
3.2.8. Concentración antibiótico-tejido.....	46
3.3. Familia de antibióticos e inocuidad alimentaria.....	46
3.3.1. Número de antibióticos presentes por muestra .....	47
Conclusiones .....	49
Recomendaciones.....	50
Referencias.....	51
Anexos .....	60

## Índice de tablas

Tabla 1. Panorama mundial del mercado de carnes .....	9
Tabla 2. Producción pecuaria en el Ecuador entre los años 2014 y 2016.....	12
Tabla 3. Límites máximos permisible para residuo de penicilina G, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina en ganado bovino por tipo de tejido analizado	17
Tabla 4. Límites máximos permisibles para residuo de enrofloxacin y enrofloxacin en ganado bovino por tipo de tejido analizado.....	17
Tabla 5. Kits ELISA para análisis de muestras.....	27
Tabla 6. Número de muestras positivas a antibióticos.....	32
Tabla 7. Concentración de residuos de penicilina G en tejidos y mercados .....	34
Tabla 8. Concentración de residuos de sulfonamidas en tejidos y mercados .....	36
Tabla 9. Concentración de residuos de estreptomicina en tejidos y mercados.....	38
Tabla 10. Concentración de residuos de gentamicina en tejidos y mercados .....	40
Tabla 11. Concentración de residuos de Oxitetraciclina en tejidos y mercados.....	42
Tabla 12. Concentración de residuos de Tilosina en tejidos y mercados.....	44
Tabla 13. Familia de Antibiótico con más concentración.....	46

## Índice de figuras

Figura 1. Consumo de carne en el mundo, 2007 – 2017.....	10
Figura 2. Proyección de la producción y el consumo de carne de bovino, 2008 – 2025.....	11
Figura 3. Provincias del Ecuador con más producción de ganado bovino entre los años 2014 y 2016 .....	12
Figura 4. Curva de calibración penicilina G con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica .....	33
Figura 5. Curva de calibración sulfonamidas con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica .....	35
Figura 6. Curva de calibración estreptomicina con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica .....	37
Figura 7. Curva de calibración gentamicina con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica .....	39
Figura 8. Curva de calibración oxitetraciclina con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica .....	41
Figura 9. Curva de calibración tilosina con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica.....	43

Figura 10. Curva de calibración enrofloxacin con valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia en contra de la concentración ng/mL en una curva logarítmica ..... 45

Figura 11. Número de antibióticos presentes en las diferentes muestras..... 48

## Índice de Anexos

Anexo 1. Preparación de la muestra.....	60
Anexo 2. Protocolo ELISA .....	63
Anexo 3. Lectura de la placa.....	64
Anexo 4. Informe de análisis emitido por el Laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios .....	65
Anexo 5. Interacción Antibiótico-Tejido .....	76

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue detectar y cuantificar las concentraciones de residuos de penicilina G, sulfonamidas, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina y enrofloxacina en muestras de músculo, hígado y riñón bovino. Se analizó siete antibióticos a 27 muestras, las cuales fueron tomadas de cinco mercados y cuatro supermercados de la ciudad de Quito. Las muestras fueron identificadas y transportadas para su análisis al laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios de AGROCALIDAD. Para la determinación de residuos de antibióticos se utilizó kits de test BIIO Scientific basados en el método de Ensayo de Inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA), el cual consiste en un ensayo colorimétrico competitivo, en que el anticuerpo de una muestra compite con el conjugado por sitios de unión del antígeno. Los resultados determinaron que 22 de las 27 muestras fueron positivas a residuos de penicilina, 12 a residuos de sulfonamidas, 5 a residuos de oxitetraciclina; 3 a residuos de gentamicina y tilosina; 2 a residuos de estreptomicina y ausencia a residuos de enrofloxacina. La familia de antibióticos que presentó la concentración de residuos más alta fue de aminoglucósidos. Para establecer los niveles de aceptación de las muestras evaluadas y conocer si las concentraciones se encuentran dentro de los Límites Máximos de Residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en músculo, hígado y riñón se tomaron como referencia los LMR establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius y por el Reglamento 37/2010 de la Unión Europea. De las muestras positivas, ninguna superó los LMR permitidos por la norma internacional de alimentos.

**Palabras Clave:** Residuos de antibióticos, carne, vísceras bovino, LMR, ELISA

## **Abstract**

The objective of this research was to detect and quantify the concentrations of residues of penicillin G, sulfonamides, streptomycin, gentamicin, oxytetracycline, tylosin and enrofloxacin in samples of muscle, liver and kidney bovine. Seven antibiotics were analyzed in 27 samples, which were taken from five markets and four supermarkets in Quito city. The samples were identified and transported for analysis to the laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios de AGROCALIDAD. For the determination of antibiotic residues, BIOO Scientific test kits based on the enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) method, which consists of a competitive colorimetric assay, in which the antibody from a sample competes with the Conjugated by antigen binding sites. The results determined that 22 of the 27 samples were positive to penicillin residues, 12 to sulfonamide residues, 5 to oxytetracycline residues; 3 to gentamicin and tylosin residues; 2 to streptomycin residues and absence to residues of enrofloxacin. The family of antibiotics that presented the highest concentration of residues was aminoglycoside. In order to establish the levels of acceptance of the samples evaluated and to know if the concentrations are within the Maximum Residue Limits (MRLs) of veterinary drugs in muscle, liver and kidney, were taken as references to the MRLs established by the Codex Alimentarius Commission and by Regulation 37/2010 of the European Union. Of the positive samples, none exceeded the MRLs allowed by the international food standard.

**Keywords:** Residues of antibiotics, meat, bovine viscera, MRLs, ELISA

## **Introducción**

En el Ecuador la carne de bovino es muy consumida, alrededor de 13,8 toneladas por año, lo cual genera ingresos de aproximadamente 106 483 265 millones de dólares (Agroecuador, 2012). Además, el Camal Metropolitano de Quito faenó en 2015, 56 992 bovinos cuyo fin fue el consumo humano, ya sea para venta directa en mercados y supermercados de la ciudad, o como materia prima para alimentos procesados (EMRAQ-EP, 2015).

Según la Resolución N° 111 de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) en el Capítulo VII del Manejo de los Productos de Uso Veterinario y Fitosanitario, Art 17 De la Utilización de los productos de uso Veterinario, literal b) indica que: La prescripción de productos farmacológicos, biológicos, químicos, aditivos y alimentos medicados para uso y consumo animal deben estar bajo la responsabilidad de un profesional médico veterinario y se debe observar estrictamente los plazos de espera o de retiro recomendados en la etiqueta del producto registrado, para que los niveles de residuos en los alimentos de origen animal no entrañen ningún riesgo al consumidor según la especie animal, las recomendaciones y las dosis indicadas en la etiqueta y el criterio del profesional médico veterinario (AGROCALIDAD, 2012).

En la producción de ganado bovino generalmente se utilizan gran variedad de productos farmacológicos, como penicilina G, sulfonamida, estreptomina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina y enrofloxacin. Estos antibióticos son administrados de forma zootécnica o terapéutica en tratamientos de enfermedades, en control de entidades infecciosas, en la producción animal para optimizar la conversión

alimenticia, o como sustancias promotoras de crecimiento. Pero cuando se utilizan de forma fraudulenta, inapropiada, excesiva, no se cumple los tiempos de retiro o la aplicación de estos es realizada por personal no idóneo, puede darse la presencia de residuos en productos destinados al consumo humano, estos residuos no poseen riesgo para la salud humana si las drogas veterinarias son apropiadamente administradas en las dosis recomendadas. Sin embargo, pueden constituir un riesgo en la salud pública al generar productos de baja calidad y causar en los consumidores efectos tóxicos, efectos mutagénicos, carcinogénicos, reacciones alérgicas, fenómenos de resistencia bacteriana, entre otros (Duarte & Pena , 2015; Doyle, 2006).

Los LMR (Límites Máximos de Residuos) fueron establecidos para un número de antibióticos en tejidos comestibles (músculo, hígado, riñones), con el propósito de minimizar el riesgo y guardar el bienestar de la salud humana relacionado con el consumo. El uso indiscriminado de fármacos en la producción animal ha sido una de las razones por las cuales los organismos oficiales se han interesado en la vigilancia de residuos químicos en productos comestibles de origen animal (Sumano & Ocampo, 2006).

Para la aplicación de los LMR de medicamentos veterinarios en músculo y vísceras para el consumo humano, nuestro país se basa en la norma de la Comisión del Codex Alimentarius celebrada en julio del año 2015 y el Reglamento (UE) N° 37/2010 de la Comisión de 22 de diciembre de 2009.

Ecuador con el fin de garantizar la inocuidad de los productos alimenticios de origen animal, anhela optar un Sistema Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los

Alimentos, dispuesto, eficaz, integrado e incluyente, que esté en condiciones para proteger la salud de las personas y los derechos de los consumidores, así como asumir el desafío de aumentar la competitividad de las actividades económicas que producen alimentos (AGROCALIDAD, 2015).

Por ello, el análisis de residuos de medicamentos veterinarios constituye un pilar fundamental asociado con la inocuidad, ya que en muchos casos se desconoce el estatus sanitario de los productos de origen animal, en razón a la carencia de un estudio base que permita conocer los factores de riesgo por peligros biológicos, peligros químicos y contaminantes como residuos de medicamentos veterinarios, plaguicidas, toxinas, aditivos y metales pesados (AGROCALIDAD, 2015).

Uno de los métodos fundamentales utilizados en la determinación de residuos de medicamentos veterinarios en productos de origen animal de consumo regular para los seres humanos; es el ensayo ELISA una técnica sencilla, rápida, precisa, permite realizar en una sola lectura el análisis de varias muestras, menos costosa que otras técnicas que tienen el mismo propósito como HPLC y además presenta una elevada sensibilidad y hoy en día se aplica en la mayoría de Laboratorios (Pastor & otros, 2007; Cultek, 2006).

En nuestro país existen estudios sobre antibióticos en leche (Cholca, 2011), pero no de residuos de medicamentos en músculo y viseras de origen bovino, es por esto que este proyecto tiene como propósito dar a conocer, tanto a los consumidores y a las instituciones reguladoras de la calidad de productos de consumo humano, la presencia de residuos de medicamentos de uso veterinario en productos alimenticios de origen

animal, ya que afectan la calidad de estos convirtiéndose en un problema de salud pública.

Por lo expuesto, en esta investigación se planteó como objetivo general: Determinar residuos de antibióticos en carne y vísceras de origen bovino comercializadas en la ciudad de Quito mediante el método de ELISA, y como objetivos específicos: Determinar las familias de antibióticos en carne y vísceras bovina distribuida en mercados y supermercados de los sectores norte y sur de la ciudad de Quito. Cuantificar la concentración de antibióticos en carne y vísceras. Determinar la inocuidad alimentaria de la carne de origen bovina en función de la concentración de los antibióticos detectados.

# Capítulo 1

## Marco Conceptual

### 1.1. Inocuidad alimentaria

La contaminación química de los alimentos puede originarse de manera natural o accidental, o generarse a partir de residuos de compuestos químicos añadidos intencionalmente con un propósito técnico. Entre estos posibles contaminantes, los más importantes son los agentes fitosanitarios y las drogas de uso veterinario. Los compuestos farmacéuticos veterinarios son utilizados con el fin de controlar las enfermedades que pueden sufrir los animales, que luego se convertirán en productos agropecuarios de consumo humano. En este sentido, la mayor preocupación proviene de las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) generadas por bacterias, las cuales, subsecuentemente, son tratadas con antibióticos que, a su vez, pueden convertirse en contaminantes químicos (Engo, y otros, 2015).

El consumo de alimentos insalubres ha generado la enfermedad y muerte de millones de personas, esto representa una gran carga para el ámbito de la salud, por lo tanto, en el año 2000, los Estados Miembros de la OMS decidieron crear una resolución donde se reconoce la importancia de la inocuidad alimenticia, definiéndola como el conjunto de actividades o acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad de los alimentos, cumpliendo con políticas y actividades que abarquen todos los ámbitos desde la producción hasta el consumo (OMS, 2017).

La inocuidad de los alimentos también puede definirse como el conjunto de acciones necesarias durante su producción, almacenamiento, distribución y preparación, que se llevan a cabo con el fin de garantizar y asegurar que, una vez ingeridos, no representen

un riesgo para la salud de quien lo consume. En las cadenas agroalimentarias se le considera como una responsabilidad conjunta del Gobierno, la industria y los consumidores (Ministerio de Salud, 2017).

En las últimas décadas, se han ido incrementando las exigencias de los consumidores en cuanto a la inocuidad de los alimentos, ya que la población ha tomado consciencia que este aspecto es un atributo de los alimentos que no puede ser negociable. A pesar de ello, a nivel mundial, incluso en las áreas más desarrolladas, las ETA representan un grave problema que genera elevados costos humanos y económicos. Eliminar los peligros microbiológicos y químicos de las cadenas alimentarias es una difícil tarea, incluso para países que emplean modernos sistemas de vigilancia, control y novedosas tácticas de mitigación (Engo, y otros, 2015).

El consumo de alimentos inocuos es fundamental para conservar la salud, ya que los alimentos insalubres pueden generar hasta 200 tipos de enfermedades diferentes que van desde las más comunes diarreas hasta el cáncer. Los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad (OMS, 2015).

## **1.2. Carne, hígado y riñón de origen bovino**

### **Carne de bovino**

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) afirma que Ecuador es un país autosuficiente en cubrir la demanda de carne bovina, pues se constató para el año 2016 que se producen alrededor de 200 mil toneladas métricas de este producto y que tan solo un 0,01% es importado (MAGAP, 2017).

La carne ha venido convirtiéndose en una parte esencial de la dieta diaria de las personas, debido a su alto contenido proteínico mismo que beneficia a la salud humana. El Codex Alimentarius ha definido a la carne como todas las partes de un animal que han sido consideradas inocuas para el consumo humano, sin embargo, la denominación más común para la carne es el músculo esquelético obtenido por la caza o por técnicas ganaderas que sirve para la elaboración de productos alimenticios del ser humano. La carne se compone por tres tipos de tejidos: tejido muscular: es el tejido más abundante y fácil de separar; tejido conjuntivo: forma un tendón para unir el músculo al hueso; tejido graso: son células de grasa que sirven para dar energía al tejido muscular, así como también para caracterizar a la carne es decir para darle textura, color y sabor. Con respecto a la composición de la carne bovina se puede manifestar que está compuesta por agua, vitaminas, ácidos grasos, minerales, proteínas, aminoácidos, grasas y demás componentes bioactivos al igual que minoritarias cantidades de hidrato de carbono y su composición química variara de acuerdo con distintos factores como son: zona anatómica, sexo, edad, raza, alimentación y especie (Araneda, 2016).

### **Riñones de bovino**

Los riñones son órganos sublumbaros macizos que tienen como función principal mantener la homeostasis interna a través de la producción de orina, eliminar desechos y agua, se encuentra ventralmente en los músculos sublumbaros uno de cada lado, pesa aproximadamente 700 g y está compuesto por caras, bordes y extremidades (Ghezzi & Castro, 2011).

Cabe mencionar que la estructura del riñón del bovino no presenta pelvis renal, debido a que el uréter comienza en los cálices mayores seguido de los cálices menores, mismos que contienen una papila renal en los cuales desembocan los conductos

papilares, es el principio dilatado del canal de excreción, tiene una forma alargada ante o posteriormente y deprimida dorsoventralmente, de igual forma tiene una túnica fibrosa externa, muscular media y mucosa interna. El riñón de los bovinos se divide por cisuras en lóbulos que presentan grasa en su interior (Gélvez, 2017).

### **Hígado de bovino**

El hígado es un órgano importante para mantener la homeostasis metabólica en los animales, se involucra en la síntesis de proteínas séricas, excreción de desechos, biotransformación de los metabolitos circulatorios y detoxificación. Es vulnerable a agresiones de tipo microbianas, tóxicas, metabólicas y circulatorias y en caso de haberlas vencido, la función hepática empezara a presentar consecuencias graves después de un tiempo, es decir, cuando el 50% de su parénquima se encuentre afectado. Se ubica casi totalmente en el lado derecho del plano medio y consta de bordes, vasos, lóbulos y conductos, así como de dos caras, la cara parietal relacionada con la posición del diafragma en contacto con las tres últimas costillas y la cara visceral, que es irregular debido a las impresiones producidas por órganos continuos, el peso en el hígado de bovinos varia de 4,5 a 5,5 kg (De Luca, 2005).

#### **1.2.1. Consumo mundial de carne**

Con el consumo actual de las carnes pueden aparecer las oportunidades de agregación de valores, reducción de precios, fomentación de la inocuidad y ampliación de la vida útil, lo que posiblemente adicional a generar ingresos en el hogar, también proporcionaría una mejor nutrición. En los países desarrollados el consumo de carne es alto y en los países subdesarrollados es inferior (FAO, 2014).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha desarrollado un programa sobre carnes y sus productos derivados, que tiene como

finalidad asistir a sus países miembros, para mitigar la pobreza a través del desarrollo de su sector pecuario, favoreciendo, entre otras acciones, la promoción de sistemas inocuos (FAO, 2014).

En la tabla 1 que se muestra a continuación se puede apreciar un panorama mundial de consumo de carnes, resaltando las cifras de producción y comercio de carne de bovino, de especial interés en esta investigación (FAO, 2014).

Tabla 1.  
Panorama mundial del mercado de carnes

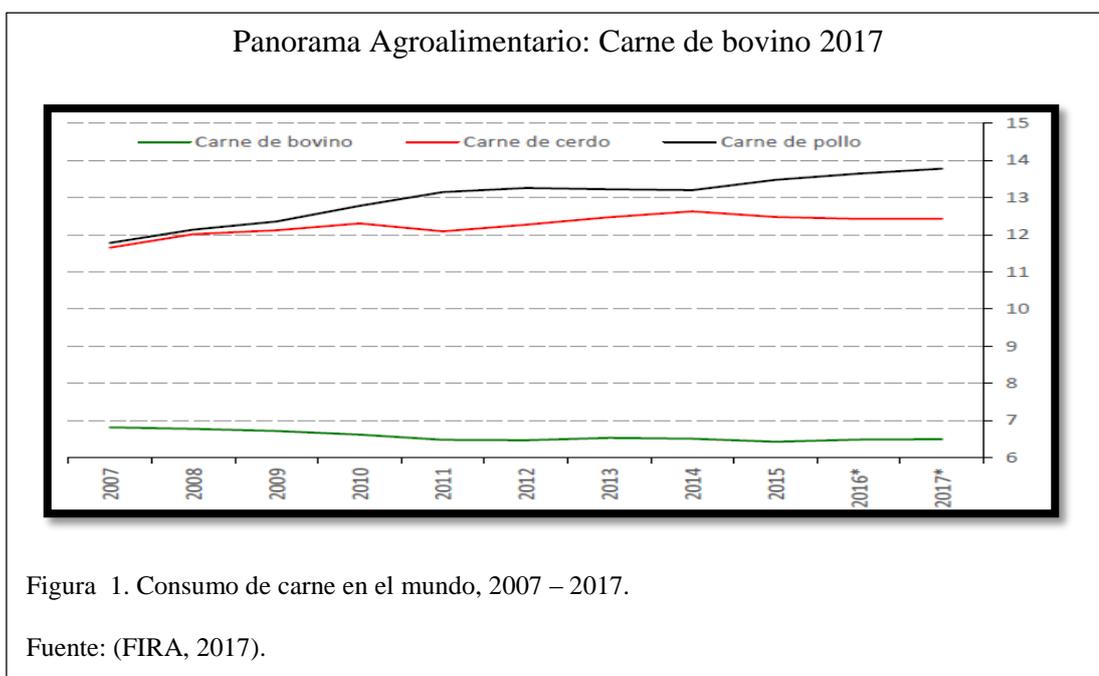
	2012	2013 estim.	2014 pronóst	Variación de 2014 a 2013
	millones de toneladas			%
<b>BALANZA MUNDIAL</b>				
<b>Producción</b>	<b>304,2</b>	<b>308,5</b>	<b>311,8</b>	<b>1,1</b>
<b>Carne de bovino</b>	<b>67,0</b>	<b>67,7</b>	<b>68,0</b>	<b>0,5</b>
Carne de ave	105,4	107,0	68,0	1,6
Carne de cerdo	112,4	114,3	115,5	1,1
Carne de ovino	13,7	13,9	14,0	0,5
<b>Comercio</b>	<b>29,7</b>	<b>30,9</b>	<b>31,3</b>	<b>1,4</b>
<b>Carne de bovino</b>	<b>8,0</b>	<b>9,1</b>	<b>9,4</b>	<b>3,5</b>
Carne de ave	13,0	13,2	13,5	2,4
Carne de cerdo	7,5	7,4	7,2	-2,1
Carne de ovino	0,8	1,0	1,0	-3,7
<b>INDICADORES DE LA OFERTA Y LA DEMANDA</b>				
<b>Consumo humano per cápita (kg/año)</b>				
<b>Mundial</b>	<b>42,9</b>	<b>42,9</b>	<b>42,9</b>	<b>-0,1</b>
Desarrollados	76,2	75,9	76,1	0,3
En desarrollo	33,5	33,7	33,7	0

**Nota:** Perspectivas alimentarias-Análisis del mercado mundial **Fuente:** (FAO, 2014).

Un estudio realizado en el periodo 2007 – 2017 acerca del consumo mundial de carne de bovino indico que la tasa promedio anual había crecido un 0,1%, los países reportados como mayores consumidores y con mayor incremento de consumo de este producto son: Turquía, China, Brasil, Pakistán y la India, así mismo, dentro del mismo periodo, se reportaron países en los que el consumo del producto decreció siendo estos: Estados Unidos, Rusia, Unión Europea, México y Argentina, se cree que entre los

factores influyentes en dicho decrecimiento están los altos precios y la sustitución del producto (FIRA, 2017).

Con relación al consumo per cápita mundial de carne de bovino se redujo a una tasa anual promedio de 0,6%, mientras que el consumo per cápita de otras carnes provenientes de otros animales aumentaron su consumo, ver Figura 1. Se estima que para el año 2025 el consumo per cápita de la carne bovina este ubicada en un rango de 6,5 kg. Actualmente, en Latinoamérica, el consumo per cápita de carne es el triple del valor estimado a nivel mundial (FIRA, 2017).



A pesar de la ligera disminución en el consumo per cápita de carne de bovino en los últimos años, se proyecta que a partir del 2017 tanto la producción como el consumo se incremente a un ritmo de 1,3% anual como se muestra en la Figura 2.

### Incremento anual de producción y consumo

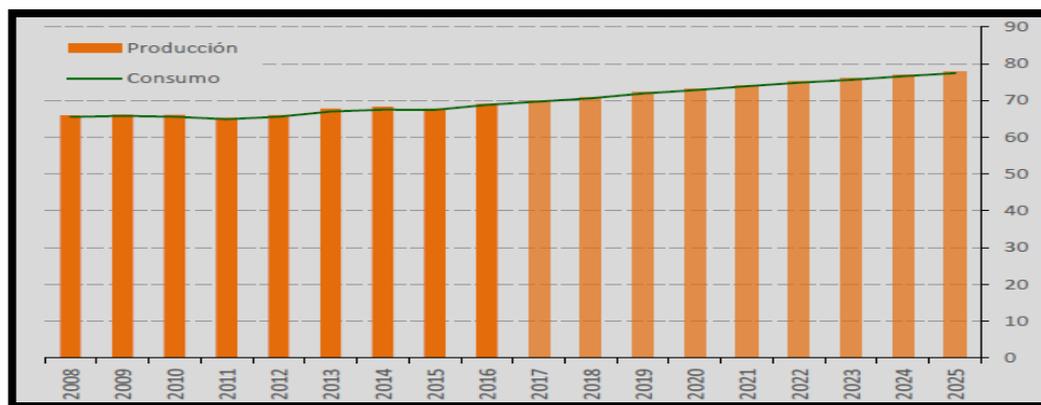


Figura 2. Proyección de la producción y el consumo de carne de bovino, 2008 – 2025.

Fuente: (FIRA, 2017)

#### 1.2.2. Consumo nacional

Un estudio realizado en el año 2016 sobre la producción de carne bovina indica que este país cuenta con suficiente cantidad de carne como para satisfacer las necesidades de sus habitantes, puesto que anualmente se procesan alrededor de 220 000 toneladas métricas de este producto bovino. Se considera que la región Costa es la que más destina su ganado para la producción de carnes con un porcentaje del 40%, no obstante, las provincias que más consumen este tipo de producto son Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Loja, Azuay y Carchi. Así mismo los datos arrojados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) indican que Ecuador cuenta con una población ganadera de 5,2 millones (LIDERES, 2015).

De acuerdo con los datos arrojados por el INEC, el consumo per cápita de carne bovina alcanzó aproximadamente los 17 kg. Con respecto a los hábitos de consumo se pudo notar que cada familia destina al menos un 12% del capital monetario obtenido mensualmente para la compra de algún tipo de producto cárnico (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2013).

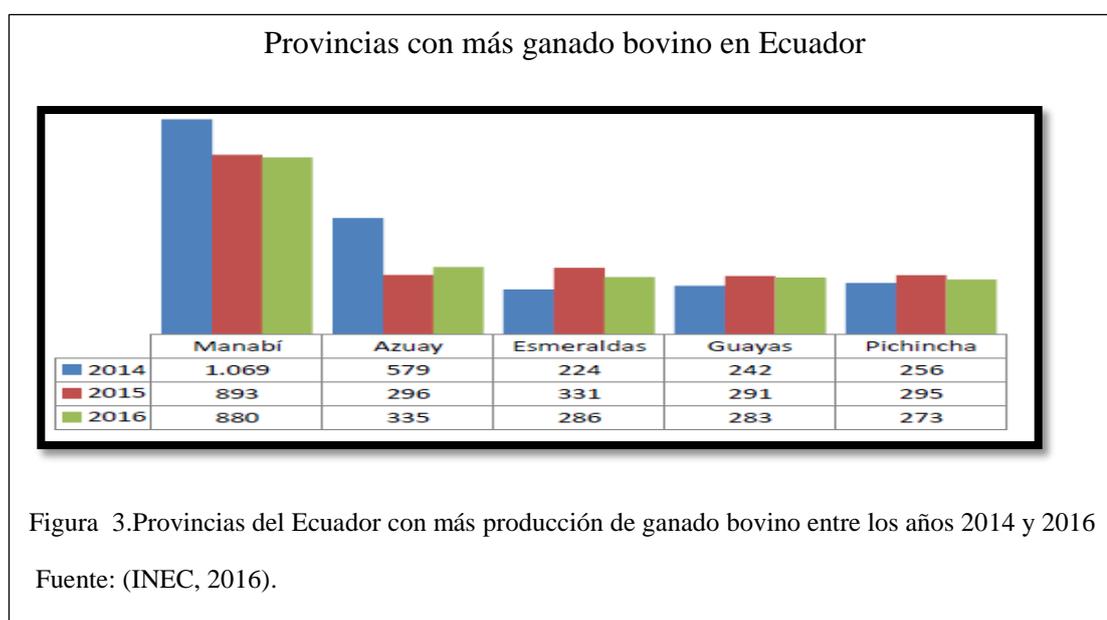
### 1.2.3. Producción

Dentro de los principales indicadores pecuarios en el Ecuador, resalta que el ganado bovino lidera este sector, con 4,13 millones de cabezas, siendo el de mayor producción ver Tabla 2. El porcentaje de existencia de ganado bovino en las regiones del Ecuador, corresponden a un 49,48% en la Sierra, 41,96% en la Costa y el 8,51% al oriente (INEC, 2016), a pesar de ello, en Manabí (21,31% del total nacional) es donde se encuentran la mayor cantidad de número de cabezas de ganado a nivel nacional, tal y como se muestra en la Figura 3.

Tabla 2.  
Producción pecuaria en el Ecuador entre los años 2014 y 2016.

Año	Bovino	Porcino	Ovino
2014	4,579	1,910	619
2015	4,115	1638	507
2016	<b>4,127</b>	<b>1,141</b>	<b>478</b>

**Nota:** Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua **Fuente:** (INEC, 2016).



### **1.3. Residuos de medicamentos veterinarios**

En los últimos años han existido grandes avances tecnológicos en la obtención de alimentos derivados de animales. Algunos de los factores que han influido beneficiosamente en este progreso es el desarrollo innovador de compuestos farmacéuticos y agroquímicos, los cuales tienen como finalidad, el incremento de la producción de estos alimentos. A pesar de los beneficios que presentan los agroquímicos y los medicamentos veterinarios, estos pueden generar serios problemas, a raíz de su uso inadecuado, el desconocimiento de sus posibles efectos tóxicos, de sus riesgos a la salud y medio ambiente, así como la deficiencia de los sistemas gubernamentales de vigilancia y control (Vázquez, y otros, 2002).

Los residuos de medicamentos de uso veterinario comprenden los productos originales y sus metabolitos en cualquier porción comestible del producto animal, así como los residuos de impurezas relacionadas con el medicamento veterinario correspondiente (Cóppola, 2011).

La presencia de residuos de medicamentos veterinarios no solo acarrea problemas de la salud sino también de la producción y del comercio, si bien es cierto los medicamentos veterinarios se utilizan para la prevención o curación de enfermedades en animales, así como acelerar el crecimiento y para garantizar el engorde, al mismo tiempo representa un gran peligro para la salud humana, ya que estos medicamentos pueden pasar a ser parte de la alimentación según la cadena alimenticia, por lo que dichos compuestos están sujetos a límites máximos de uso, así como a una estricta prohibición de su presencia en los alimentos (eurofins, 2017).

La síntesis y el descubrimiento de nuevos quimioterapéuticos y la mejora de los ya existentes han provocado una auténtica revolución médica en el tratamiento de

enfermedades infecciosas. Sin embargo, la extrema versatilidad y adaptabilidad de los microorganismos han inhabilitado la efectividad de las quimioterapias bacterianas; muchas bacterias han ido desarrollando a través del tiempo mecanismos que las protegen contra diversos fármacos (Sumano & Ocampo, 2006).

La utilización de antibióticos contribuye al control de enfermedades bacterianas y, en el área de la producción, ha mejorado el rendimiento productivo de los animales. Sin embargo, su uso inadecuado ha traído como consecuencia algunos efectos adversos, entre ellos la resistencia bacteriana a estos compuestos. Esto constituye, desde el punto de vista de salud pública, un grave problema, debido a que una gran cantidad de enfermedades ya no responden a los antibióticos de uso común. El desarrollo de la resistencia bacteriana a los antibióticos está basado, principalmente, en dos factores: la presión selectiva por el empleo de estos productos y la presencia de genes de resistencia (Falcón, y otros, 2010). Otros efectos adversos son: disminución de la calidad del alimento, alergias, toxicidad aguda o crónica, desórdenes en el desarrollo corporal, efectos carcinogénicos y mutagénicos. Incluso se ha reportado que esta situación puede ser limitante para el desarrollo económico de un país (Lozano & Arias, 2008).

### **1.3.1. Límites Máximos de Residuos (LMR)**

El límite máximo de residuos (LMR) es la concentración máxima de residuos resultante de la utilización de un medicamento veterinario (expresada en mg/kg o µg/kg sobre la base del peso fresco) que la Comisión del Codex Alimentarius recomienda legalmente o reconoce que es admitido en un alimento o en su superficie (FAO, 2016). Toma en cuenta el tipo y la cantidad de residuos que se consideran carentes de todo riesgo toxicológico para la salud humana, utilizando como base la

Ingestión Diaria Admisible (IDA) o sobre la base de una IDA temporal, que usa un factor de inocuidad adicional. También considera otros riesgos pertinentes para la salud pública, así como aspectos tecnológicos de la producción de alimentos (FAO, 1993). La IDA no es más que la estimación realizada por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) de la cantidad de un medicamento veterinario, expresada sobre la base del peso del cuerpo (se considera un peso promedio de 60 kg), que puede ser ingerida diariamente durante la vida sin presentar un riesgo apreciable para la salud (FAO, 1993).

El Ecuador cuenta con una organización nacional denominada Codex Salud, que, mediante el Código de Alimentación, gestiona todo lo relativo a la compilación de las normas, directrices, códigos de comportamiento y recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius, una colección reconocida internacionalmente de estándares, guías, códigos de prácticas y demás recomendaciones relativas a los alimentos, su producción y seguridad alimentaria, bajo el objetivo de la protección del consumidor. Ecuador crea el Comité Nacional del Codex Alimentario mediante el Decreto Ejecutivo 2132 del 29 de septiembre de 2004, publicado en el Registro Oficial N° 437 del 7 de octubre 2004, este es el ente asesor del Gobierno Nacional, encargado del estudio, propuesta, análisis y evaluación de todas aquellas materias relacionadas con el trabajo de la Comisión del Codex Alimentarius y con el Decreto Ejecutivo N° 82 de 15 de Agosto del 2013 se expide la Reorganización del Comité Nacional del Código de Alimentación (Codex Ecuador, 2017). También existe el programa denominado Plan Nacional de Vigilancia y Control de Contaminaciones en la Producción Primaria, que se encarga de controlar los niveles máximos permitidos de los principales productos, con el fin de reducir el riesgo de contaminación alimentaria y velar por la

inocuidad de los alimentos de consumo humano, a partir de los establecido en el Codex Alimentarius (AGROCALIDAD, 2017).

Los límites máximos del Codex Alimentarius para los diversos residuos se establecen en la mayoría de los casos con relación a un determinado producto agrícola bruto y entero, tal como puede adquirirse comercialmente a nivel mundial. En algunos casos, se incluye una calificación que describe la parte del producto agrícola bruto a la que se aplica el LMR, en el caso de las carnes (tejidos musculares, incluidos los tejidos adiposos adheridos, de canales de animales, preparados para la distribución al por mayor) el CAC/GL 41 (Norma del Codex que regula y establece la parte del producto a la que se aplican los límites máximos para residuos) la clasifica en el grupo 25 y establece que el análisis se realiza a todo el producto (sin eliminar ninguna sección del mismo). Para los subproductos de la carne (grupo 27) tejidos y órganos comestibles distintos de la carne y grasas animales, provenientes de animales sacrificados, preparados para la distribución al por mayor, como, por ejemplo: hígado, riñones, lengua, corazón, puede consumirse y se le realizan los análisis pertinentes al producto entero (FAO, 1993).

En las Tablas 3 se reportan los límites máximos permisibles para los residuos de penicilina, estreptomina, gentamicina, oxitetraciclina y tilosina establecidos por el Codex Alimentarius (Norma CAC MRL 2-15) (FAO, 2015). Para los antimicrobianos sulfonamidas y enrofloxacin los LMR están establecido en el Reglamento de la Unión Europea N° 37/2010 de la Comisión de 22 de diciembre de 2009 relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal (Comisión Europea, 2010). Ver Tabla 4.

Es necesario destacar que el Ecuador se rige por esta normativa en función de lo indicado en la norma INEN NTE 2346 (Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. Requisitos) (INEN, 2015) y la INEN NTE 1338:2012 (Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - Madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos) (INEN, 2012).

Tabla 3.

Límites máximos permisibles para residuo de penicilina G, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina en ganado bovino por tipo de tejido analizado

Especie	Medicamento veterinario	Tejido	LMR ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
			Codex Alimentario
Vacuno/ Vaca	Penicilina G	Músculo	50
		Hígado	50
		Riñón	50
	Estreptomicina	Músculo	600
		Hígado	600
		Riñón	1000
	Gentamicina	Músculo	100
		Hígado	2000
		Riñón	5000
	Oxitetraciclina	Músculo	200
		Hígado	600
		Riñón	1200
Tilosina	Músculo	100	
	Hígado	100	
	Riñón	100	

Nota: Límites Máximos de Residuos (LMR) para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. Fuente: (FAO, 2015).

Tabla 4.

Límites máximos permisibles para residuo de enrofloxacin y enrofloxacin en ganado bovino por tipo de tejido analizado

Especie	Medicamento veterinario	Tejido	LMR ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
			Unión Europea
Vacuno/ Vaca	Enrofloxacin	Músculo	100
		Hígado	300
		Riñón	200
	Sulfonamidas	Músculo	100
		Hígado	100
		Riñón	100

Nota: Límites Máximos de Residuos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. Fuente: (Comisión Europea, 2010).

## **1.4. Antibióticos**

Los antibióticos son sustancias producidas por varias especies de microorganismos (bacterias, hongos o actinomicetos) que suprimen el desarrollo de otros microorganismos y que incluso pueden llegar a destruirlos (Sumano & Ocampo, 2006).

Constituyen un grupo heterogéneo de compuestos químicos con variado comportamiento farmacocinético y farmacodinámico, los cuales realizan una acción específica sobre alguna estructura o función del microorganismo, actúan a concentraciones bajas y son tóxicas de manera selectiva. Se caracterizan también por poseer elevada potencia biológica ocasionando una afectación mínima en las células del organismo que lo consume (Seija & Vignoli, 2008). De acuerdo a la quimioterapia de las enfermedades microbianas se clasifican en antimicrobianos, sulfonamidas, antibióticos betalactámicos, aminoglucósidos, tetraciclinas, fenoles, macrólidos, nitrofuranos, bacitracina, quinolonas, fluoroquinolonas, rifamicinas y antimicóticos (Sumano & Ocampo, 2006).

A continuación, se presenta un resumen de los principales aspectos de interés (familia a la que pertenece el compuesto, farmacocinética, tiempo de retiro, efectos adversos y usos en medicina veterinaria) de los antibióticos que se consideran en esta investigación.

### **1.4.1. Penicilina G**

- Familia: pertenece al grupo de los betalactámicos (antibióticos de origen natural o semisintético caracterizado por tener un anillo betalactámico en su estructura). Actúan mediante la inhibición de la etapa final de la síntesis de la pared celular bacteriana, compuestos de acción bactericida relativamente lenta, independiente de

la concentración plasmática, presentan muy poca toxicidad y tienen un margen terapéutico más amplio (Seija & Vignoli, 2008).

- Farmacocinética: la absorción oral difiere en las diferentes penicilinas. La penicilina G no se absorbe bien, esto determina que los niveles séricos alcanzados sean bajos. Se distribuye prácticamente por todo el cuerpo. La excreción es renal. Se excreta por secreción tubular en un 90% y por filtración glomerular el 10%.
- Tiempo de retiro: entre 7 días (Sumano & Ocampo, 2006).
- Efectos adversos: reacciones de hipersensibilidad a mayor frecuencia de reacciones de hipersensibilidad aparece en los jóvenes y personas de mediana edad, no así en niños y ancianos, lo que está relacionado con la capacidad de respuesta del sistema inmune. Para desarrollar la reacción es necesario exponerlo inicialmente al medicamento o sus determinantes antigénicas, que puede ser ambiental u ocupacional. Por ejemplo: al ingerir leche o carne de animales tratados con penicilina (Alpízar, 2000).
- Uso en medicina veterinaria: tratamiento de infecciones bacterianas de bovinos criados para la producción de carne. La Penicilina G es usada para el tratamiento de mastitis, artritis e infecciones respiratorias. Es adecuada para el tratamiento de infecciones por gérmenes extremadamente sensibles como *Streptococcus pyogenes* (Sumano & Ocampo, 2006).

#### **1.4.2. Sulfonamidas**

- Familia: perteneciente a la familia de las sulfonamidas. Las sulfonamidas representan son los primeros agentes quimioterapéuticos que se emplearon para infecciones bacterianas. Poseen un amplio espectro contra gram positivos y gram negativos. Estos fármacos están compuestos de un grupo de sulfuro, unido a un

anillo de benceno y grupos NH<sub>2</sub> los mismos que le otorgan la actividad antibacteriana a la molécula (Sumano & Ocampo, 2006).

- Farmacocinética: la mayor parte de las sulfonamidas se absorben bien en el intestino. Entre los factores que afectan la velocidad y el grado de absorción se encuentran el tipo de sulfonamida y la especie animal. Por vía oral (entre 70 a 100%) presentan buena absorción. Sufren cambios metabólicos especialmente hepáticos, provocando metabolitos no activos pero tóxicos. Son eliminadas sin ser metabolizadas o como metabolitos inactivos por el riñón, otras cantidades pequeñas son excluidas por las heces y bilis (Sumano & Ocampo, 2006).
- Tiempo de retiro: aproximadamente entre 7 y 8 días.
- Efectos adversos: reacciones de hipersensibilidad, trastornos digestivos, alteraciones hematológicas, trastornos hepáticos, alteraciones renales (Sumano & Ocampo, 2006).
- Uso en medicina veterinaria: se utiliza por la eficacia ante patologías presentadas por una gran variedad de gérmenes, patologías como infección del tracto urinario, prostatitis, otitis media, exacerbaciones de la bronquitis crónica, diarrea bacteriana y neumocistosis (Pinheiro, 2017).

#### **1.4.3. Estreptomicina y gentamicina**

- Familia: estos antibióticos pertenecen a la familia de los aminoglucósidos: definidos por la presencia de dos o más aminoazúcares fusionados por enlaces glucosídicos a un anillo aminociclitol. Según los aminoazúcares se clasifican en familias: Estreptomicina, kanamicina, gentamicina y neomicina) (Seija & Vignoli, 2008).
- Farmacocinética: todos los aminoglucósidos comparten unos aspectos farmacocinéticos similares, excepto en la dosis (la de amikacina es cuatro veces

superior a la de gentamicina, tobramicina y netilmicina). Los aminoglucósidos presentan una escasa absorción oral y necesitan administrarse por vía parenteral. Los aminoglucósidos se excretan sin metabolizar fundamentalmente por vía renal (por filtrado glomerular), y en mínimas cantidades por la bilis (Seija & Vignoli, 2008).

- Tiempo de retiro: estreptomicina: aproximadamente 14 días. Gentamicina cuando se utilice en bovinos destinados a la producción de carne 30 días (Sumano & Ocampo, 2006).
- Efectos adversos: los residuos de estreptomicina producen reacciones alérgicas, daños al sistema nervioso, padecimientos renales, daños ototóxicos e incluso shock anafiláctico, los de gentamicina alergias y efectos ototóxicos (Sumano & Ocampo, 2006).
- Usos en medicina veterinaria: Estreptomicina: Se utiliza en el tratamiento de la tuberculosis y de las infecciones por gérmenes gramnegativos sensibles. Gentamicina: Tratamiento para afecciones urogenitales, broncopulmonares, articulares, mastitis, diarrea, endometritis y septicemias (SANI, 2017).

#### **1.4.4. Oxitetraciclina**

- Familia: es un antibiótico de amplio espectro que se encuentra dentro del grupo de las tetraciclinas, es eficaz contra las bacterias, protozoos y micoplasma (Korchi, 2006).
- Farmacocinética: se absorbe en el estómago y la porción inicial del intestino delgado, alcanzando una biodisponibilidad del 70%. Se distribuye muy bien por todo el organismo. Se metaboliza en el hígado y su eliminación básicamente es renal por filtración glomerular, y a través de las heces, también se puede excretar en menor medida por la saliva y la leche (Korchi, 2006).

- Tiempo de retiro: hasta 21 días (Sumano & Ocampo, 2006).
- Efectos adversos: cambios en la flora intestinal e inhibiciones terapéuticas por el desarrollo de resistencia bacteriana, riesgos teratogénicos, reacciones de hipersensibilidad y manchas en los dientes de niños (Acosta, Romero, & Taborda, 2014).
- Uso en medicina veterinaria: se utiliza en bovinos para control y tratamiento de enfermedades respiratorias, enteritis, infecciones urogenitales, mastitis, leptospirosis, actinomicosis, actinobacilosis, pietín, metritis, neumonía, bronquitis, pleuresía, pericarditis traumática, infecciones genitourinarias y también como procedimiento pre y posquirúrgico, anaplasmosis, carbunco bacteriano, carbunco sintomático, septicemia hemorrágica, fiebre de transporte y neumoenteritis (SANI, 2017).

#### **1.4.5. Tilosina**

- Familia: este es un antibiótico macrólido que actúa principalmente contra las bacterias de grampositivas y en ocasiones contra bacterias gramnegativas (ANUPCO, 2017).
- Farmacocinética: una vez inyectada la tilosina se absorbe muy bien y rápidamente siendo el nivel máximo del plasma de 3 horas, se metaboliza únicamente en el hígado y es excretado por medio de la bilis y la orina (ANUPCO, 2017).
- Tiempo de retiro: 21 días (Sumano & Ocampo, 2006).
- Efectos adversos: Alteración de la flora intestinal y como consecuencia una disminución de bacterias que compiten con microorganismos patógenos, aumentando así el riesgo de enfermedad (Sumano & Ocampo, 2006).

- Uso en medicina veterinaria: se usa principalmente en infecciones respiratorias y digestivas del ganado, infecciones de micoplasmas, tratamiento de difteria, mastitis, metritis piodermatitis, abscesos hepáticos (Sumano & Ocampo, 2006).

#### **1.4.6. Enrofloxacin**

- Familia: pertenece al grupo de fluoroquinolonas, se usa para el tratamiento en animales infectados por bacterias susceptibles, su principal acción es inhibir la síntesis de ADN en las bacterias lo que provoca la muerte bacteriana. Adicionalmente ha demostrado un efecto post-antibiótico en gramnegativas y positivas tanto en las fases estacionarias como de crecimiento (RUMINAL, 2017).
- Farmacocinética: la absorción oral de enrofloxacin en bovinos es pobre. Los estudios farmacocinéticos en bovinos demostraron que la enrofloxacin es rápida y ampliamente distribuida en todo el organismo, con una excelente disponibilidad sistémica y una tasa de eliminación relativamente baja. Se elimina del organismo principalmente por metabolismo hepático y excreción renal. Por lo general, es parcialmente metabolizada en el hígado, y excretada en bilis y orina a altas concentraciones de droga activa (Sumano & Ocampo, 2006).
- Tiempo de retiro: por lo menos 28 días (Sumano & Ocampo, 2006).
- Efectos adversos: alteración de la flora intestinal y como consecuencia una disminución de bacterias que compiten con microorganismos patógenos, aumentando así el riesgo de enfermedad (Otero, Mestorino, & Errecalde, 2000; Sumano & Ocampo, 2006).
- Uso en medicina veterinaria: se usa en enfermedades respiratorias, digestivas, genitourinarias y cutáneas de origen infeccioso. Se utiliza en infecciones primarias y secundarias del aparato respiratorio, salmonelosis, diarrea y colibacilosis en bovinos, enterotoxemia, salmonelosis, diarrea y síndrome de mastitis (SANI, 2017).

### **1.5. Ensayo de Inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA)**

Existen diversos tipos de pruebas para la detección de residuos en carne de bovinos y sus órganos, como por ejemplo la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detección directa UV, espectrometría de masas (MS), y la detección de fluorescencia, así como pruebas más convencionales y sencillas como ELISA (Garzón, Celis, Cuervo, Ordoñez, & Roa, 2013).

Esta técnica está basada en la utilización de un antígeno o anticuerpo, el cual ha sido marcado con una enzima y fijado a un soporte, esta situación origina que se interrumpa la reacción antígeno-anticuerpo, a continuación se le adiciona un sustrato específico sobre la enzima, lo cual provocará la generación y observación de una coloración, la cual puede cuantificarse con un espectrofotómetro (Cultek, 2006).

Existen diversos kits ELISA para la determinación de antibióticos en ganado y productos derivados, a niveles de unos pocos  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , estos test resultan bastante específicos en muchas matrices, ellos proporcionan una herramienta rápida y eficiente para analizar la presencia de residuos. Además, están validados en distintas matrices sólidas y líquidas con el objetivo de facilitar su detección (Gratacós, 2007).

## **Capítulo 2**

### **Materiales y Métodos**

#### **2.1. Localización**

En esta investigación se escogió la provincia de Pichincha como objeto de estudio, ya que según (LIDERES, 2015) es una de las provincias que más consumen carne. Previo al desarrollo de esta investigación se localizaron sectores y centros de mayor expendio de productos cárnicos de origen bovino tanto en sector norte; parroquias (Iñaquito, Cotocollao, Carcelén) y en el sector sur; parroquias (Guamaní, La Ecuatoriana, Chillogallo, Quitumbe) de la ciudad de Quito. La identificación de campo corresponde a los mercados y supermercados del sur (M3, M4, M5, S2, S4); del norte (M1, M2, S1, S3). Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios de AGROCALIDAD, ubicado en la parroquia de Tumbaco, Av. Interoceánica Km. 14 1/2, La Granja MAGAP, al lado oriental de Quito.

#### **2.2. Obtención de la muestra**

Se tomaron un total de veinte y siete muestras entre carne (9 de músculo de pulpa) y vísceras (9 hígados, 9 riñones) de cinco tercenas en mercados y cuatro supermercados de la Ciudad de Quito, 500 gramos de cada tejido. El transporte de las muestras al laboratorio fue a una temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  en un recipiente cooler contenido de geles congelados, totalmente selladas y etiquetadas, tanto el transporte como la toma de las muestras se realizó de acuerdo al protocolo que reza la Norma NTE INEN 776: 2012 Carne y productos cárnicos: muestreo. Al ingresar las muestras se las identificó de acuerdo al código que maneja AGROCALIDAD.

## **2.3. Trabajo en Laboratorio**

### **2.3.1. Preparación de la muestra**

Las muestras fueron almacenadas y refrigeradas a 2-4 °C de forma adecuada durante dos días, para un período de conservación más extenso fueron congeladas a -20°C. Antes de empezar el análisis de cada Kit ELISA se descongelaron las muestras a temperaturas ambiente (20-25°C) o se las dejó en el refrigerador. Una vez acondicionadas se procedió a eliminar la grasa excesiva, triturar y homogenizar en un molino procesador de tejidos (Anexo 1a, b). Homogeneizadas las muestras fueron colocadas en fundas ziploc debidamente etiquetadas con el código del laboratorio (Anexo c) y separadas en siete paquetes para cada análisis de los kits de determinación de antibióticos

La preparación de las muestras de músculo, hígado y riñón bovino para el análisis de betalactámicos, sulfonamidas, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina y enrofloxacin fueron de acuerdo a los métodos específicos para el ensayo establecido por AGROCALIDAD “Procedimiento PEE/PPP”, en los cuales se detalla paso a paso el proceso a seguir, las instrucciones de seguridad, trituración, homogenización y preparación de las muestras, manipulación y preparación de reactivos, protocolo del ensayo ELISA y el tratamiento de resultados (Anexo d,e,f). (AGROCALIDAD, 2016). Los kits de test ELISA utilizados marca BIOO Scientific son los detallados en la tabla 5.

Tabla 5.

Kits ELISA para análisis de muestras.

<b>Kit ELISA</b>	<b>Catálogo #</b>
<b>MaxSignal® Beta-Lactam ELISA Test Kit</b>	1065
<b>MaxSignal® Sulfonamide ELISA Test Kit</b>	1056
<b>MaxSignal® Streptomycin ELISA Test Kit</b>	1014
<b>MaxSignal® Gentamicin ELISA Kit</b>	1027
<b>MaxSignal® Oxytetracycline ELISA Kit</b>	1081
<b>MaxSignal® Tylosin ELISA Test Kit</b>	1026
<b>MaxSignal® Enrofloxacin ELISA Test Kit</b>	1017

Elaborado por: El autor, 2017

### **2.3.2. Preparación de reactivos**

La preparación de los reactivos se realizó tanto para el protocolo de muestras, como para el análisis de ELISA, dichas preparaciones son detalladas en los procedimientos específicos “Procedimiento PEE/PPP” para ensayos establecido por AGROCALIDAD tanto para betalactámicos, sulfonamidas, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina y enrofloxacina (AGROCALIDAD, 2016). Los reactivos fueron mezclados por inversión suave y llevados a temperatura ambiente una a dos horas antes de su uso. Además, las soluciones fueron preparadas antes de la prueba de ELISA, a volúmenes necesarios para el total de pocillos de la placa.

### **2.3.3. Protocolo ELISA**

ELISA Test Kit tiene la capacidad para noventa y seis determinaciones o análisis, en los cuales doce pocillos asignados para los estándares, dos para el control de calidad y los demás pocillos para las muestras.

El protocolo para las pruebas de ELISA competitivo en betalactámicos, sulfonamidas, estreptomicina, gentamicina, tilosina y enrofloxacin fue llevado a cabo de la siguiente manera; primero se añadió 50 µL de cada estándar por duplicado desde la concentración más baja a la más alta en cada pocillo, seguido 50 µL de cada muestra en los diferentes pocillos, luego se agregó 100 µL de anticuerpo #1 dejando incubar la placa por 30 minutos a temperatura ambiente (20-25°C), transcurridos los 30 minutos fue eliminado completamente el líquido de los pocillos lavando la placa tres veces con 250 µL de la solución de lavado 1x, después del último lavado la placa fue invertida sobre papel absorbente hasta secarla, seguido se añadió 150 µL de anticuerpo #2 1x a cada pocillo dejando incubar por 30 minutos a temperatura ambiente, pasados los 30 minutos se desechó completamente el líquido de los pocillos y enjuagó la placa tres veces con 250 µL de la solución de lavado 1x, luego se añadió 100 µL de sustrato TMB (Anexo 2a), el tiempo de reacción es inmediata después de añadir el sustrato, la incubación fue por 15 minutos a temperatura ambiente, para frenar la reacción enzimática se añadió 100 µL de Stop Buffer (Anexo 2b). Por último, se lee la placa tan pronto sea posible. En el caso de Oxitetraciclina se realizó el mismo protocolo con la diferencia que al añadir el volumen de los estándares y las muestras fue de 75 µL en lugar de 50 µL.

Para el control positivo y aseguramiento de la calidad (QC) fue analizado un estándar como muestra en cada placa de estudio. Los criterios de aceptación y rechazo de los datos se muestran de acuerdo a; 1) que los duplicados de los estándares y triplicados de las muestras varíen entre  $\pm 5\%$  y 2) que la curva de calibración debe presentar un valor de  $R^2 \geq 0.98$ .

#### **2.3.4. Lectura de la placa**

La longitud de onda para lectura fue 450 nm como filtro primario y 630 nm con filtro diferencial en un equipo lector de absorbancias de microplacas ELISA BIOO Scientific MaxSignal V3500 controlado por un ordenador (Anexo 3), en el cual se programó el formato de placa, nombre de las pruebas, opciones de los pocillos, trazado y edición de curvas.

#### **2.4. Análisis de resultados**

##### **2.4.1. Determinación de residuos de antibióticos**

Los resultados de las lecturas de las muestras son registrados en el Reporte de pruebas del software, en el cual detalla las absorbancias de los estándares, de las muestras y la interpretación en la que se considera los límites de detección (LD), si el resultado es mayor o igual a el LD las muestras son positivas, es decir presenta residuos del analito (residuo del antibiótico) ensayado caso contrario son negativas.

##### **2.4.2. Concentración del antibiótico**

Las absorbancias resultantes del reporte de pruebas, fueron registradas en una hoja de cálculo Excel 2013 específica proporcionada por BIOO MaxSignal ELISA. Las curvas de los estándares fueron construidas mediante el trazado de los valores medios de la absorbancia relativa obtenida de cada estándar de referencia contra la concentración ng/mL en una curva logarítmica.

$$\text{Absorbancia relativa} = \frac{\text{absorbancia del estandar o muestra}}{\text{Absorbancia del blanco}} \times 100$$

La concentración del analito ensayado fue determinada con los valores de la absorbancia relativa de cada muestra a partir de la ecuación logarítmica de la curva de calibración donde:

$$y = m \cdot \ln(x) + a$$

Despejando:

$$x = e^{\left(\frac{y-a}{m}\right)}$$

Donde:

*x = Concentración del analito en ng/mL*

*y = absorbancia relativa obtenida de cada muestra*

*a = intercepto*

*m = pendiente*

Para determinar la concentración final del antibiótico de la muestra se aplicó el factor de dilución para carne, hígado y riñón de acuerdo a lo expresado en el manual del kit, para penicilina G, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina fue de 10; sulfonamida 0.5; Tilosina de 1 y de enrofloxacin 20. El cálculo de la concentración final fue aplicando la siguiente formula: ´

$$\text{Concentración del antibiótico (ng/mL)} \times FD$$

El resultado final de una muestra es reportado como detectado o no detectado, en las muestras donde existió presencia del analito, el valor de la concentración encontrada se reporta en µg/kg, tal como indica el informe emitido por el laboratorio (Anexo 4).

### **2.4.3. Determinación de familia de antibiótico e inocuidad de las muestras**

Los resultados arrojados del Infostat mediante interacción entre la concentración del antibiótico y los tres tejidos sirvieron para determinar la familia de antibióticos que más predominó. Para establecer si los tejidos son aptos para el consumo humano y garantizar la inocuidad se tomó en cuenta si las concentraciones de los tejidos cumplen con los LMR establecidos por el Codex Alimentarius y el Reglamento UE.

### **2.5. Análisis estadístico**

El análisis estadístico fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial en el cual se aplicaron tres repeticiones de tres tipos de tejidos, siete niveles de antibióticos y nueve niveles del lugar de recolección de la muestra (mercados y supermercados) utilizando el programa Infostat con análisis de varianza aplicando Duncan a un nivel de significancia de 0,05. Además, se consideró para el modelo especificaciones entre tejidos, entre mercados, entre antibióticos e interacciones entre antibiótico y tejido.

Este análisis permite experimentar más de un factor, aumenta la cobertura y utilidad de los resultados al proporcionar información sobre las interacciones de los factores en prueba. Si los efectos de los factores no son independientes entre sí implica que el análisis presenta interacción significativa (Silva, 2014).

## Capítulo 3

### Resultados y Discusión

#### 3.1. Residuos de Antibióticos

Los límites de detección (LD) sirvieron para determinar residuos de antibióticos en las muestras tomando en cuenta si la concentración es igual o mayor al LD es positivo caso contrario negativo. En la tabla 6. Se detalla los antibióticos analizados, con su respectivo LD; el número de casos positivos encontrados en músculo, hígado y riñón, así como el total de positivos que se obtuvo por cada antibiótico. Además, el límite de cuantificación se calculó con el valor del segundo estándar multiplicado por el factor dilución.

Tabla 6.

Número de muestras positivas a antibióticos.

Antibiótico/ Tejido	LD (ppb)	Músculo	Hígado	Riñón	Total Positivos
Penicilina G	0,80	7	9	6	22
Sulfonamidas	0,25	0	9	3	12
Estreptomicina	5	1	0	1	2
Gentamicina	0.5	1	0	2	3
Oxitetraciclina	1,5	1	1	3	5
Tilosina	1,0	0	2	1	3
Enrofloxacina	1,0	0	0	0	0
<b>Total casos</b>		10	21	16	

ppb=partes por billón, las unidades están en ng/mL. Elaborado por: El autor, 2017.

A las 27 muestras entre músculo, hígado y riñón bovinos se les analizó residuos de penicilina G, sulfonamidas, estreptomicina, gentamicina, oxitetraciclina, tilosina y enrofloxacina. De las cuales el número de casos positivos a residuos de penicilina fue de 22, sulfonamidas 12; oxitetraciclina 5; en gentamicina y tilosina se presentó 3 casos positivos; a residuos de estreptomicina existió 2 y por último enrofloxacina con ausencia de casos positivos ya que todas las muestras resultaron negativas. Lo que representa que el 81,48% contiene residuos de penicilina; el 44,44% de sulfonamidas;

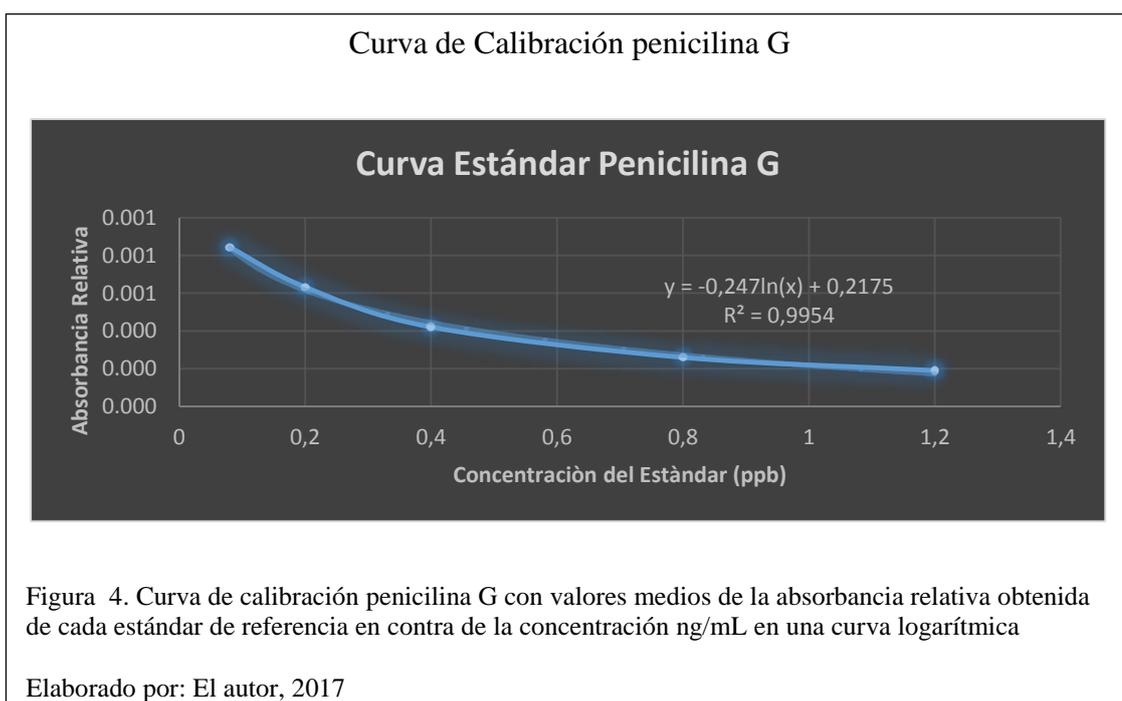
el 18,42% de oxitetraciclina; el 11,11% de gentamicina y tilosina; el 7,41% estreptomicina y el 0% enrofloxacin.

Además, en músculo los casos positivos fueron 7 a penicilina, 1 estreptomicina, 1 gentamicina y 1 oxitetraciclina; en hígado 9 casos dieron positivos a penicilina, 9 sulfonamidas, 1 oxitetraciclina, 2 tilosina y en riñón 6 casos fueron positivos a penicilina, 3 sulfonamidas, 1 estreptomicina, 2 gentamicina, 3 oxitetraciclina y 1 tilosina. Siendo el hígado con más casos positivos un total de 21, en riñón 16 y musculo 10.

### 3.2. Concentración del antibiótico

Los resultados del análisis de varianza aplicando Duncan con un nivel de 0,05 y en orden descendente, el valor de  $p$  para el modelo fue  $<0,0001$  igual que el valor de  $p$  para los tejidos y los mercados lo que significa que son altamente significativos. Dicho valor  $p$  se presentó para todos los antibióticos analizados.

#### 3.2.1. Concentración de residuos de penicilina G



En la figura 4. Se observa que la curva de calibración presentó un valor de  $R^2= 0,99$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos; una pendiente de 0,25; intercepción de 0,22. El límite de cuantificación fue de 2 ppb (0,2 ppb x 10).

Tabla 7.  
Concentración de residuos de penicilina G en tejidos y mercados.

Concentración de Penicilina G ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
		Media	Rango
<b>Tejidos</b>	Músculo	1,36	A
	Hígado	1,12	B
	Riñón	0,70	C
<b>Mercados</b>	S1	1,54	A
	M2	1,40	B
	M5	1,38	B
	S3	1,17	C
	S4	1,16	C
	S2	1,11	C
	M1	0,79	D
	M4	0,66	E
	M3	0,33	F

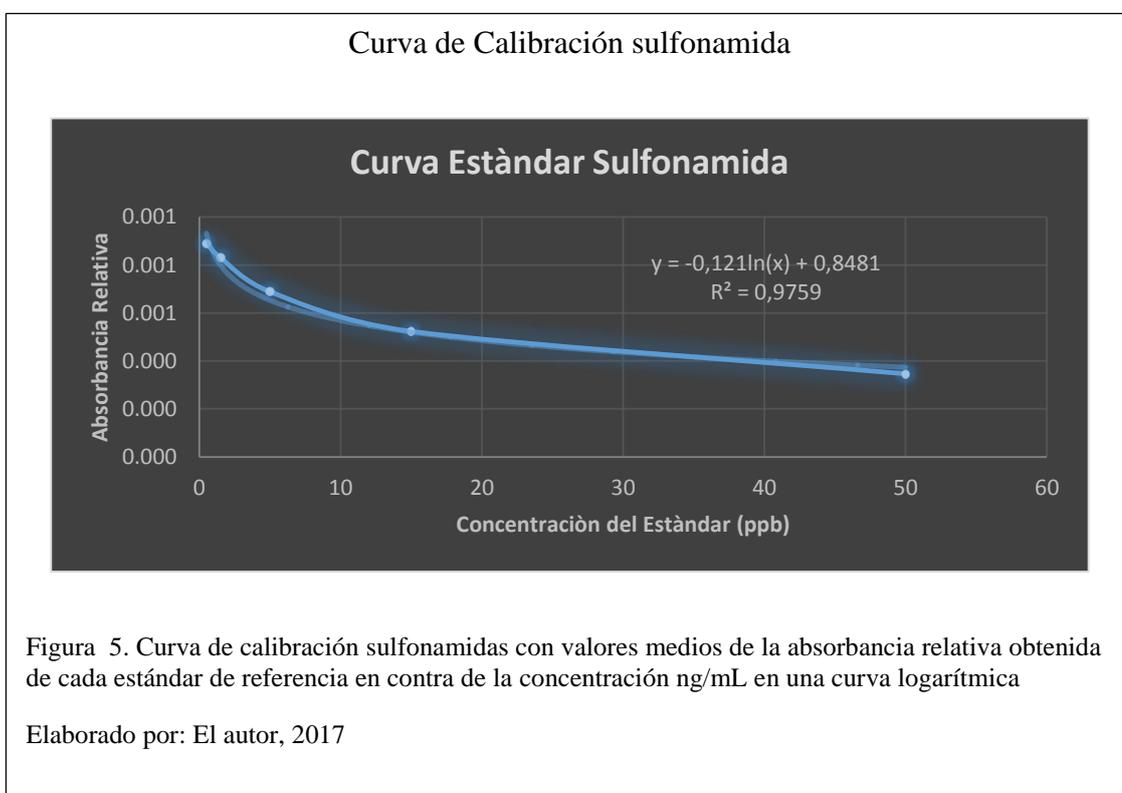
S= supermercado; M= mercados. Elaborado por: El autor, 2017

La prueba de Duncan forma rangos de acuerdo a la separación de medias en el este caso son significativamente diferentes, generando rangos tanto en tejidos como en mercados. En cuanto a los tejidos el músculo contiene la concentración promedio más alta de residuos de penicilina G con 1,36  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , seguido del hígado con 1,12  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y los riñones con menor concentración 0,70  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , aunque como indica en la tabla 6. en hígado existió un número más alto de casos positivos de residuos de penicilina. En cuanto a los mercados, el S1 presentó mayor concentración promedio de residuos de penicilina G con 1,54  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , el que menos presento, fue en el M3 con 0,33  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . En la variable mercados los que tienen la letra semejante son estadísticamente iguales a pesar que tienen medias diferentes.

Según Garza & Hidalgo (2015), en su investigación determinaron que 13 de las 48 muestras analizadas resultaron positivas a residuos antibióticos betalactámicos siendo

una muestra de carne la de mayor concentración de antibiótico con 8,82 µg/kg y la de menor concentración otra muestra de carne con 0,87 µg/kg. Para Sumano & Ocampo (2006) la administración de penicilina G genera residuos en carne y leche hasta por un mes, estos medicamentos se distribuyen en bajas concentraciones hacia los líquidos articulares, pleuras, pericárdicos y oculares, en el caso de sangre, hígado, bilis, piel se producen altas concentraciones de penicilina. La concentración del fármaco es continuamente más alta en riñones, sin embargo, en ocasiones se equipará con la de hígado. También puede atribuirse que los factores de peligro para residuos de penicilina son el incremento de dosis sin respetar tiempos de retiro, aumentar la frecuencia o duración de la administración sin usar períodos de retiro más largos, usar el fármaco en una ruta de administración no aprobada (NMPF, 2014).

### 3.2.2. Concentración residuos de sulfonamidas



En la figura 5. Se observa que la curva de calibración presentó una pendiente de 0,12; intercepción de 0,85 y un valor de  $R^2 = 0,98$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos. El límite de cuantificación fue de 0,75 ppb (1,5 ppb x 0,5).

Tabla 8.  
Concentración de residuos de sulfonamidas en tejidos y mercados.

<b>Concentración de Sulfonamidas (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>			
		<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>Tejidos</b>	Hígado	1,11	A
	Riñón	0,22	B
	Músculo	0,00	C
<b>Mercados</b>	S3	0,94	A
	M2	0,58	B
	S1	0,48	C
	M3	0,43	D
	M1	0,41	D
	S2	0,37	E
	M4	0,34	F
	M5	0,28	G
S4	0,15	H	

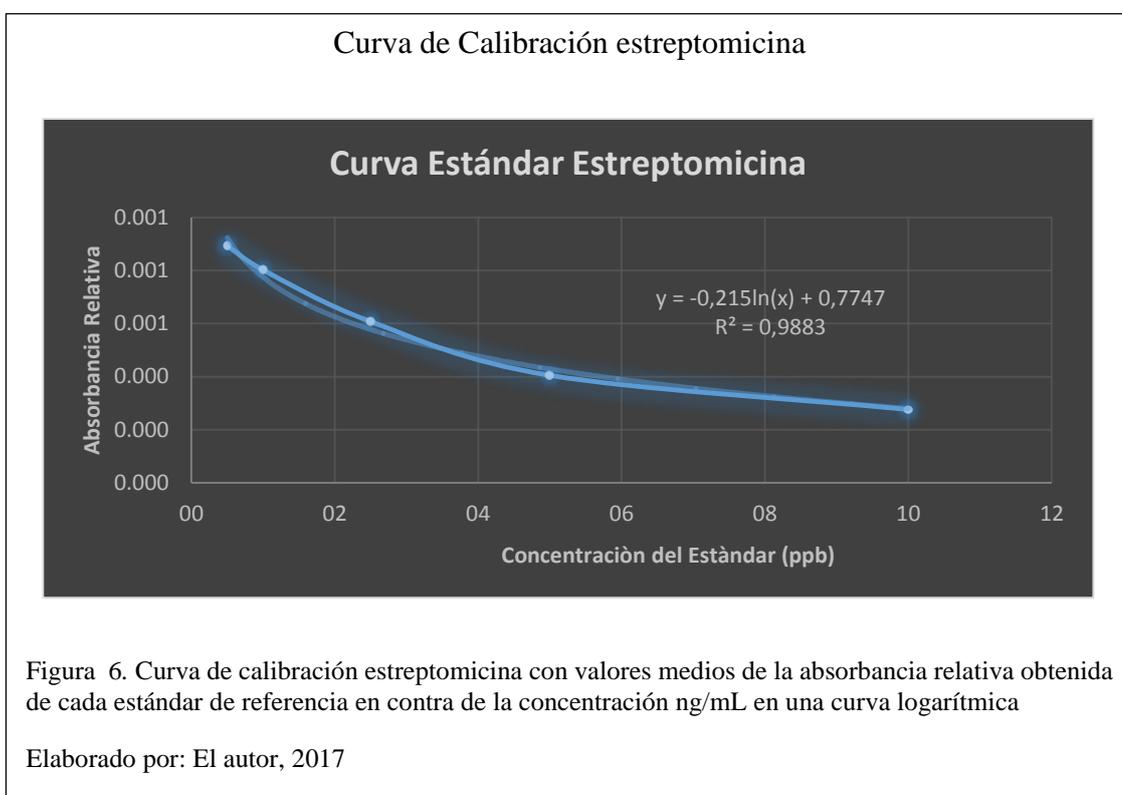
S= supermercado; M= mercados. Elaborado por: El autor, 2017.

La concentración promedio más alta de residuos de sulfonamidas, en los tejidos analizados se encontró en hígado con 1,11  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , seguido de riñones con 0,22  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y en músculo 0,00  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . En cuanto a los mercados, el M3 y M1 son estadísticamente iguales y que el resto son significativamente diferentes siendo el S3 el que presentó mayor concentración de residuos con 0,94  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y el que menos presento es el S4 con 0,15  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

En el estudio realizado por Lazcano y otros (2010) a 28 muestras de músculo de bovinos, se obtuvo como resultados que todas las muestras analizadas resultaron negativas a los estándares de Sulfonamidas lo que se asemeja a los resultados de esta investigación en la que también para músculo resulto negativo. Según Botana & Martín (2002) las sulfonamidas, solas o potenciadas, se utilizan en el tratamiento de

diversos tipos de infecciones en rumiantes. Para Cholca (2011) según encuestas realizadas en los sistemas de producción lechera existen problemas de enfermedades infecciosas en los animales, para lo cual los medianos y pequeños productores del sector de Puliza de la zona Norte del Cantón Cayambe utilizan el 1% de sulfonamidas como antibiótico para el tratamiento de enfermedades que presentan síntomas como diarrea e infecciones pódales.

### 3.2.3. Concentración de residuos de estreptomicina



En la figura 6. la curva de calibración presentó una pendiente de 0,22; intercepción de 0,77 y un valor de  $R^2=0,99$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos. El límite de cuantificación fue de 10 ppb (1,0 ppb x 10).

Tabla 9.  
Concentración de residuos de estreptomicina en tejidos y mercados.

Concentración de Estreptomicina ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
		Media	Rango
<b>Tejidos</b>	Músculo	28,02	A
	Riñón	5,57	B
	Hígado	0,00	C
<b>Mercados</b>	M3	84,05	A
	M2	16,70	B
	M1	0,00	C
	M4	0,00	C
	S3	0,00	C
	S2	0,00	C
	M5	0,00	C
	S1	0,00	C
	S4	0,00	C

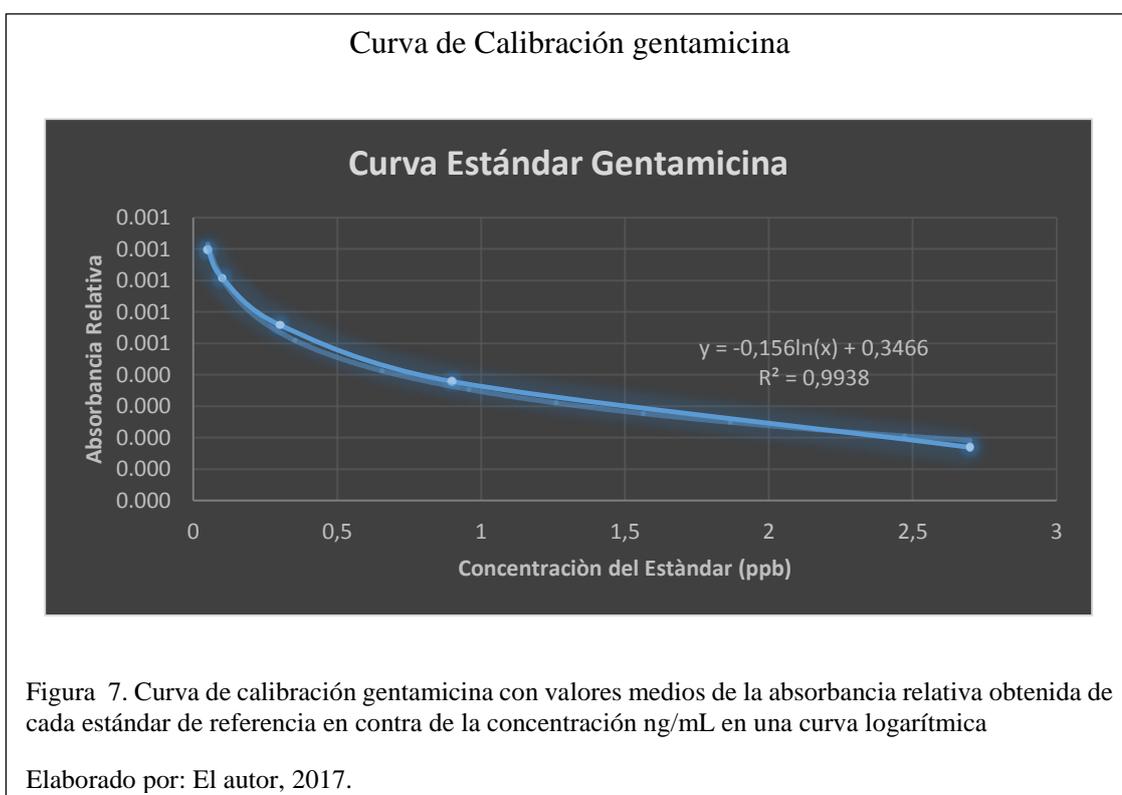
S= Supermercado; M=Mercado. Elaborado por: El autor, 2017

Al realizar el análisis de varianza se formó rangos con una diferencia estadística significativa tanto en tejidos como en mercados, evidenciándose que en el rango C los mercados son estadísticamente iguales. Además, el tejido con concentración promedio de residuos de estreptomicina más alta fue el músculo con 28,02  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , el riñón con 5,57  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e hígado con ausencia de residuos. En el mercado donde se presentó mayor concentración promedio del antibiótico fue el M3 con 84,05  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; M2 con 16,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y los demás mercados y supermercados con ausencia de residuos.

En la investigación de Conlago (2013), se determinó la Prevalencia e incidencia de mastitis bovina, donde se obtuvieron los siguientes resultados: la prevalencia fue de 64% en el primer muestreo y 66% en el segundo muestro, incrementándose un 2% con respecto a la primera fase de la investigación, la incidencia de la enfermedad fue del 70%. En una primera fase de esta misma investigación mediante antibiograma se detectó que el 48% de los animales eran resistentes a la *Estreptomicina*, En una segunda fase se detectó que el 22% eran resistentes a *Estreptomicina*. Según Vázquez

y otros (2002) en su investigación cuyo fin era obtener información de la frecuencia y niveles de residuos tóxicos en los tejidos bovino, porcino y aves obtuvieron como resultado que las concentraciones promedio más altas de antibióticos se detectaron para estreptomicina (0,13-0,56 µg/g). Para Sumano & Ocampo (2006) la cantidad de aminoglucósidos que se puede presentar en los tejidos depende de la dosis de administración del fármaco, las concentraciones en los riñones pueden ser mayores al del plasma, en el que se excreta del 80 al 85 % por la orina y el resto se queda en el riñón sin biotransformación. Dipeolu & Alonge (2002) obtuvieron como resultados que la estreptomicina se encuentra en mayor concentración en músculos con 0.6496 µg/g esto en consecuencia, que la vía intramuscular es la ruta común de la administración de este fármaco.

### 3.2.4. Concentración de residuos de gentamicina



En la figura 7. la curva de calibración presentó una pendiente de 0,16; intercepción de 0,35 y un valor de  $R^2 = 0,99$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos. El límite de cuantificación fue de 1ppb (0,1 ppb x 10 ppb).

Tabla 10.  
Concentración de residuos de gentamicina en tejidos y mercados.

<b>Concentración de Gentamicina (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>			
		<b>Media</b>	<b>Rango</b>
<b>Tejidos</b>	Riñón	1,68	A
	Músculo	0,07	B
	Hígado	0,00	B
<b>Mercados</b>	M3	4,73	A
	M2	0,31	B
	M1	0,21	B
	M4	0,00	B
	S3	0,00	B
	S2	0,00	B
	M5	0,00	B
	S1	0,00	B
	S4	0,00	B

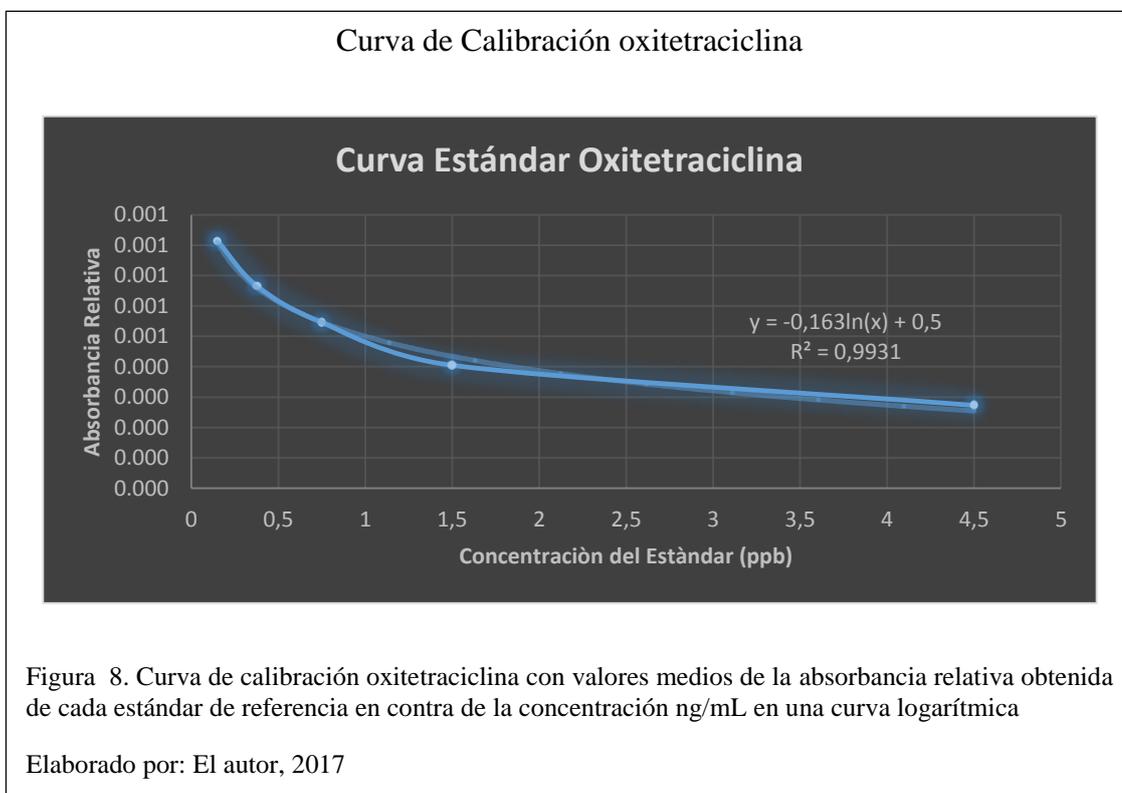
S= supermercado; M= mercados. Elaborado por: El autor, 2017

Tras realizar el análisis de varianza para gentamicina el M3 contiene mayor concentración promedio con 4,73  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y el resto de mercados son estadísticamente iguales ya que tienen el mismo rango. El tejido con una concentración promedio de residuos más alta fue el riñón con 1,68  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , el hígado y músculo se encuentran en el mismo rango lo que indica que estadísticamente son iguales.

Tal como menciona, Sumano & Ocampo (2006) la gentamicina en bovinos tiene afinidad al tejido renal, de mayor a menor concentración se encuentra en la corteza renal, hígado, pulmón, bazo y músculo esquelético, se fija en células tubulares del riñón, con una eliminación residual prolongada. La eliminación es exclusivamente por filtrado glomerular, sin embargo, existe una acumulación en tejidos como el riñón, el

aparato vestibular, donde puede permanecer residuos del antibiótico por un tiempo considerable (Botana, Landoni, & Martín, 2002). Bonifaz & Conlago (2016) en su investigación realizada en la Universidad Politécnica Salesiana, determinaron la Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, obteniendo como resultados: En una primera fase de esta investigación mediante antibiograma que el 4 % de animales eran resistente a Gentamicina.

### 3.2.5. Concentración de residuos de Oxitetraciclina



En la figura 8. la curva de calibración presentó una pendiente de 0,16; intercepción de 0,50 y un valor de  $R^2 = 0,99$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos. El límite de cuantificación fue de 3,75 ppb (0,375 ppb x 10).

Tabla 11.  
Concentración de residuos de Oxitetraciclina en tejidos y mercados.

Concentración de oxitetraciclina ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
		Media	Rango
<b>Tejidos</b>	Riñón	7,61	A
	Músculo	0,80	B
	Hígado	0,53	B
<b>Mercados</b>	M3	23,36	A
	M2	1,60	B
	M1	0,97	B
	M4	0,90	B
	S3	0,00	C
	S2	0,00	C
	M5	0,00	C
	S1	0,00	C
	S4	0,00	C

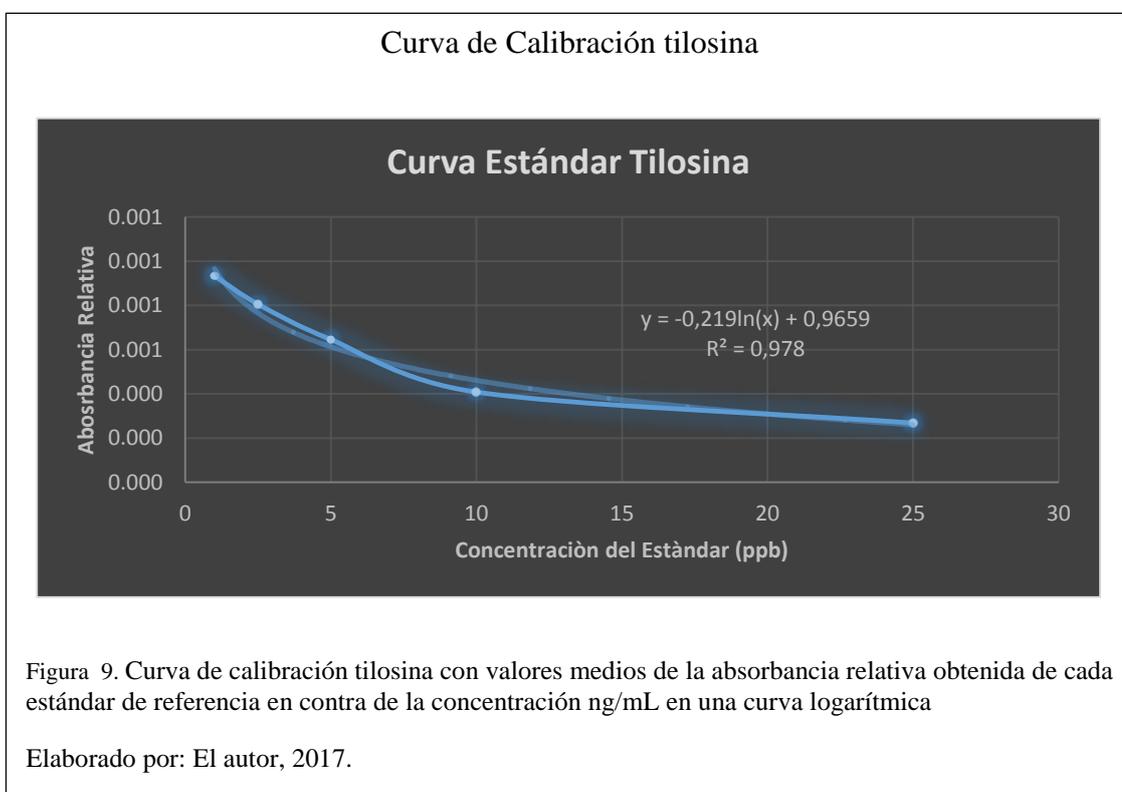
S= supermercado; M= mercados. Elaborado por: El autor, 2017.

Realizado el análisis de varianza para oxitetraciclina el M3 presenta mayor concentración promedio con 23,36  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de residuos de oxitetraciclina, los demás mercados que se colocan en los rangos A, B y C son estadísticamente iguales. El tejido con la concentración más alta fue el riñón con 7,61  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , músculo con 0,80  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e hígado con 0,53  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . El músculo y riñón tienen el mismo rango, aunque sus medias varían, son estadísticamente iguales.

La eliminación de las tetraciclinas es exclusiva por filtración glomerular en riñón, cuando la función renal es normal la vida plasmática del antibiótico es de 1 a 3 horas. Existe, sin embargo, una acumulación en tejidos como el riñón, la cóclea o el aparato vestibular, donde puede permanecer el antibiótico por largo tiempo (Botana, Landoni, & Martín, 2002). Olatoye & Ehinmowo (2010) en su investigación de un total de 180 muestras de carne analizadas, el 54,44% del total de muestras tenían residuos normales de oxitetraciclina y el 34,44% tenían residuos de oxitetraciclina encima de los límites máximos de residuos. Las medias de los residuos para muestras positivas fueron 51,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; 372,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; 1197,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para el músculo, riñón y el hígado, respectivamente.

Según Flores (2016) en la determinación de la presencia de residuos de Tetraciclinas en carne bovina de un total de 74 reses faenadas, encontró que en 24 casos fueron positivos a la presencia de tetraciclinas, representando el 32,4 %. Una investigación relacionada es la de Franco & Romero (2008) cuyo objetivo fue detectar y cuantificar las concentraciones de residuos de tetraciclinas en músculo de 114 animales por ELISA. En los resultados indica que el 61,5% de las muestras presentaron concentraciones superiores a 100 ppb y el 23,7% a 200 ppb.

### 3.2.6. Concentración de residuos de Tilosina



En la figura 9. Se observa que la curva de calibración presentó un valor de  $R^2 = 0,98$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos; una pendiente de 0,22; intercepción de 0,97. El límite de cuantificación fue de 2,5 ppb (2,5 ppb x 1).

Tabla 12.  
Concentración de residuos de Tilosina en tejidos y mercados.

Concentración de Tilosina ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
		Media	Rango
<b>Tejidos</b>	Riñón	1,37	A
	Hígado	0,27	B
	Músculo	0,00	B
<b>Mercados</b>	M3	4,58	A
	M2	0,36	B
	M1	0,00	B
	M4	0,00	B
	S3	0,00	B
	S2	0,00	B
	M5	0,00	B
	S1	0,00	B
	S4	0,00	B

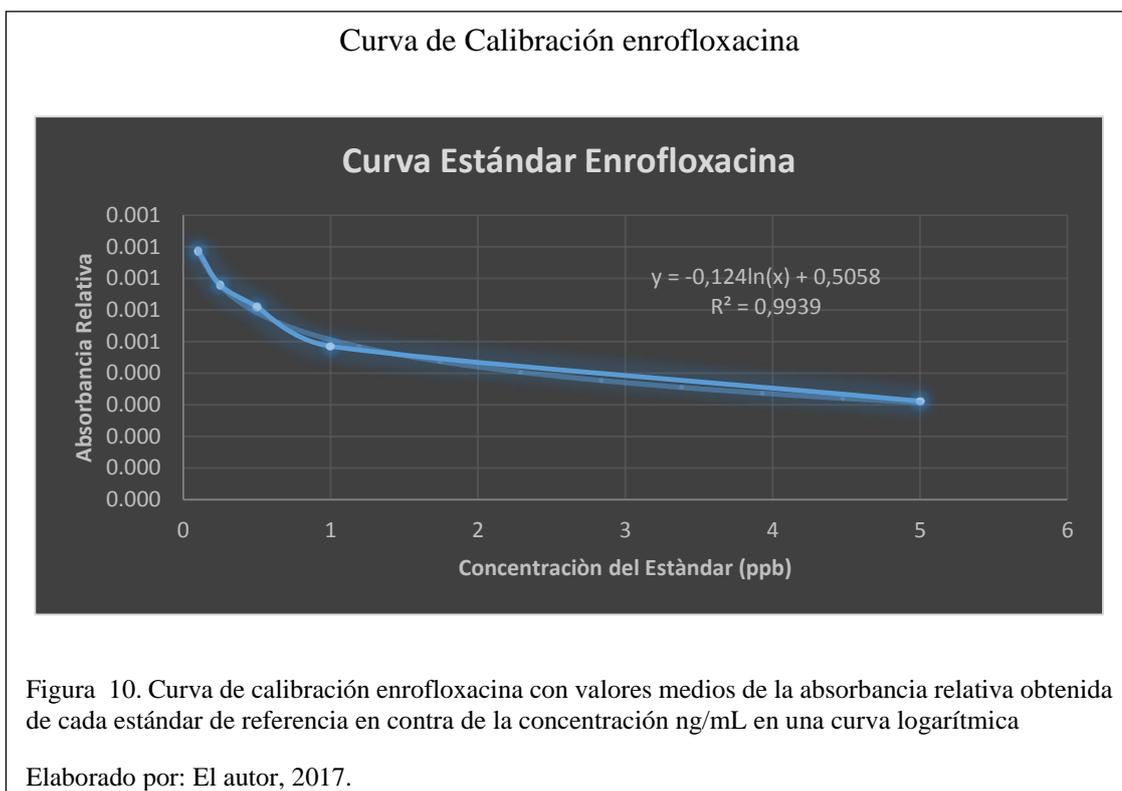
S= supermercado; M= mercados. Elaborado por: El autor, 2017.

En las variables tejidos y mercados que presentan los rangos las mismas letras son estadísticamente iguales. El tejido con más alta concentración promedio de residuos de tilosina fue el riñón con 1,37  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , hígado con 0,27  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y músculo 0,00  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . En cuanto a los mercados se observa que en el M3 se dio mayor concentración de residuos de tilosina con 4,58  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , M2 con 0,36  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y los demás mercados con ausencia de residuos a este antibiótico.

Los estudios realizados por Rico & Ferraro (2010) en que se administró tilosina a cerdos y ganado bovino demostraron que depende del método de administración para una mayor concentración de residuos en un tejido determinado. Con formas inyectables de tilosina, las concentraciones de residuos fueron superiores en los riñones y se eliminan de manera más lenta en esos órganos. Al contrario, en las formas farmacéuticas orales el hígado tuvo la mayor concentración de residuos. Investigaciones realizadas a vacas y gallinas mostraron que los residuos de tilosina pasan a la leche y huevos. En conclusión, los residuos de tilosina se acumularon en menor cantidad en los tejidos con dosis oral que con la inyección. Kolanović y otros

(2014) en su investigación para determinar presencia de residuos de tilosina de un total de 646 muestras de carne y 96 mieles por el método ELISA. Obtuvieron como resultado los valores de 32,1 µg/kg en músculo y 24,4 µg/kg en miel.

### 3.2.7. Concentración de residuos de Enrofloxacin



En la figura 10. la curva de calibraci3n present3 una pendiente de 0,12; intercepci3n de 0,51 y un valor de  $R^2=0,99$  aceptable para el aseguramiento de la calidad y aceptar los datos. El l3mite de cuantificaci3n fue de 5 ppb (0,25 ppb x 20)

En el caso de enrofloxacin al ser todos los datos negativos no se report3 ning3n valor, por lo que el an3lisis de varianza no se hizo para este antibi3tico. Para Engormix (2017) las enrofloxacin son eliminadas del cuerpo por metabolismo hep3tico y por excreci3n renal, filtraci3n glomerular y secreci3n tubular. Por lo general son parcialmente metabolizadas en el h3gado, y eliminadas por la orina y bilis a altas concentraciones.

Además, Sumano & Ocampo (2006) mencionan que la enrofloxacinataca a agentes como la *E. coli* o el *Staphylococcus*, eficiente para la mastitis, sin embargo, la FDA (U.S. Food and Drug Administration) impide su aplicación en vacas lactantes, solo considera que puede ser aplicada bajo estricta supervisión de un médico veterinario, ya que tiene aproximadamente 28 días como tiempo de retiro.

### 3.2.8. Concentración antibiótico-tejido

Al interaccionar los antibióticos con los mercados y tejidos (Anexo 5) Duncan formó ocho rangos en donde el rango más alto (A) contiene mayor concentración de residuos, siendo el antibiótico estreptomycin, el tejido músculo con 252,14 µg/kg en el M3; seguido por oxitetraciclina (B) en riñón con 62,86 µg/kg en el M3; en el rango (FG) se encuentran varios tejidos y antibióticos con concentraciones que van entre 4,79 a 0,46 µg/kg, y el rango (G) las muestras presentan ausencia de residuos de antibióticos en los diferentes tejidos.

### 3.3. Familia de antibióticos e inocuidad alimentaria

Tabla 13.  
Familia de Antibiótico con más concentración.

Familia Antibiótico	Concentración Medias (µg/kg)	Rango
Aminoglucósidos-Estreptomycin	11,19	A
Tetraciclinas- Oxitetraciclina	2,98	B
Betalactámicos-Penicilina	1,06	C
Aminoglucósidos-Gentamicina	0,58	C
Macrólido-Tilosina	0,55	C
Sulfonamidas-Sulfonamida	0,44	C
Fluoroquinolonas-Enrofloxacin	0,00	C

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas. Elaborado por: El autor, 2017.

De los antibióticos analizados cada uno forma parte de una familia al realizar el análisis de separación de medias observamos que la familia con más concentración es la de aminoglucósidos al cual pertenecen la estreptomycin con una concentración promedio de 11,19 µg/kg, seguido de las tetraciclinas-oxitetraciclina con 2,98 µg/kg y que la

menos se evidenció fue las fluoroquinolonas-enrofloxacin con ausencia de residuos en todas las muestras que se usaron en esta investigación.

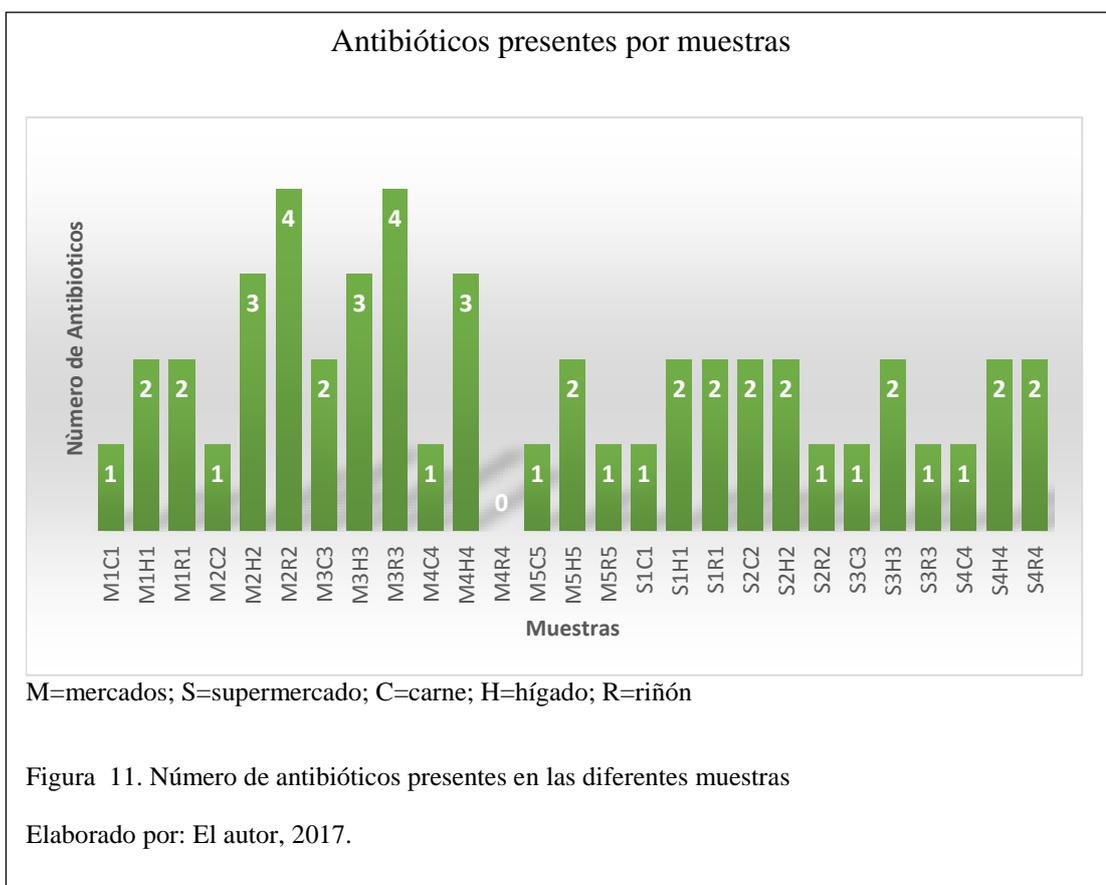
De las muestras que se detectó como positivas todas se encuentra dentro de los LMR establecidos por el Codex y la Comisión Europea, concluyendo de esta manera que las muestras analizadas son aptas para el consumo humano sin embargo hay que tener en cuenta IDA ya que nos indica la cantidad que puede ser ingerida diariamente por una persona en función del peso corporal, sin afectar la salud (Botana, Landoni, & Martín, 2002).

El prolongado e incorrecto uso de antibióticos se ha convertido en una problemática ya que provoca la aparición de residuos de medicamentos en los alimentos. Los medicamentos utilizados en los animales destinados al consumo pueden llegar a los consumidores por medio de la alimentación ocasionando efectos en la salud pública (Botana, Landoni, & Martín, 2002). En un estudio realizado por Vázquez y otros (2002) demuestran que la mayor concentración de residuos en las muestras analizadas fue de estreptomycin semejante a los resultados de esta investigación justificando que esto puede darse por el amplio el uso que se hace de estos compuestos en la producción ganadera y avícola.

### **3.3.1. Número de antibióticos presentes por muestra**

De acuerdo a la Figura 7. las muestras M2R2 Y M3R3 correspondientes a riñón presentaron residuos de 4 de los 7 antibióticos analizados en la misma muestra; las muestras M2H2, M3H3, M4H4 correspondientes a muestras de hígado presentaron residuos de 3 antibióticos detectados en la misma muestra. Mientras la mayoría de muestras presentaron residuos de uno o dos antibióticos, la única muestra que no presentó residuos de antibióticos fue M4R4.

Según Gargallo (2016) una de las causas del desarrollo de bacterias multirresistentes es el mal uso y abuso de los antibióticos, los perfiles de mayor resistencia se presentan en países de Europa donde se utilizan de una manera abusiva e inadecuada, ya que desobedecen en cuanto al uso de antibióticos.



## Conclusiones

Los casos positivos a residuos de antibióticos se presentaron en mayor número a penicilina G, seguido de sulfonamidas, oxitetraciclina, gentamicina, tilosina, estreptomycinina y para enrofloxacinina hubo ausencia de casos positivos.

El número de casos positivos a antibióticos en los diferentes tejidos analizados se presentó en el siguiente orden con 21 casos el hígado, 16 en riñón y 10 en músculo.

La mayor concentración de residuos de antibióticos en los tejidos fue en músculo y el mercado con mayor concentración fue el M3.

De los casos que resultaron positivos ninguno supero los LMR permitidos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius y el Reglamento (UE) N° 37/2010, en la cual se basa la norma INEN NTE 2346 (Carne y menudencias comestibles de animales de abasto).

El tejido con más incidencia de residuos de antibióticos fue el riñón en dos muestras se encontró 4 antibióticos de los 7 analizados. Además, en 3 muestras de hígado se presentó 3 antibióticos.

## **Recomendaciones**

Continuar con la realización de más investigaciones acerca de los residuos que se pueden encontrar en los alimentos con el fin que los consumidores y entidades de control conozcan el estatus sanitario de los productos de origen animal.

Vigilar, controlar y evitar la presencia de este tipo de residuos en los productos cárnicos, especialmente en el ganado bovino, tan consumido en el Ecuador, es importante ya que la presencia de residuos de antibióticos en los productos de origen animal contribuye a que exista resistencia bacteriana y efectos adversos relacionados con el consumo de estos productos.

Confirmar la concentración de residuos de medicamentos veterinarios en los casos que resultaron positivos por otros métodos de ensayo.

## Referencias

- Acosta, S., Romero, M., & Taborda, G. (2014). Determinación de residuos de oxitetraciclina en muestras de carne bovina. *Luna Azul*, 143-152.
- AGROCALIDAD. (2012). *RESOLUCIÓN No. 111*. Quito: Guía de Buenas Practicas Pecuarias; Capítulos VI De la Sanidad Aniamal y Del programa del control de plagas.
- AGROCALIDAD. (2015). *Política nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de alimentos en el marco del sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias*. Quito: Coordinación General de Sanidad Animal.
- AGROCALIDAD. (2016). *Procedimiento PEE/CPP*. Quito: Laboratorio de Contaminantes Pecuarios .
- AGROCALIDAD. (2017). *Plan Nacional de Vigilancia y Control de Contaminaciones en la Producción Primaria*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/ANEXO%20GENERAL%20PLAN%20NACIONAL%20DE%20RESIDUOS%20DE%20CONTAMINANTES%20EN%20PRODUCTOS%20PRIMARIOS.pdf>
- Agroecuador. (2012). *Producción y consumo de carne de bovino en el Ecuador*. Obtenido de [http://agroecuador.com/HTML/Revista%20Agroecuador/2012/Revista%20Agroecuador%20D4-2012/files/res/pages/page\\_0022.swf](http://agroecuador.com/HTML/Revista%20Agroecuador/2012/Revista%20Agroecuador%20D4-2012/files/res/pages/page_0022.swf)
- Alpízar, Y. (2000). La penicilina y sus derivados como agentes desencadenantes de la respuesta inmune. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*, 99-104.

ANUPCO. (29 de Junio de 2017). *ANUPCO*. Obtenido de <http://export.anupco.com/es/Products/tylosin-200/>

Araneda, M. (01 de Septiembre de 2016). *Educación en Alimentación y Nutrición*. Obtenido de <http://www.edualimentaria.com/carnes-cecinas-composicion-propiedades>

Bonifaz, N., & Conlago, F. (2016). Prevalencia e Insidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador. *LA GRANJA:Revista de Ciencias de la Vida*, 43-52.

Botana, L. M., Landoni, F., & Martín, T. (2002). *Farmacología y terapéutica veterinaria*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Cholca, S. (2011). *Análisis de la situación del uso de medicamentos (antibióticos y antiparasitarios) en las unidades productivas de los centros de acopio y enfriamiento de leche Sto. Domingo N°1 y Puliza*. Cayambe: Tesis.

*Codex Ecuador*. (2017). Obtenido de <http://www.salud.gob.ec/codex-salud/>

Comisión Europea. (2010). Reglamento relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 19-111.

Conlago, F. (2013). *Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en la comunidad Paquiestancia, Cayambe-Ecuador 2012*. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe.

- Cóppola, B. (2011). Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal. *Bienestra y Salud Animal*, 48-49.
- Cultek. (2006). *Protocolo y técnicas*. Obtenido de Fundamentos y tipos de ELISA: <http://www.cultek.com/link/link.asp?link=/inf/otros/soluciones/Soluciones-ELISA-Protocolos.pdf>
- De Luca, L. (15 de Octubre de 2005). *Engormix*. Obtenido de <http://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/fisiopatologia-higado-vacas-alta-t26020.htm>
- Dipeolu, M., & Alonge, D. (2002). Residues of streptomycin antibiotic in meat sold for human consumption in some States of SW Nigeria . *Arch. Zootec*, 477-480.
- Doyle. (Agosto de 2006). *Veterinary drug residues in processed meats- potential health risk*. Obtenido de Research Institute Food: [http://www.wisc.edu/fri/briefs/FRIBrief\\_VetDrgRes.pdf](http://www.wisc.edu/fri/briefs/FRIBrief_VetDrgRes.pdf).
- Duarte, E., & Pena , G. (Enero de 2015). *Uso de antibióticos en ganado*. Obtenido de [http://copro.com.ar/Uso\\_de\\_antibioticos\\_en\\_el\\_ganado.html](http://copro.com.ar/Uso_de_antibioticos_en_el_ganado.html)
- EMRAQ-EP. (2015). *Faenamiento de Bovinos*. Obtenido de <http://www.epmrq.gob.ec/index.php/servicios/faenamiento/faenamiento-bovinos>
- Engo, N., Fuxman, A., González, C., Negri, L., Polenta, G., & Vaudagna, S. (2015). *Desarrollo de las exigencias sobre calidad e inocuidad de alimentos en el mundo (2025)*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Engormix. (2017). *Enroflox 10 Antibacteriano fluoroquinolónico para animales*.

Obtenido de Agrovvetmarket: [https://www.engormix.com/agrovvet-market-animal-health/enroflox-antibacteriano-fluoroquinolonico-animales-sh28\\_pr19680.htm](https://www.engormix.com/agrovvet-market-animal-health/enroflox-antibacteriano-fluoroquinolonico-animales-sh28_pr19680.htm)

eurofins. (30 de Marzo de 2017). *eurofins*. Obtenido de

<http://www.eurofins.es/divisi%C3%B3n-alimentario/servicios/an%C3%A1lisis-de-seguridad-alimentaria/contaminantes/residuos-de-medicamentos-veterinarios/>

Falcón, N., Ortega, C., Gorniak, S., Villamil, L., Ríos, C., & Simón, M. (2010). El problema de la resistencia a antibióticos en salud pública. *Una Salud. Revista Sapuvet de Salud Pública*, 75-88.

FAO. (1993). *Glosario de términos y definiciones para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos*. Roma: FAO.

FAO. (1993). *Parte del Producto a la que se aplican los límites máximos para residuos y que se analiza*. Roma: FAO.

FAO. (2014). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>

FAO. (2015). *Límite máximo de residuos (LMR) y recomendaciones sobre la gestión de riesgos (RGR) para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos*. Roma: FAO.

FAO. (2016). *Codex Alimentarius. Glosario de términos*. Obtenido de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/vetdrugs/glossary/es/>

- FIRA. (2017). *Panorama Agroalimentario: Carne de bovino 2017*. México: FIRA. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200639/Panorama\\_Agroalimentario\\_Carne\\_de\\_bovino\\_2017\\_\\_1\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200639/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_bovino_2017__1_.pdf)
- Flores, M. (2016). *Determinación de tetraciclinas en la carne del camal del cantón de Santa Rosa, provincia de El Oro*. Machala : Universidad Técnica de Machala.
- Franco, J., & Romero, M. (2008). Determinación de niveles residuales de tetraciclina en canales bovinas por la técnica ELISA. *alimentos hoy, XIV*.
- Gargallo, D. (2016). *Bacterias multirresistentes a antibióticos: España, un país con más riesgo*. Obtenido de Efe:salud: <http://www.efesalud.com/espana-los-paises-mas-riesgo-desarrollar-bacterias-superresistentes-antibioticos/>
- Garza, L., & Hidalgo, J. (Mayo de 2015). *Tesis*. Obtenido de Determinación de residuos antibióticos  $\beta$ -lactámicos y tetraciclinas en carne e hígado de bovinos faenados en el rastro municipal de Santa Ana, El Salvador.: <http://ri.ues.edu.sv/8394/1/13101592.pdf>
- Garzón, D., Celis, C., Cuervo, S., Ordoñez, D., & Roa, L. (2013). *Estudio preliminar sobre el uso de la técnica de ELISA competitiva para la detección de residuos de Ivermectina en hígados de bovinos*. Colombia: UDCA.
- Gélvez, L. (2017). *Mundo Pecuario*. Obtenido de [http://mundopecuario.com/tema229/rinones\\_animales/](http://mundopecuario.com/tema229/rinones_animales/)
- Ghezzi, M., & Castro, A. (17 de Agosto de 2011). Obtenido de <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/AnatomiaII/images/Documentos/2015/%C3%B3rganos%20sublumbares.pdf>

- Gratacós, M. (2007). *Desarrollo de métodos rápidos para el análisis de residuos en producción animal*. Girona: Universitat de Girona.
- INEC. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Quito: ESPAC.
- INEN. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - Madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos*. Quito: INEN.
- INEN. (2015). *Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. Requisitos*. Quito : INEN.
- Kolanović, B., Bilandžić, N., Varenina, I., & Božić, Đ. (2014). Tylosin content in meat and honey samples over a two-year period in Croatia. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry* , 37-47.
- Korchi, G. E. (2006). *Farmacocinética y eficacia de oxitetraciclina tras su administración intramuscular en bovino. Depleción tisular*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Lazcano, J., Wong , A., Roing , A., Pérez, B., Moreno, G., Cantún , M., . . . Dávalos , G. (2010). *Determinación de sulfonamidas en músculo de bovinos sacrificados en rastros de tipo de inspección federal en Nuevo León, México, por medio de la técnica de líquida de alta resolución (HPLC)*. Obtenido de XII Congreos Nacional de Ciencias y Tecnología de los Alimentos : [www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/documentos/carnicos/CA33.pdf](http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/documentos/carnicos/CA33.pdf)

LIDERES. (15 de Marzo de 2015). *Revista Líderes*. Obtenido de <http://www.revistalideres.ec/lideres/consumo-carnicos-ecuador.html>

Lozano, M., & Arias, D. (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 121-135.

MAGAP. (2017). <http://www.agricultura.gob.ec>. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-autosuficiente-para-cubrir-demanda-nacional-de-carne-bovina/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2013). *Estudio de Cadenas Pecuarias de Ecuador*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Obtenido de [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/mercados/carnes/\\_archivos//000002=Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador/000008-Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador.pdf](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/mercados/carnes/_archivos//000002=Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador/000008-Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador.pdf)

Ministerio de Salud. (2017). *Minsalud*. Bogotá: Ministerio de Salud.

NMPF. (2014). *Prevención de residuos de fármacos en la leche y la carne*. Obtenido de Manual para el Ganadero de las mejores prácticas de manejo: [http://www.nationaldairyfarm.com/sites/default/files/2014%20ResMan\\_Spanish\\_WEB.pdf](http://www.nationaldairyfarm.com/sites/default/files/2014%20ResMan_Spanish_WEB.pdf)

Olatoye, & Ehinmowo. (2010). Oxytetracycline residues in edible tissues of cattle slaughtered in Akure, Nigeria. *Nigerian Veterinary Journal*, 31, 93-102.

- OMS. (Diciembre de 2015). *Centro de Prensa*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>
- OMS. (2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de [http://www.who.int/topics/food\\_safety/es/](http://www.who.int/topics/food_safety/es/)
- Pastor, N., & otros. (2007). Nuevos Inmunoensayos para el analisis de residuos de tetraciclinas en mieles. *Revista sobre agroalimentación e industrias afines.*, VII, 12-17.
- Pinheiro, P. (12 de Mayo de 2017). *MD. SAÚDE*. Obtenido de <http://www.mdsaude.com/es/2016/10/bactrim-sulfametoxazol-trimetoprima.html>
- Rico, S., & Ferraro, D. (2010). *Residuos de medicamentos veterinarios*. Obtenido de Aprocal: [http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/residuos\\_de\\_medicamentos.htm.pdf](http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/residuos_de_medicamentos.htm.pdf)
- RUMINAL. (29 de Junio de 2017). *RUMINAL*. Obtenido de <http://www.ruminal.com.ar/es/enrofloxacin-10-solucion-inyectable>
- SANI. (29 de Junio de 2017). *VADECUM VETERINARIO*. Obtenido de [http://www.sani.com.ar/producto.php?id\\_producto=5766](http://www.sani.com.ar/producto.php?id_producto=5766)
- Seija, V., & Vignoli, R. (2008). *Principales grupos de antibióticos*. Uruguay: Instituto de Higiene Universidad de la República.
- Silva, A. (Abril de 2014). *Formas de procesamiento de datos proveniente de investigación experimental*. Obtenido de Aplicaciones básicas para el análisis estadístico de datos experimentales en el programa INFOSTAT.

Sumano, H., & Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria* (Tercera ed.). México: McGraw-Hill.

Vázquez, L., Bermúdez, M., García, L., Languré, A., Flores, M., & Orantes, C. (2002). Estudio de residuos tóxicos en tejidos animales destinados al consumo. *Revista Científica FCV-LUZ*, 186-192.

## Anexos

### Anexo 1. Preparación de la muestra

#### Anexo 1a. Eliminación de grasa



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

#### Anexo 1b. Trituración y homogenización



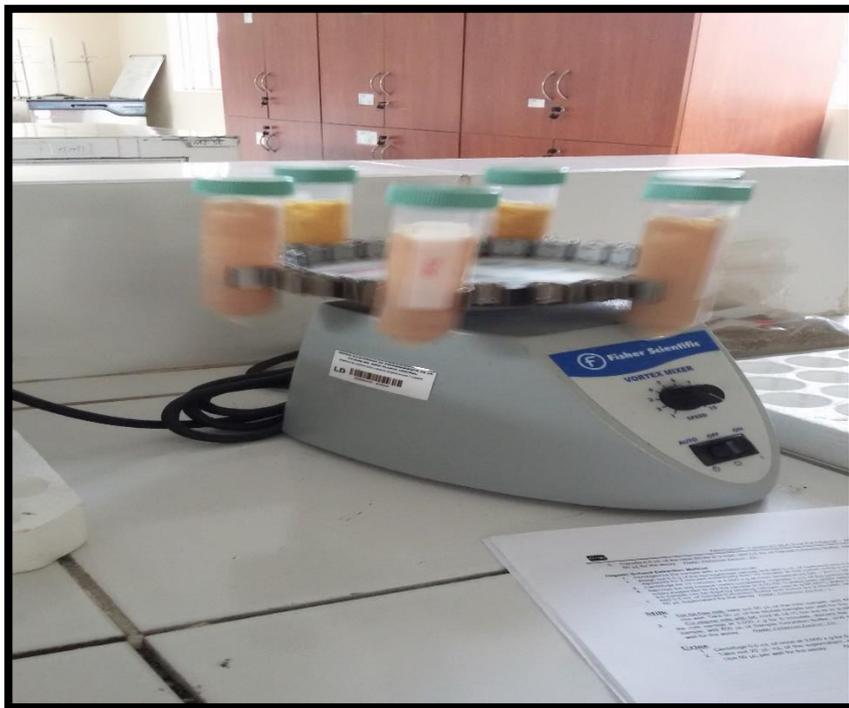
*Nota:* Tomado por El autor, 2017

Anexo 1c. Etiquetado



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

Anexo 1d. Vortezización de muestras



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

Anexo 1e. Centrifugación de muestras



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

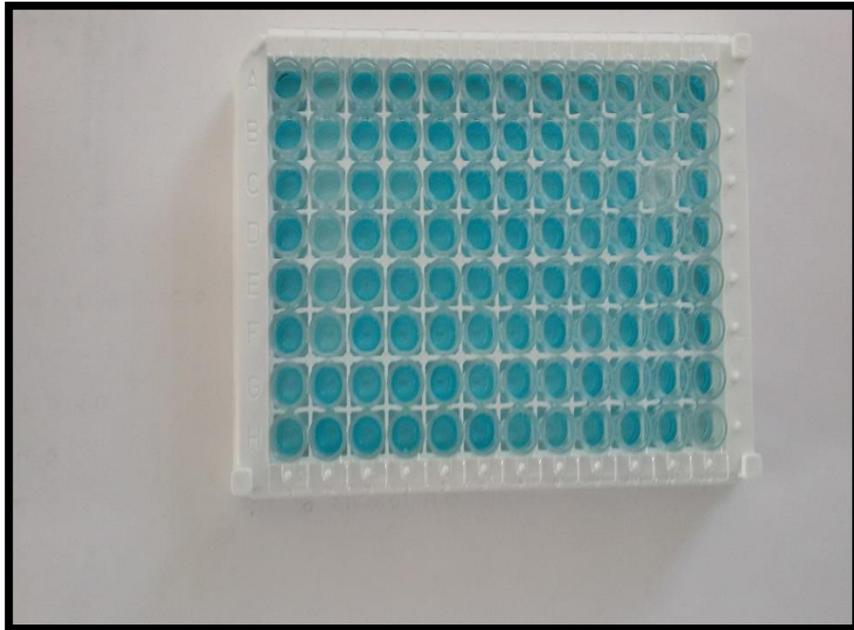
Anexo 1f. Secado de la muestra por baño maría



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

## Anexo 2. Protocolo ELISA

### Anexo 2a. Adición del sustrato TMB



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

### Anexo 2b. Adición Stop Buffer

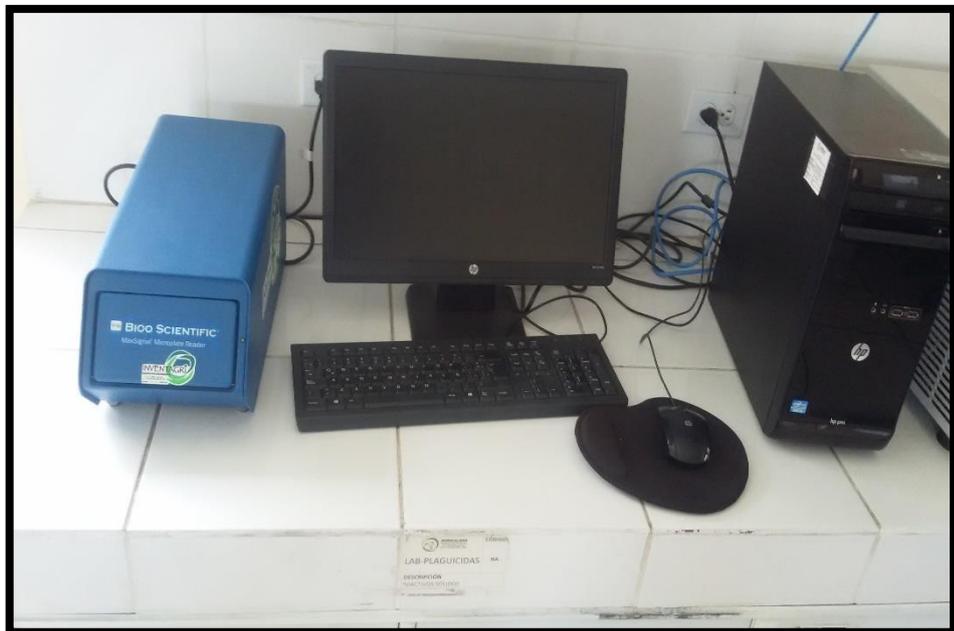


*Nota:* Tomado por El autor, 2017

### Anexo 3. Lectura de la placa



*Nota:* Tomado por El autor, 2017



*Nota:* Tomado por El autor, 2017

## Anexo 4. Informe de análisis emitido por el Laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/PPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 1 de 11</b>

Informe N°: LN-PPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante:** Gabriel Noroña  
**Dirección:** Hernando Quiroz S9-107 **Teléfono:** 0999016554  
**Provincia:** Pichincha **Cantón:** Quito **Correo Electrónico:** gabo\_9202@hotmail.com  
**N° Factura/Memorando:** 56-M **N° Orden de Trabajo:** CPP-17-CGLS-0960

### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Provincia:</b>	Pichincha	<b>Tipo de muestra:</b>	Carne, hígado, riñón bovino
<b>Cantón:</b>	Quito	<b>Conservación de la muestra:</b>	congelada
<b>Parroquia:</b>	-	<b>Tipo de envase:</b>	funda plástica
<b>Fecha de muestreo:</b>	26-04-2017	<b>Fecha de inicio de análisis:</b>	28/04/2017
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b>	27/04/2017	<b>Fecha de finalización de análisis:</b>	29-05-2017

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

MÉTODO REFERENCIAL/ MÉTODO INTERNO: METODO ELISA

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
CPP-17-060	M1-C1	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,31	ELISA	50
			1,65		
			1,47		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacin	ND		100
			ND		
			ND		
		Estreptomycin	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicin	ND		50
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				
CPP-17-061	M1-H1	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,89	ELISA	50
			0,91		
			0,89		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacin	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomycin	ND		500
			ND		
			ND		
Gentamicin	ND	200			
	ND				
	ND				

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTOR	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/_CPP/09-F001</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 2 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
		Tilosina	ND		100
			ND		
			ND		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,65		100
			0,63		
			0,66		
CPP-17-062	M1-R1	Beta-lactámicos (Penicilina)	ND	ELISA	50
			ND		
			ND		
		Oxitetraciclina	2,91		600
			2,91		
			2,88		
		Enrofloxacinina	ND		200
			ND		
		Estreptomycinina	ND		1000
			ND		
		Gentamicina	ND		750
			ND		
			ND		
		Tilosina	ND		100
ND					
ND					
Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,57	100			
	0,58				
	0,58				
CPP-17-063	M2-C2	Beta-lactámicos (Penicilina)	2,65	ELISA	50
			1,86		
			2,74		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacinina	ND		100
			ND		
		Estreptomycinina	ND		500
			ND		
		Gentamicina	ND		50
			ND		
		Tilosina	ND		100
			ND		
ND					
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				
CPP-17-064	M2-H2	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,85	ELISA	50
			9,95		
			0,92		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacinina	ND		300
			ND		
			ND		

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 3 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		200
			ND		
			ND		
		Tilosina	1,02		100
			1,22		
			0,96		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,75		100
			0,78		
			0,80		
CPP-17-065	M2-R2	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,93	ELISA	50
			0,88		
			0,79		
		Oxitetraciclina	ND		600
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		200
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	58,38		1000
			58,55		
			33,39		
Gentamicina	1,24	750			
	0,86				
	0,72				
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,97	100			
	0,93				
	0,92				
CPP-17-066	M3-C3	Beta-lactámicos (Penicilina)	ND	ELISA	50
			ND		
			ND		
		Oxitetraciclina	6,47		100
			7,90		
			7,30		
		Enrofloxacina	ND		100
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	301,58		500
			225,45		
			229,38		
Gentamicina	ND	50			
	ND				
	ND				
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 4 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
CPP-17-067	M3-H3	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,94	ELISA	50
			1,03		
			0,98		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacin	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		200
			ND		
			ND		
Tilosina		1,57	100		
		1,21			
		1,33			
Sulfamidas (Sulfametaxol)		0,85	100		
		0,84			
		0,82			
CPP-17-068	M3-R3	Beta-lactámicos (Penicilina)	ND	ELISA	50
			ND		
			ND		
		Oxitetraciclina	66,94		600
			63,26		
			58,39		
		Enrofloxacin	ND		200
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		1000
			ND		
			ND		
		Gentamicina	18,54		750
			8,53		
			15,53		
Tilosina		13,13	100		
		10,17			
		13,82			
Sulfamidas (Sulfametaxol)		0,45	100		
		0,48			
		0,44			
CPP-17-069	M4-C4	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,63	ELISA	50
			0,88		
			0,88		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacin	ND		100
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		50
			ND		
			ND		

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 5 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
		Tilosina	ND		100
			ND		
			ND		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND		
			ND		
			ND		
CPP-17-070	M4-H4	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,35	ELISA	50
			1,11		
			1,02		
		Oxitetraciclina	4,92		300
			5,22		
			4,22		
		Enrofloxacin	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		200
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,91	100			
	1,04				
	1,1				
CPP-17-071	M4-R4	Beta-lactámicos (Penicilina)	ND	ELISA	50
			ND		
			ND		
		Oxitetraciclina	ND		600
			ND		
			ND		
		Enrofloxacin	ND		200
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		1000
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		750
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				
CPP-17-072	M5-C5	Beta-lactámicos (Penicilina)	2,08	ELISA	50
			2,22		
			2,08		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacin	ND		100
			ND		
			ND		

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 6 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
		Estreptomina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		50
			ND		
			ND		
		Tilosina	ND		100
			ND		
			ND		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND		100
			ND		
			ND		
CPP-17-073	M5-H5	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,22	ELISA	50
			1,21		
			0,86		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomina	ND		500
			ND		
			ND		
Gentamicina	ND	200			
	ND				
	ND				
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,85	100			
	0,85				
	0,86				
CPP-17-074	M5-R6	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,78	ELISA	50
			0,98		
			0,99		
		Oxitetraciclina	ND		600
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		200
			ND		
			ND		
		Estreptomina	ND		1000
			ND		
			ND		
Gentamicina	ND	750			
	ND				
	ND				
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/PPP/09-FO01</b>
		<b>Rev. 1</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Hoja 7 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
CPP-17-075	S1-C1	Beta-lactámicos (Penicilina)	2,4	ELISA	50
			2,58		
			2,71		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		100
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		50
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				
CPP-17-076	S1-H1	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,93	ELISA	50
			1,1		
			0,94		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		200
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	1,44	100			
	1,39				
	1,51				
CPP-17-077	S1-R1	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,01	ELISA	50
			1,01		
			1,16		
		Oxitetraciclina	ND		600
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		200
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		1000
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		750
			ND		

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 8 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
		Tilosina	ND		100
			ND		
			ND		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND		100
			ND		
			ND		
CPP-17-078	S2-C2	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,07	ELISA	50
			1,00		
			0,85		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacinina	ND		100
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
Gentamicina	0,75	50			
	0,65				
	0,45				
		Tilosina	ND		100
			ND		
			ND		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND		100
			ND		
			ND		
CPP-17-079	S2-H2	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,34	ELISA	50
			1,22		
			1,39		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacinina	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
Gentamicina	ND	200			
	ND				
	ND				
		Tilosina	ND		100
			ND		
			ND		
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	1,07		100
			1,17		
			1,09		
CPP-17-080	S2-R2	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,89	ELISA	50
			1,07		
			1,19		
		Oxitetraciclina	ND		600
			ND		
			ND		
Enrofloxacinina	ND	200			
	ND				

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/PPP/09-FO01</b>
	<b>Rev. 1</b>	
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Hoja 9 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)												
			ND														
			ND														
		Estreptomicina	ND														
			ND														
		Gentamicina	ND														
			ND														
		Tilosina	ND														
			ND														
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND														
			ND														
		CPP-17-081	S3-C3											Beta-lactámicos (Penicilina)	0,93	ELISA	50
															1,02		
Oxitetraciclina	0,81																
	ND																
Enrofloxacin	ND																
	ND																
Estreptomicina	ND																
	ND																
Gentamicina	ND																
	ND																
Tilosina	ND																
	ND																
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND																
	ND																
CPP-17-082	S3-H3			Beta-lactámicos (Penicilina)	1,14									ELISA	50		
					1,31												
				Oxitetraciclina	1,41												
					ND												
				Enrofloxacin	ND												
					ND												
				Estreptomicina	ND												
					ND												
				Gentamicina	ND												
					ND												
		Tilosina	ND														
			ND														
Sulfamidas (Sulfametaxol)	2,83																
	2,79																
							2,81								100		

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>
		<b>Hoja 10 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)
CPP-17-083	S3-R3	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,29	ELISA	50
			1,21		
			1,41		
		Oxitetraciclina	ND		600
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		200
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		1000
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		750
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				
CPP-17-084	S4-C4	Beta-lactámicos (Penicilina)	0,94	ELISA	50
			1,02		
			0,89		
		Oxitetraciclina	ND		100
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		100
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		50
			ND		
ND					
Tilosina	ND	100			
	ND				
	ND				
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100			
	ND				
	ND				
CPP-17-085	S4-H4	Beta-lactámicos (Penicilina)	1,55	ELISA	50
			1,43		
			1,31		
		Oxitetraciclina	ND		300
			ND		
			ND		
		Enrofloxacina	ND		300
			ND		
			ND		
		Estreptomicina	ND		500
			ND		
			ND		
		Gentamicina	ND		200
			ND		
ND					

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE CONTAMINANTES DE PRODUCTOS PECUARIOS</b> Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/CPP/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 1</b>  <b>Hoja 11 de 11</b>

Informe N°: LN-CPP-E17-002  
 Fecha de Emisión Informe: 31-05-2017

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	ANALITO DETECTADO	RESIDUOS ENCONTRADOS (ug/kg)	MÉTODO	LMR* (ug/kg)			
CPP-17-086	S4-R4	Tilosina	ND	ELISA	100			
			ND					
			ND					
			ND					
		Sulfamidas (Sulfametaxol)	0,46		100			
			0,45					
			0,46					
		Beta-lactámicos (Penicilina)	S4-R4		Beta-lactámicos (Penicilina)	1,16	ELISA	50
						1,17		
						0,96		
					Oxitetraciclina	2,8		600
						2,6		
2,66								
Enrofloxacin	ND			200				
	ND							
	ND							
Estreptomicina	ND			1000				
	ND							
Gentamicina	ND			750				
	ND							
	ND							
Tilosina	ND			100				
	ND							
	ND							
Sulfamidas (Sulfametaxol)	ND	100						
	ND							
	ND							

ND: No detectado ppb: Partes por billón (ng/kg) ≈ concentración aproximada encontrada por el método

\*\*Límites Máximos para Residuos (LMR) recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS 2015 o por el REGLAMENTO (UE) No 37/2010 DE LA COMISIÓN de 22 de diciembre de 2009

\*\*\*Es recomendable que todas las muestras donde se detectó el residuo de medicamento veterinario sean confirmadas su concentración con el método de cromatografía con detección masas.

Analizado por: Paulette Andrade

Observaciones: NA



Quim. A. Paulette Andrade  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio de Contaminantes de Productos  
 Pecuarios

## Anexo 5. Interacción Antibiótico-Tejido

Antibiótico	Mercado	Tejido	Media	Rango
Estreptomicina	M3	Músculo	252.14	A
Oxitetraciclina	M3	Riñón	62.86	B
Estreptomicina	M2	Riñón	50.11	C
Gentamicina	M3	Riñón	14.20	D
Tilosina	M3	Riñón	12.37	DE
Oxitetraciclina	M3	Músculo	7.23	EF
Oxitetraciclina	M4	Hígado	4.79	FG
Oxitetraciclina	M1	Riñón	2.90	FG
Sulfonamida	S3	Hígado	2.83	FG
Oxitetraciclina	S4	Riñón	2.69	FG
Penicilina	S1	Músculo	2.57	FG
Penicilina	M2	Músculo	2.42	FG
Penicilina	M5	Músculo	2.13	FG
Penicilina	M1	Músculo	1.48	FG
Sulfonamida	S1	Hígado	1.45	FG
Penicilina	S4	Hígado	1.43	FG
Tilosina	M3	Hígado	1.37	FG
Penicilina	S2	Hígado	1.32	FG
Penicilina	S3	Riñón	1.30	FG
Penicilina	S3	Hígado	1.29	FG
Penicilina	M4	Hígado	1.17	FG
Sulfonamida	S2	Hígado	1.11	FG
Penicilina	S4	Riñón	1.09	FG
Penicilina	M5	Hígado	1.09	FG
Tilosina	M2	Hígado	1.07	FG
Penicilina	S1	Riñón	1.06	FG
Penicilina	S2	Riñón	1.05	FG
Sulfonamida	M4	Hígado	1.02	FG
Penicilina	S1	Hígado	1.00	FG
Penicilina	M3	Hígado	0.98	FG
Penicilina	S2	Músculo	0.97	FG
Sulfonamida	M2	Riñón	0.95	FG
Penicilina	S4	Músculo	0.95	FG
Gentamicina	M2	Riñón	0.94	FG
Penicilina	S3	Músculo	0.92	FG
Penicilina	M5	Riñón	0.92	FG
Penicilina	M2	Hígado	0.90	FG
Penicilina	M1	Hígado	0.90	FG
Penicilina	M2	Riñón	0.87	FG
Sulfonamida	M5	Hígado	0.85	FG
Sulfonamida	M3	Hígado	0.84	FG
Penicilina	M4	Músculo	0.80	FG
Sulfonamida	M2	Hígado	0.78	FG
Sulfonamida	M1	Hígado	0.65	FG

Gentamicina	S2	Músculo	0.62	FG
Sulfonamida	M1	Riñón	0.58	FG
Sulfonamida	M3	Riñón	0.46	FG
Sulfonamida	S4	Hígado	0.46	FG
Tilosina	M3	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	M3	Músculo	0.00	G
Estreptomina	S4	Riñón	0.00	G
Estreptomina	M3	Riñón	0.00	G
Enrofloxacin	S4	Riñón	0.00	G
Enrofloxacin	M3	Riñón	0.00	G
Gentamicina	S4	Músculo	0.00	G
Penicilina	M3	Músculo	0.00	G
Tilosina	S4	Riñón	0.00	G
Estreptomina	M4	Músculo	0.00	G
Oxitetraciclina	S4	Músculo	0.00	G
Estreptomina	S2	Músculo	0.00	G
Oxitetraciclina	M2	Riñón	0.00	G
Estreptomina	S4	Hígado	0.00	G
Estreptomina	M1	Músculo	0.00	G
Gentamicina	S1	Músculo	0.00	G
Gentamicina	M2	Músculo	0.00	G
Enrofloxacin	M2	Músculo	0.00	G
Oxitetraciclina	M2	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	M4	Riñón	0.00	G
Gentamicina	M5	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S3	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S3	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	M4	Músculo	0.00	G
Enrofloxacin	M5	Músculo	0.00	G
Gentamicina	M1	Músculo	0.00	G
Estreptomina	S1	Músculo	0.00	G
Oxitetraciclina	M1	Músculo	0.00	G
Gentamicina	M4	Músculo	0.00	G
Estreptomina	S3	Músculo	0.00	G
Tilosina	M1	Riñón	0.00	G
Gentamicina	M3	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S1	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	M5	Riñón	0.00	G
Enrofloxacin	S3	Músculo	0.00	G
Enrofloxacin	M4	Músculo	0.00	G
Oxitetraciclina	S3	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	S4	Hígado	0.00	G
Tilosina	M1	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	M5	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	M4	Riñón	0.00	G
Enrofloxacin	S2	Músculo	0.00	G
Estreptomina	M5	Músculo	0.00	G

Estreptomina	S2	Riñón	0.00	G
Gentamicina	S3	Músculo	0.00	G
Oxitetraciclina	S3	Riñón	0.00	G
Penicilina	M1	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	S4	Hígado	0.00	G
Penicilina	M4	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	M5	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	M3	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	S1	Riñón	0.00	G
Tilosina	M4	Hígado	0.00	G
Sulfonamida	S1	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	S1	Riñón	0.00	G
Tilosina	M2	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	M1	Músculo	0.00	G
Tilosina	S3	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S2	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	S2	Hígado	0.00	G
Gentamicina	M5	Riñón	0.00	G
Estreptomina	M5	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	M2	Hígado	0.00	G
Tilosina	M4	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	S2	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	S1	Músculo	0.00	G
Enrofloxacina	S3	Riñón	0.00	G
Tilosina	M4	Músculo	0.00	G
Tilosina	M1	Músculo	0.00	G
Tilosina	S1	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S2	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	M1	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S4	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	S2	Músculo	0.00	G
Gentamicina	S4	Hígado	0.00	G
Gentamicina	S4	Riñón	0.00	G
Gentamicina	M3	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	S1	Hígado	0.00	G
Tilosina	M5	Músculo	0.00	G
Gentamicina	M4	Riñón	0.00	G
Tilosina	S3	Riñón	0.00	G
Gentamicina	S2	Riñón	0.00	G
Tilosina	M2	Músculo	0.00	G
Gentamicina	S3	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	S2	Riñón	0.00	G
Gentamicina	S1	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	M1	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	S1	Músculo	0.00	G
Sulfonamida	S4	Músculo	0.00	G
Enrofloxacina	M5	Riñón	0.00	G

Tilosina	S3	Hígado	0.00	G
Gentamicina	M5	Hígado	0.00	G
Gentamicina	M2	Hígado	0.00	G
Sulfonamida	M5	Músculo	0.00	G
Gentamicina	M1	Hígado	0.00	G
Estreptomicona	M2	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	S4	Músculo	0.00	G
Gentamicina	M1	Riñón	0.00	G
Tilosina	S2	Músculo	0.00	G
Enrofloxacina	M4	Riñón	0.00	G
Tilosina	S1	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	M5	Hígado	0.00	G
Gentamicina	S1	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	S3	Hígado	0.00	G
Estreptomicona	S1	Riñón	0.00	G
Oxitetraciclina	M1	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	M2	Hígado	0.00	G
Tilosina	S2	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	S2	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	M1	Hígado	0.00	G
Sulfonamida	M4	Músculo	0.00	G
Estreptomicona	M2	Músculo	0.00	G
Tilosina	S2	Riñón	0.00	G
Estreptomicona	M4	Riñón	0.00	G
Enrofloxacina	M2	Riñón	0.00	G
Sulfonamida	M2	Músculo	0.00	G
Enrofloxacina	S1	Hígado	0.00	G
Gentamicina	S3	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	M4	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	M5	Hígado	0.00	G
Gentamicina	M4	Hígado	0.00	G
Estreptomicona	S3	Riñón	0.00	G
Tilosina	M5	Hígado	0.00	G
Gentamicina	S2	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	S3	Músculo	0.00	G
Estreptomicona	M1	Riñón	0.00	G
Estreptomicona	S2	Hígado	0.00	G
Tilosina	M5	Riñón	0.00	G
Tilosina	S1	Riñón	0.00	G
Estreptomicona	M1	Hígado	0.00	G
Estreptomicona	M5	Hígado	0.00	G
Estreptomicona	S1	Hígado	0.00	G
Tilosina	S4	Hígado	0.00	G
Estreptomicona	M3	Hígado	0.00	G
Enrofloxacina	M3	Riñón	0.00	G
Estreptomicona	M4	Hígado	0.00	G
Oxitetraciclina	M3	Hígado	0.00	G

Estreptomicina	S3	Hígado	0.00	G
Penicilina	M3	Riñón	0.00	G
Estreptomicina	S4	Riñón	0.00	G
Tilosina	S4	Músculo	0.00	G

Elaborado por: El autor, 2017.