

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

# PRESENCIA DE RESIDUOS DE DOXICICLINA EN CARNE BOVINA PROCEDENTE DEL MATADERO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN MEJÍA, ECUADOR

Morocho-Michilena, Jonathan<sup>a</sup>; Andrade-Beltrán, Paulette<sup>b</sup>; Mena-Miño, Luis<sup>c</sup>; Noboa-Velástegui, Jacqueline<sup>d</sup>, Yáñez-Ortiz, Iván<sup>e</sup>; Vargas-Estrella, Javier<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Central de Ecuador, Av. Universitaria, Quito, Ecuador.

<sup>b</sup>Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, Vía Interoceánica Km. 14 y Eloy Alfaro, Tumbaco, Ecuador.

<sup>c</sup>Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, Cumbayá, Ecuador.

<sup>d</sup>Universidad Regional Amazónica Ikiam, Vía a Alto Tena Km. 7, Muyuna, Ecuador.

<sup>e</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, Travessera dels Turons, Bellaterra, España.

*Ingresado: 24/01/2020*

*Aceptado: 03/05/2020*

## Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de residuos de doxiciclina en carne de bovinos procedente del matadero del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Mejía, localizado en la provincia de Pichincha, Ecuador, durante el periodo comprendido entre el 29 de septiembre y el 26 de octubre de 2017. Durante el primer semestre de 2017 se faenaron mensualmente un promedio de 1.179 bovinos, estableciéndose el tamaño de la muestra en 160 muestras de músculo, las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios de AGROCALIDAD mediante la técnica de Ensayo de Inmunoabsorción Ligando a Enzimas (ELISA). Se determinó que existe la presencia de residuos de doxiciclina en el 15,63% (25/160) de las muestras analizadas. La concentración promedio de residuos de doxiciclina fue de 16,6 µg/kg (1,5-95,0 µg/kg), donde el 80% (20/25) de las muestras positivas presentaron una concentración entre 1-25 µg/kg. Se corroboró el uso de doxiciclina en animales de producción que son destinados para el consumo humano, pero sin que los residuos de este antibiótico superen el Límite Máximo de Residuos (LMR) en músculo de bovinos establecidos a nivel internacional, siendo

datos preliminares que se deben confirmar con el uso de otras técnicas de diagnóstico.

**Palabras clave:** Bovinos, carne, doxiciclina, ELISA, Límite Máximo de Residuos.

**“PRESENCE OF RESIDUES OF DOXYCYCLINE IN BOVINE MEAT FROM THE SLAUGHTERHOUSE OF THE AUTONOMOUS DESCENTRALIZED GOVERNMENT OF CANTON MEJÍA, ECUADOR”.**

## Abstract

The objective of this study was to determine the presence of doxycycline residues in bovine meat derived from the slaughterhouse of the Autonomous Decentralized Government (ADG) of the Mejía canton, located in the province of Pichincha, Ecuador, during the period between September 29 and on October 26, 2017. During the first semester of 2017, an average of 1.179 cattle was slaughtered monthly, establishing the sample size in 160 muscle samples, which were analyzed in the Livestock Products Contaminants Laboratory of AGROCALIDAD by Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (ELISA) technique. It was determined that the presence of doxycycline residues exists in 15,63% (25/160) of the samples analyzed. The average concentration of doxycycline residues was 16,6 µg/kg (1,5-95,0 µg/kg), where 80% (20/25) of the positive samples, a concentration between 1-25 µg/kg. The use of doxycycline in production

\* Correspondencia a: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central de Ecuador, Benjamín Chávez y Jerónimo Leyton, 170129 Quito, Ecuador. Teléfono: +593 992925508. Correo electrónico: [jvargas@uce.edu.ec](mailto:jvargas@uce.edu.ec)

animals that are intended for human consumption was corroborated, but without the residues of this antibiotic exceeding the Maximum Residue Limit (MRL) in bovine muscle established internationally, being preliminary data that must be confirmed with the use of other diagnostic techniques.

**Keywords:** Cattle, meat, doxycycline, ELISA, Maximum Residue Limit.

## I. INTRODUCCIÓN

La proteína de origen animal constituye un nutriente esencial para mantener un adecuado desarrollo biológico, ya que participa prácticamente en todas las funciones fisiológicas que ocurren en el organismo, lo que la convierte en un elemento insustituible dentro de la dieta debido a su patrón de aminoácidos y a su buena digestibilidad [1]. Sin embargo, el constante crecimiento de la población humana obliga a intensificar los sistemas de producción pecuaria para satisfacer la demanda de proteína animal [2], haciendo que los animales estén cada vez más expuestos a enfermedades de diferente naturaleza, lo que a su vez conduce a un mayor uso de medicamentos veterinarios como antimicrobianos, antiparasitarios y promotores del crecimiento, cuyos ingredientes activos dejan residuos que afectan directamente la salud de los consumidores [3].

Los antimicrobianos son metabolitos secundarios de ciertas especies bacterianas y fúngicas con propiedades dañinas contra otras especies bacterianas [4]. Estos, debido a su disponibilidad y bajo precio, son utilizados ampliamente en la producción animal como una práctica habitual con diversos propósitos, como terapéuticos, profilácticos y metafilácticos, con el objetivo de mejorar el crecimiento y la productividad de los animales [5,6], más aun, teniendo en cuenta que su uso es inevitable para el tratamiento de infecciones para las cuales no se dispone de vacunas, bacterinas o terapias alternativas [7]. No obstante, el uso de antibióticos en animales de producción con fines de comercialización y destinados para el consumo humano está cada vez más controlado, tanto por parte de los médicos veterinarios como por las autoridades sanitarias correspondientes [8]. Debido a que en muchas ocasiones la administración de antimicrobianos es realizada por no profesionales, es poco probable que se apliquen las dosis correctas y se respeten los periodos de retiro recomendados para evitar la generación de residuos [9], los cuales pueden permanecer en los productos o subproductos

alimenticios de origen animal y con lo que se genera un riesgo considerable para los consumidores [10].

Uno de los principales antibióticos empleados con frecuencia en la producción animal debido a su amplio espectro de actividad son las tetraciclinas, dentro de cuya familia hay más de 20 compuestos disponibles [11], siendo la doxiciclina uno de los más comunes en medicina veterinaria por su capacidad bacteriostática contra una gran variedad de microorganismos patógenos [12]. El uso indiscriminado de este antibiótico constituye un peligro potencial para la salud humana, pudiendo generar posibles efectos adversos que incluyen reacciones tóxicas o alérgicas, desarrollo de resistencia bacteriana y alteración de la composición normal de la microflora intestinal [13]. Actualmente, el Límite Máximo de Residuos (LMR) para doxiciclina no consta en la base de datos de medicamentos veterinarios del Codex Alimentarius. No obstante, a nivel europeo la doxiciclina figura actualmente en el Cuadro 1 del Anexo del Reglamento (UE) Nro. 37/2010, como sustancia autorizada para administrar en la especie bovina con un LMR de 100 µg/kg en muestras de músculo [14].

Existen dos métodos para la detección de residuos de antibióticos en alimentos de origen animal [15]. Por un lado, están los ensayos microbiológicos cualitativos o semicuantitativos basados en una reacción específica entre un organismo susceptible y el antibiótico, con ventajas como fiabilidad, rentabilidad y simplicidad [16]. Por otro lado, están los inmunoensayos semicuantitativos basados en una reacción específica entre anticuerpo y antígeno, con ventajas como alta especificidad, alta sensibilidad, simplicidad y rentabilidad, y dentro de los cuales se encuentra el Ensayo de Inmunoabsorción Ligando a Enzimas (ELISA) [17]. Sin embargo, existen métodos de confirmación que se basan en la cromatografía líquida (LC) acoplada a la espectrometría de masas (MS) [18] o con detección ultravioleta (UV) [19], los cuales son costosos y requieren de personal y un laboratorio adecuado [15].

Dado que no se cuenta con información relacionada con la presencia de residuos de antibióticos, especialmente de doxiciclina en la carne bovina comercializada en Ecuador, el objetivo de este estudio fue determinar la presencia de residuos de doxiciclina en muestras de músculo de bovinos faenados en el matadero del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Mejía, mediante técnica de ELISA, lo que permitirá

aportar información importante para el control de residuos de medicamentos, así como para la implementación de medidas correctivas por parte de la Autoridad Sanitaria (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD), que garantice una producción cárnica que cumpla los principios de inocuidad para precautelar la salud del consumidor.

## II. METODOLOGÍA

### Datos y recolección de muestras

El estudio se realizó en el matadero del GAD del cantón Mejía, ubicado en la parroquia de Machachi del cantón Mejía, en la provincia de Pichincha, Ecuador. La población en estudio estuvo constituida por el promedio de bovinos de aptitud lechera que se faenaron durante el primer semestre del año 2017, según la Fig. 1.

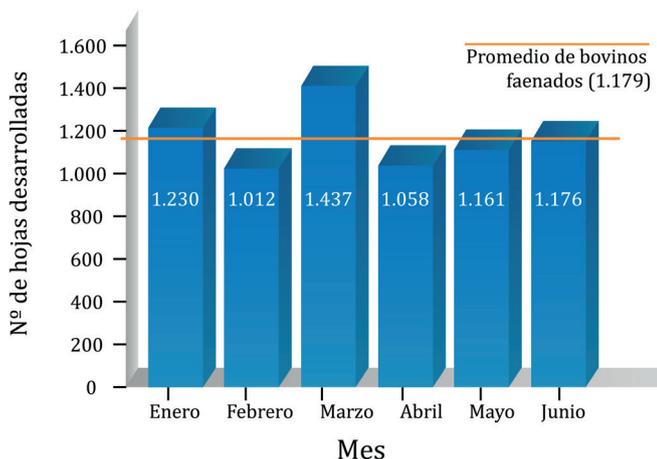


Fig. 1. Registro mensual de bovinos faenados de enero a junio del año 2017.

El tamaño de la muestra se determinó mediante la siguiente ecuación para una población finita (ver Ec. 1) [20]:

$$n = \frac{(Z^2 * N * p * q)}{(e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q))} \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

Z: Nivel de confianza = 97% (2,17)

N: Tamaño de la población = 1.179

p: Porcentaje asumido de la población positiva a doxiciclina = 50%

q: Porcentaje asumido de la población negativa a doxiciclina = 50%

e: Límite aceptable de error = 8%

Considerando en la Ec. 1 que el universo es de 1.179 bovinos faenados mensualmente, se determinó que el tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 97% y un límite aceptable de error del 8% es de 160 muestras, las cuales fueron recolectadas en el lapso de un mes (40 muestras por cada semana). Cada muestra constó de 400 a 500 g de músculo (glúteo superficial y profundo), las cuales fueron envueltas en papel aluminio, colocadas en una funda ziploc e identificadas para facilitar su manejo. Para el transporte se utilizó un enfriador pequeño que contenía gel refrigerante a una temperatura de 2 a 4 °C para mantenerlas en buenas condiciones hasta llegar al Laboratorio de Contaminantes de Productos Pecuarios de AGROCALIDAD, ubicado en la parroquia de Tumbaco del cantón Quito, en la provincia de Pichincha, Ecuador, a fin de que sean almacenadas a una temperatura de -18 a -20 °C para posteriormente ser analizadas una vez obtenida la totalidad de las mismas.

### Procesamiento y análisis de muestras

Las muestras fueron descongeladas a 20-25 °C para eliminar la grasa excesiva y reducir el tamaño. Se procedió a tomar 0,5 g cada muestra previa homogenización, a la cual se le añadió 3,5 ml de la solución tampón de extracción Oxytet 1X y 1 ml de n-hexano. Luego la muestra se llevó a un baño térmico a 50 °C por 5-10 minutos para disolverla, se mezcló durante 10 minutos y se centrifugó a 4.000 rpm por 10 minutos. Una vez centrifugada la muestra, se desechó la capa superior de n-hexano y se tomó 200 µl del sobrenadante, colocándolo en un tubo con 25 µl de solución tampón de balance Oxytet 1X. Finalmente, se añadió 275 µl de solución diluyente Oxytet 1X y se mezcló durante 1 minuto.

El análisis de las muestras se realizó con el MaxSignal® Doxycycline ELISA Kit (Bioo Scientific Corporation, Austin, TX, USA, lote 1083-01D), el cual permite a las agencias reguladoras internacionales y gubernamentales, a los fabricantes y procesadores de alimentos, así como a las organizaciones de garantía de calidad, detectar doxiciclina en productos de origen animal, entre los que se incluye la carne, de forma eficaz, segura y validada. La sensibilidad (límite de detección) del Kit fue de 10 µg/kg para carne y la especificidad (reactividad cruzada) fue del 100% para doxiciclina. La preparación del estándar de doxiciclina se realizó agregando 1,5 ml de diluyente estándar al vial de reserva, se mezcló durante 1 minuto y se dejó durante 30 minutos a temperatura ambiente para obtener un vial de

reserva de 300 ppb. Luego se mezcló nuevamente el vial agitándolo hacia arriba y hacia abajo 10 veces antes de usarlo. Por último, se diluyó en serie el vial de reserva de 300 ppb con el diluyente estándar en cada tubo y se mezcló durante 30 segundos.

De acuerdo al protocolo del Kit, se añadió 75 µl de cada estándar de doxiciclina por duplicado desde la concentración más baja a la más alta (control negativo, 0,15, 0,375, 0,75, 1,5 y 4,5 ppb) en diferentes pocillos, seguido de 75 µl de cada muestra preparada. Luego se agregó 100 µl del anticuerpo #1 y se dejó incubar la placa durante 50 minutos a 20-25 °C. Transcurrido el tiempo de incubación, se lavó la placa tres veces con 250 µl con solución de lavado 1X. Posteriormente, se añadió 150 µl de anticuerpo #2, dejando incubar durante 20 minutos a 20-25 °C. Después de este tiempo, se añadió 100 µl de sustrato TMB a cada pocillo. Se dejó incubar por 15 minutos a 20-25 °C y finalmente se agregó 100 µl de solución Stop Buffer que detiene la reacción enzimática. La lectura fue realizada automáticamente en µg/kg en el lector ELISA a 450 nm de longitud de onda.

Se empleó un ensayo de ELISA colorimétrico competitivo, donde el anticuerpo estuvo revestido en los pocillos de la placa. Durante el análisis, se añadió la muestra junto con el conjugado. Si el residuo de doxiciclina estuvo presente en la muestra, se completa la reacción con el anticuerpo, pero si no hay residuo no habrá la unión al anticuerpo unido al pozo. La intensidad del color resultante, después de la adición del sustrato, tiene una relación inversa con la concentración de residuos de doxiciclina en la muestra. La curva estándar se construyó mediante el trazado del porcentaje de absorbancia relativa media obtenida a partir de cada estándar de referencia contra su concentración en ng/ml en una curva logarítmica (ver Ec. 2) [21].

$$\text{Absorbancia relativa} = \frac{\text{Absorbancia de la muestra}}{\text{Absorbancia estándar}} * 100$$

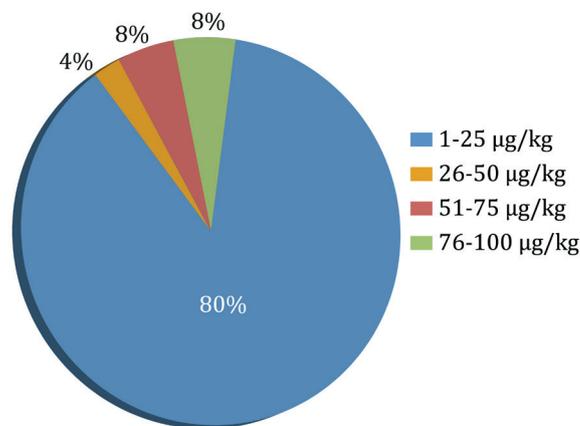
### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra que el 15,6% (25/160) de muestras de músculo de los bovinos faenados en el GAD del cantón Mejía resultaron positivas a la prueba de detección de residuos de doxiciclina en carne bovina mediante la técnica de ELISA, mientras que el 84,4% (135/160) resultaron negativas a la presencia de este antibiótico.

**Tabla 1:** Presencia de doxiciclina en carne bovina detectada mediante la técnica de ELISA.

Resultado	Número de muestras	%
Positivo	25	15,6
Negativo	135	84,4
<b>Total</b>	<b>160</b>	<b>100,0</b>

En la Fig. 2 se muestra que el 80% (20/25) de las muestras que resultaron positivas presentaron una concentración de residuos de doxiciclina que oscila entre 1-25 µg/kg, mientras que el 20% restante presentó concentraciones entre 26-50 µg/kg (1/25; 4%), entre 51-75 µg/kg (2/25; 8%) y entre 76-100 µg/kg (2/25; 8%). La concentración promedio de residuos de doxiciclina en las muestras analizadas fue de 16,6±30,3 µg/kg, donde el nivel más bajo detectado fue de 1,5 µg/kg y el nivel más alto fue de 95,0 µg/kg, los cuales se encuentran dentro del LMR permitido por la UE.



**Fig. 2.** Niveles de concentración de doxiciclina en carne bovina detectada mediante la técnica de ELISA.

Hasta donde se sabe este es el primer estudio donde se reporta la presencia de residuos de doxiciclina en carne bovina en el país; por lo que, al no existir ninguna información disponible en la literatura no se pueden comparar los resultados obtenidos. Sin embargo, a nivel internacional si hay estudios sobre determinación de residuos de tetraciclinas, aunque específicamente solo refiriéndose a oxitetraciclina. Es así que, en Colombia Franco et al. [12] encontraron residuos de tetraciclinas en el 100% (114/114) de las muestras evaluadas mediante la técnica de ELISA; en tanto que, Muriuki et al. [22] en Kenia y Garza e Hidalgo [23] en El Salvador reportan la presencia de esta familia farmacológica en el 7,6% (19/250) y en el

4,16% (1/24) de las canales de bovinos faenadas, respectivamente. Con respecto a detección de oxitetraciclina en carne de bovinos, Olatoye et al. [24], obtuvieron un 28,3% (17/60) de residualidad en las muestras analizadas de este antibiótico en Nigeria, mientras que [25] reportan que la mitad de las canales faenadas presentan concentraciones detectables de oxitetraciclina (49%; 73/149). Contrastando estos resultados, Vélez [26], reportó en su investigación un 0% de residualidad de antibióticos en las muestras de carne bovina y porcina analizadas, todas ellas mediante la técnica de ELISA.

De acuerdo con la Comisión del Codex Alimentarius (CAC), no está establecido el LMR de doxiciclina en carne bovina e indican que los LMR no deberían extrapolarse a otras especies para el compuesto que no está aprobado. Sin embargo, el Comité para Productos Medicinales Veterinarios (CVMP) perteneciente a la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) ha fijado el LMR de doxiciclina en algunos alimentos de origen animal (Tabla 2).

**Tabla 2.** Límite máximo de residuos (LMR) de doxiciclina en tejidos de origen animal.

Sustancia activa	Especie animal	LMR ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Tejidos diana
Doxiciclina	Bovinos	100	Músculo
		300	Hígado
		600	Riñón
	Porcinos y aves de corral	100	Músculo
		300	Piel y grasa
		300	Hígado
		600	Riñón

En el Ecuador no hay una legislación establecida por los entes de control para el LMR de doxiciclina en carne bovina. Con los resultados obtenidos en este estudio se ha evidenciado la presencia de doxiciclina en muestras de músculo de bovinos faenados en el matadero del GAD del cantón Mejía, donde el 100% de las muestras en las que se detectó la presencia de doxiciclina mediante la técnica de ELISA estarían dentro del rango del LMR establecido por el CVMP para este antibiótico.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos corroboran que en el Ecuador se utiliza la doxiciclina para el tratamiento de infecciones en animales de producción que son destinados para el consumo humano,

encontrándose residuos detectables de este antibiótico en el 15,6% de las muestras de músculo tomadas de bovinos de aptitud lechera que se faenan en el matadero del GAD del cantón Mejía. Sin embargo, las concentraciones de doxiciclina se encuentran dentro del LMR establecido a nivel internacional; por lo que, se deben realizar más estudios en el país mediante otras técnicas de diagnóstico para poder corroborar los resultados obtenidos.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Mejía por su colaboración en la toma de muestras y a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD por su colaboración en el procesamiento y análisis de las muestras.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] Elmadfa I, Meyer AL. Animal proteins as important contributors to a healthy human diet. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2017; 5: 111–131.
- [2] Correa DA, Castillo PM, Martelo RJ. Quantification of oxytetracycline residues in samples of beef from the municipality of Arjona-Bolívar (Colombia). *Contemp. Eng. Sci.* 2018; 11: 2249.
- [3] Kabir J, Umoh VJ, Audu-okoh E, Umoh JU, Kwaga JK. Veterinary drug use in poultry farms and determination of antimicrobial drug residues in commercial eggs and slaughtered chicken in Kaduna State, Nigeria. *Food Control.* 2004;15: 99–105.
- [4] Al-Mashhadany DA. Detection of antibiotic residues among raw beef in Erbil city (Iraq) and impact of temperature on antibiotic remains. *Ital. J. Food Saf.* 2019; 8: 7897.
- [5] Baynes RE, Dedonder K, Kissell L, Mzyk D, Marmulak T, Smith G, Tell L, Gehring R, Davis J, Riviere JE. Health concerns and management of select veterinary drug residues. *Food Chem. Toxicol.* 2016; 88: 112–122.
- [6] Tang KL, Caffrey, Nóbrega DB, Cork SC, Ronksley PE, Barkema HW, Polachek AJ, Ganshorn H, Sharma N, Kellner JD, Ghali WA. Restricting the use of antibiotics in food-producing animals and its associations with antibiotic resistance in food-producing animals and human beings: a systematic review and meta-analysis. *Lancet. Planet. Heal.* 2017; 1: e316–e327.
- [7] Cameron A, McAllister TA. Antimicrobial usage and resistance in beef production”, *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2016; 7.[8] Lozano M, Arias D. Residuos de fármacos en alimentos de origen

animal: panorama actual en Colombia. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 2008; 21: 121-135.

[9] Kimera ZI, Mdegela RH, Mhaiki CJ, Karimuribo ED, Mabiki F, Nonga HE, Mwesongo J. Determination of oxytetracycline residues in cattle meat marketed in the Kilosa district, Tanzania. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 2015; 82: 1-5.

[10] Montalvo G, Olivos L, Gilaber J, Rodríguez A. Análisis del riesgo de los medicamentos veterinarios presentes en los alimentos. *Actual. en Farm. y Ter.* 2004; 2: 168-175.

[11] Fritz JW, Zuo Y. Simultaneous determination of tetracycline, oxytetracycline, and 4-epitetracycline in milk by high-performance liquid chromatography. *Food Chem.* 2020; 105: 1297-1301.

[12] Franco J, Romero M, Taborda G. Determinación de niveles residuales de tetraciclina en canales bovinas por la técnica de ELISA en el frigorífico FRIOGAN (La Dorada). *Rev. Biosalud* 2008; 7: 47-55.

[13] Uekane TM, Neto FRA, Gomes LNF. Development and validation of a method for the analysis of tetracyclines in chicken-muscle by liquid chromatography-electrospray-mass spectrometry in tandem (LC-ESI-MS/MS). *Quim. Nov.* 2011; 34: 43-48.

[14] Reglamento (UE) No 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. Bruselas, Bélgica: Diario Oficial de la Unión Europea; 2009.

[15] Bacanlı M, Başaran N. Importance of antibiotic residues in animal food. *Food Chem. Toxicol.* 2020; 125: 462-466.

[16] Kilinc B, Meyer C, Hilge V. Evaluation of the EEC four-plate test and Premi test for screening antibiotic residues in trout (*Salmo trutta*). *Int. J. Food Sci. Technol.* 2007; 42: 625-628.

[17] Cháfer-Pericás C, Maquieira Á, Puchades R. Fast screening methods to detect antibiotic residues in food samples. *TrAC Trends Anal. Chem.* 2010; 29: 1038-1049.

[18] Blasco C, Di Corcia A, Picó Y. Determination of tetracyclines in multi-specie animal tissues by pressurized liquid extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chem.* 2019; 116: 1005-1012.

[19] Benito-Peña E, Urraca JL, Moreno-Bondi MC. Quantitative determination of penicillin V and amoxicillin in feed samples by pressurised liquid extraction and liquid chromatography with ultraviolet detection. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2009; 49: 289-294.

[20] Aguilar-Barojas S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud, *Rev. Salud en Tabasco.* 2005; 1: 333-338.

[21] Bioo Scientific Corporation. Doxycycline ELISA Test Kit Manual. Austin, TX, USA; 1083, 2013.

[22] Muriuki FK, Ogara WO, Njeruh FM, Mitema ES. Tetracycline residue levels in cattle meat from Nairobi slaughter house in Kenya. *J. Vet. Sci.* 2001; 2: 97-101.

[23] Garza L, Hidalgo J. Determinación de residuos antibióticos  $\beta$ -lactámicos y tetraciclinas en carne e hígado de bovinos faenados en el rastro municipal de Santa Ana, El Salvador [Tesis de Grado]. *Fac. Cienc. Agron.: Univ. de El Salvador;* 2015

[24] Olatoye OI, Ehinmowo AA. Oxytetracycline residues in edible tissues of cattle slaughtered in Akure, Nigeria. *Niger. Vet. J.* 2011; 31: 93-102.

[25] Acosta S, Romero M, Taborda G. Determinación de residuos de oxitetraciclina en muestras de carne bovina. *Rev. Luna Azul* 2014; 39: 143-152.

[26] Vélez C. Determinación de antibióticos en carne vacuna y porcina, proveniente del Norte Antioqueño en la planta Frigocolanta ubicada en el Municipio de Santa Rosa de Osos [Tesis de Grado]. *Corp. Univ. Lasallista, Caldas, Colombia;* 2013