



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

“DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE SULFAMIDAS EN CANAL
DE CUY EN EXPENDIO EN EL VALLE DEL MANTARO, JUNÍN”

Tesis para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:
María Fernanda Champi Cubillas (0000-0002-3145-7690)

Asesor:
Siever Miguel Morales Cauti (0000-0002-5396-8889)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 03 de junio del 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. ZARELA CABALLERO FLORES
Miembro: M.V.Z. CARLOS ALBERTO CHUQUIZUTA RAMOS
Miembro: M.V. EGLINTON RUBEN VILLACAQUI AYLON

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE SULFAMIDAS EN CANAL DE CUY EN EXPENDIO EN EL VALLE DEL MANTARO, JUNÍN"

Presentada por la bachiller:

MARÍA FERNANDA CHAMPI CUBILLAS

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario Zootecnista**

Asesorada por: **Mg. SIEVER MORALES CAUTI**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del bachiller de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (x) calificar a:

Tesista: MARÍA FERNANDA CHAMPI CUBILLAS	Nota: Diecinueve		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente (x)	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. ZARELA CABALLERO FLORES
Presidente



Mg. SIEVER MORALES CAUTI
Asesor



M.V.Z. CARLOS ALBERTO CHUQUIZUTA RAMOS
Miembro 1



M.V. EGLINTON RUBEN VILLACAQUI AYLON
Miembro 2

DEDICATORIA

A mis padres y hermana por siempre apoyarme y creer en mí.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mis padres Oswaldo y Lucy por su apoyo constante durante mi vida en todos los aspectos y por permitirme estudiar la carrera que siempre quise. A mi hermana Miley por su paciencia, apoyo y ayuda en todo momento.

A mi asesor de tesis, Siever Morales, por su apoyo, paciencia y enseñanzas durante el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros y amigos que no dudaron en apoyarme en el desarrollo de este proyecto.

**Determinación de residuos de Sulfamidas en canal de cuy en expendio en el Valle
Del Mantaro, Junín**

Determination of sulfamide residues in guinea pig canal in sale in the Mantaro Valley,
Junín

María Fernanda Champi C¹.: Siever Morales-Cauti^{1, 2}

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia residuos de sulfamidas que sobrepasen los límites máximos de residuos en canal de cuy en expendio en el Valle del Mantaro, Junín en el año 2020. Se analizaron 433 canales de cuy, donde se evaluaron muestras de hígado, músculo y riñón. La detección de residuos de antibióticos se realizó mediante la técnica microbiológica de difusión en agar, obteniéndose resultados positivos en riñón con 62.6 ± 4.5 % (271/433), en hígado con 59.4 ± 4.6 % (257/433) y en músculo con 31.4 ± 4.3 % (136/433). De todas las muestras positivas se tomaron 82 para ser analizadas mediante un kit comercial de ELISA específico para Sulfonamidas (MaxSignal® Sulfonamide ELISA Test Kit), obteniéndose un 4.9 ± 4.6 % (4/82) de muestras con concentraciones mayores a 100 µg/kg. Los resultados demuestran la presencia de residuos de sulfonamida en concentraciones que sobrepasan los límites máximos de residuos permitidos en canal cuy en expendio en el Valle del Mantaro, Junín.

Palabras clave: sulfonamida, residuos, canal, ELISA, cuyes

¹ Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

² E mail: sieverm@hotmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was determine the presence of sulfamide residues that exceed the maximum residue limits in guinea pig canal in sale in the Mantaro Valley, Junín during 2020. 433 canal samples (liver, muscle and kidney) were evaluated. The detection of antibiotic residues was performed using the microbiological agar difussion technique, obtaining positive results: 62.6 ± 4.5 % (271/433) in kidney, 59.4 ± 4.6 % (257/433) in liver and 31.4 ± 4.3 % (136/433) in muscle. From all the positive samples, 82 were selected to be analysed by a comercial ELISA test kit specific for sulfamidas (MaxSignal® Sulfonamide ELISA Test Kit), obtaining 4.9 ± 4.6 % (4/82) samples wth concentrations upper tan 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. The results shows the presence of residues of sulfamide in concentrations that exceed the maximum allowed residue limits in guinea pig canal in sale in the Mantaro Valley, Junín.

Key words: sulfonamide, residues, canal, ELISA, guinea pig

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor originario de la región andina de América, considerado ancestralmente como la base proteica animal de la dieta de los pobladores rurales (Salinas, 2002). El Perú es considerado el mayor productor de carne de cuy en el mundo. Para el año 2017, la Dirección General de Ganadería (DGGGA) del Ministerio de Agricultura y riego (MINAGRI), con información de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), estimó una producción anual de 21 103 toneladas de carne de cuy, registrando durante este periodo un consumo per cápita de 0,66 kg/hab./año (MINAGRI, 2019).

Su crianza en el ámbito rural se da principalmente con fines de autoconsumo (Meza *et al.*, 2014), considerado por la ONU y la FAO como una fuente de seguridad alimenticia de la población mundial de escasos recursos económicos (Sánchez *et al.*, 2009).

La crianza de esta especie, principalmente se da bajo el sistema familiar, donde se suelen descuidar aspectos importantes como manejo, control sanitario, alimentación, higiene, entre otros aspectos; generando que no se alcancen adecuados índices reproductivos y productivos (Meza *et al.*, 2014). En el 2017, Huaroc reportó, mediante una investigación en la Comunidad Campesina de Alapampa, Junín; que la crianza de cuyes de tipo familiar, presentan serias deficiencias tecnológicas.

Constantemente surgen nuevas tecnologías en cuanto a la obtención de alimentos derivados de animales (OIE, 2015) como el desarrollo innovador de compuestos farmacéuticos, con el objetivo de lograr una mejor producción de este tipo de alimentos (Vázquez *et al.*, 2002). El uso de antibióticos ayuda a controlar las enfermedades bacterianas; en el área de producción mejora el rendimiento de los animales. Sin embargo,

su uso inadecuado ha dado lugar a ciertos efectos no deseados, como es la resistencia bacteriana a estos compuestos, debido a los residuos que deja en los tejidos (Falcón *et al.*, 2010). Siendo en la crianza de cuyes las quinolonas y sulfamidas, los antibióticos más utilizados (Revelo *et al.*, 2012).

Luego de la administración de un antibiótico a un animal, se realiza la metabolización de este que promueve su eliminación. Su uso puede dar lugar a la presencia de residuos de dichos fármacos en los alimentos de origen animal que son destinados al consumo humano; su ubicación resulta variable, siendo los músculos y la grasa los lugares prioritarios, pudiéndose encontrar también en otros tejidos, como el hígado o los riñones (Cancho *et al.*, 2000).

Ante el uso no controlado de antibióticos, las bacterias sufren modificaciones volviéndose farmacorresistentes, pudiendo causar infecciones en el ser humano y en los animales, las cuales son más difíciles de tratar que las no resistentes (OMS, 2018a). La RAM (Resistencia a los antimicrobianos) es un fenómeno que ocurre naturalmente con el tiempo, generalmente debido a cambios genéticos. Sin embargo, este proceso puede acelerarse debido al mal uso y abuso de los antimicrobianos, no solo en personas, sino también en animales, donde son usados como estimulantes del crecimiento o para prevenir enfermedades en animales que se encuentran sanos. Los microbios resistentes a los antimicrobianos pueden transmitirse entre personas o de personas a animales, incluso a través de la alimentación animal (OMS, 2018b).

El acceso a alimentos inocuos y nutritivos es fundamental para mantener la vida y fomentar la buena salud; por su parte, el consumo de alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades; que pueden presentar cuadros que van desde diarrea hasta cáncer (OMS, 2017a). Según la OMS (2017a), se estima que cada año aproximadamente 600 millones

de personas se enferman por ingerir alimentos contaminados y que son 420 000 personas quienes mueren por esta misma causa.

La OIE ha desarrollado una lista de agentes antimicrobianos usados en animales destinados a la producción de alimentos, dentro de la lista de Agentes antimicrobianos veterinarios de importancia crítica (uno de los tres grupos en lo que se divide la lista) se encuentran: sulfonamidas, quinolonas de primera generación, tetraciclinas, cefalosporinas de tercera y cuarta generación, macrólidos y penicilinas. Por su parte, la OMS ha desarrollado una lista de agentes antimicrobianos de “importancia crítica” para los seres humanos, donde las superposiciones de ambas listas críticas buscan un equilibrio entre las necesidades zoonositarias y las consideraciones en materia de salud pública (OIE, 2018).

Del mismo modo, los residuos antimicrobianos en tejidos animales pueden causar reacciones alérgicas o de hipersensibilidad en humanos (Sundlof *et al.*, 2000); sin embargo, dicha reacción depende mucho del sistema inmunológico de cada individuo (Errecalde, 2004); siendo otros efectos adversos la disminución de la calidad del alimento, toxicidad aguda o crónica, desórdenes en el desarrollo corporal, efectos carcinogénicos y mutagénicos (Lozano y Arias, 2008).

En relación a las sulfamidas, estas son capaces de desencadenar reacciones alérgicas (Errecalde, 2004), están relacionadas con síntomas como el rash cutáneo; sin embargo, las manifestaciones anafilácticas no son conocidas en este tipo de evento (Paige *et al.*, 1999), así como también trastornos gastrointestinales (Lozano y Arias, 2008).

La regulación del uso de medicamentos veterinarios es una responsabilidad a nivel mundial, que está dada por organizaciones como: la Comisión del *Codex Alimentarius*, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancia Químicas establecido por la OMS,

Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, la FDA, entre otras que pueden tener alcances nacionales, regionales, o mundiales (Lozano y Arias, 2008). Para fines de control y vigilancia, se ha establecido límites máximos residuales (LMR) en animales destinados para el consumo humano (Cancho *et al.*, 2000; FAO, 2016a); siendo 100 µg/kg el LMR para Sulfamidas en músculo establecido por el Codex Alimentarius (FAO, 2018), así como también para hígado y riñón según la Unión Europea; mientras que la FDA no indica el LMR para dicho antibiótico (Talero-Pérez *et al.*, 2014).

El Perú cuenta con una Ley de Inocuidad de Alimentos (D.L. N° 1062), que regula los estándares de inocuidad (SNI, 2016). Para el 2016 el MINSA aprobó la “Norma Sanitaria que establece los Límites Máximos de Residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en alimentos de consumo humano”, mediante la Resolución Ministerial N° 372-2016 MINSA; donde establece que el LMR para todo el grupo de Sulfonamidas es 100µg/kg, sin embargo, solo lo especifica para músculo/piel en peces.

Límite máximos de residuos (µg/kg) para Sulfonamida en animales destinados para el consumo humano

	<i>Codex alimentarius</i>	Unión Europea	FDA	Legislación Peruana
Músculo	100	100	-	100(*)
Hígado	-	100	-	-
Riñón	-	100	-	-

(*)Músculo/piel en peces Fuente: Talero-Pérez *et al.*, 2014; FAO, 2018; MINSA, 2016

Existen diferentes técnicas disponibles para la detección de residuos de antibióticos en alimentos de origen animal, como las técnicas inmunológicas, siendo las más usadas: ELISA, radioinmunoensayo (RIA) y biosensores; y técnicas cromatográficas de gases y líquido, ambas acopladas a espectroscopía de masas y técnicas microbiológicas (Cerniglia y Kotarski, 2005; Stolker y Brinkman, 2005; Toldrá y Reig, 2006). La técnica microbiológica se basa en el cultivo de un microorganismo en agar que tiene sensibilidad

sobre antimicrobianos determinados que se pueden encontrar como residuos en músculo y vísceras (Fernández, 2007), pudiéndose medir una zona de inhibición demostrando la presencia antibiótica; dicha técnica proporciona un resultado cualitativo, y aunque la sensibilidad es baja resulta ser de utilidad (Pérez, 2005).

La técnica Ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas – ELISA, está basada en el uso de un anticuerpo o antígeno marcado con una enzima y fijado a un receptor, lo que provoca la interrupción de la reacción antígeno-anticuerpo que se genera. Tras la adición de un sustrato específico sobre la enzima se generará una coloración que puede cuantificarse con un espectrofotómetro (Cultek, 2006).

Existen diversos kits ELISA para la determinación de antibióticos, los cuales detectan niveles de $\mu\text{g}/\text{kg}$, y resultan bastante específicos (Gratacós, 2007). En el caso de MaxSignal Sulfonamide ELISA Kit, permite detectar sulfonamidas por debajo del límite máximo de residuos en varios tipos de muestras (PerkinElmer, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron tomadas de canales de cuy para expendio en un mercado en el Valle del Mantaro, ubicado en el departamento de Junín, Perú durante el mes de diciembre del año 2020. En dicho mercado se realiza la venta de los animales vivos, así como también de las canales, las cuales son beneficiadas dentro del mismo mercado.

El número de muestra evaluados fue determinado mediante la fórmula para proporciones en poblaciones no finitas, considerando una confiabilidad de 95%, y una frecuencia esperada de 27.4% (Ampuero-Riega y Morales-Cauti, 2021); sin embargo, se procesaron 433 canales para disminuir el error estadístico, en cada uno de ellas se evaluó hígado, riñón y músculo.

Las muestras de cuyes beneficiados fueron seleccionadas al azar durante la etapa de oreo, usando bisturíes estériles se recolectaron muestras de riñón, hígado y músculo, en cuatro semanas consecutivas; cada órgano fue colocado en bolsas plásticas pequeñas que a su vez fueron colocadas en bolsas con cierre hermético, identificadas según cada canal, para ser transportadas dentro de cajas térmicas con geles refrigerantes (4°C) (Moreno, 2003), y remitidas al Laboratorio de Microbiología y Microscopía de la Universidad Científica del Sur para su procesamiento.

Se utilizó la técnica microbiológica de difusión en agar Mueller Hinton, como cepa patrón se utilizó *Bacillus subtilis* ATCC 6633 y como control se utilizó un disco comercial de Sulfonamida de 250 µg de potencia. Se inoculó la cepa a través de un hisopo estéril mediante el método del barrido en tres direcciones diferentes sobre el agar. Luego, en los orificios obtenidos mediante un sacabocado de 2 mm se inocularon las muestras de hígado, riñón y músculo trituradas previamente en un mortero, siendo incubadas por 24 horas a 37°C. La interpretación del resultado se realizó mediante la medición de la zona de inhibición bacteriana para cada muestra y disco control. Se consideró como resultado positivo a las muestras con zona de inhibición mayor o igual a 2 mm y resultado negativo a zona de inhibición menor a 2 mm o inexistente (Espitia, 2016).

Para la técnica serológica, se seleccionaron por conveniencia 27 canales que presentaron halos de mayor zona de inhibición, obteniendo en total 82 muestras (entre hígado, músculo y riñón); de estas se utilizó 3 g de cada muestra y fue procesada según recomendaciones del MaxSignal® Sulfonamide ELISA Test Kit, para la cuantificación de los niveles de sulfamidas existentes en las muestras con un filtro de longitud de onda de 450 nm. El kit de ELISA utilizado en esta investigación fue de tipo competitivo, y el número de muestras que se utilizaron se debió a que es la cantidad que nos permite

analizar este kit. Dicho kit de ELISA presenta 100% de sensibilidad y una especificidad muy alta (PerkinElmer, 2019).

La existencia de residuos de sulfonamida se basó en los valores de absorbancia relativa (%) de los estándares, a partir de los cuales se obtuvo una curva de calibración para determinar la concentración de residuos de sulfonamida en cada muestra. Se consideró a los resultados mayores de 100 µg/kg como muestras que sobrepasaron el límite máximo de residuos (FAO, 2018; Talero-Pérez *et al.*, 2014).

RESULTADOS

La técnica microbiológica evidenció la presencia de residuos de antibióticos en las muestras de hígado, músculo y riñón; la técnica comprobó su validez por la formación del halo de inhibición alrededor del disco control de sulfonamida. Se obtuvo una positividad de 51.1% (664/1299) de muestras con presencia residuos de antibióticos, siendo 62.6% (271/433) en riñón, 59.4% (257/433) en hígado y 31.4% (136/433) en músculo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de presentación de residuos de antibióticos en muestras de músculo, hígado y riñón en 433 canales de cuy en expendio.

	Muestras (n)	Muestras positivas		± IC (95%)
		n	%	
Órgano				
Riñón	433	271	62.6	4.5
Hígado	433	257	59.4	4.6
Músculo	433	136	31.4	4.3
Total	1299	664	51.1	2.7

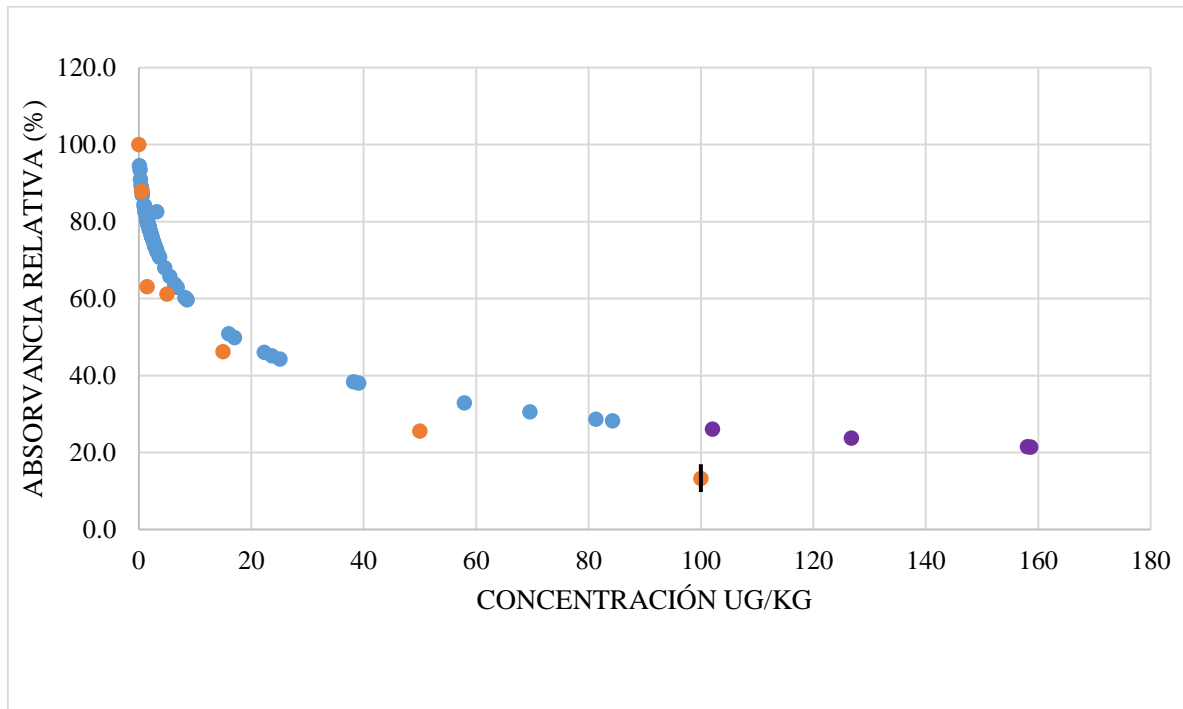
Se consideró como positivas a las muestras cuyo halo era mayor o igual a 2 mm; en el presente estudio se encontraron halos desde 5 mm hasta 25 mm. Siendo riñón con 2.3% (6/257) el órgano que presentó mayor zona de inhibición, entre ≥ 18 y 25 mm, mientras que músculo, con 70.6% (96/136) el órgano que presentó más muestras con menor zona de inhibición, entre ≥ 2 y 9 mm.

Mediante la prueba de ELISA, se obtuvo un 4.9% (4/82) (Cuadro 2) de muestras positivas a la presencia de residuos de Sulfamida que sobrepasen los límites máximos establecidos (Figura 1), con concentraciones entre 102.1 y 158.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Cuadro 3). El análisis de absorbancia relativa y las concentraciones de sulfamida se realizó mediante el programa Veratox 3.

Cuadro 2. Frecuencia de presentación de muestras de músculo, hígado y riñón con residuos de Sulfamidas que sobrepasen los LMR (100 $\mu\text{g}/\text{kg}$) en canales de cuy en expendio (n=82).

	Muestras (n)	Muestras > 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$		\pm IC (95%)
		n	%	
Órgano				
Riñón	27	1	3.7	7.1
Hígado	28	3	10.7	11.4
Músculo	27	0	0	0
Total	82	4	4.9	4.6

Figura 1. Resultados de la prueba de ELISA para la detección de residuos de Sulfonamida en canal de cuy



- Estándar (µg/kg)
- Muestra (>100 µg/kg)
- Muestra (<100 µg/kg)
- | LMR - Sulfonamida

Cuadro 3. Concentración de muestras que sobrepasan el LMR de Sulfamida (100 µg/kg)

Muestra (N°)	Absorbancia relativa (%)	Concentración (µg/kg)
395 R*	26.0	102.1
395 H**	23.7	126.8
397 H**	21.5	158.1
391 H**	21.4	158.7

*Riñón

** Hígado

DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se evidenció la presencia de residuos de antibióticos en 51.1% (664/1299) (Cuadro 1) de muestras analizadas (433 canales de cuy) mediante la técnica microbiológica; esto en relación a lo reportado por Ampuero-Riega y Morales-Cauti (2021) con 27.4% (337/1230), se puede observar un incremento de hasta casi el doble de positividad, siendo el número de canales de cuy evaluadas similar en ambos estudios. Mientras que en otro reporte obtenido por Leyva-Molina *et al.* (2020) encontraron 0% de muestras de canales de cuy con residuos de antibiótico mediante la técnica microbiológica y 26.7% mediante la técnica de ELISA. Estas diferencias se evidencian por el incremento del número de canales de cuy destinadas para el consumo humano con presencia de residuos de antibióticos, demostrando que aún no se implementan controles en la administración y seguimiento del uso de antibióticos, así como el respeto de los tiempos de retiro de estos fármacos; siendo el tiempo de retiro en el caso de Sulfonamidas entre 7 y 8 días (Sumano y Ocampo, 2006). En Colombia, evaluaron el uso de medicamentos en granjas de cuyes, donde encontraron que el 60% no respetaba ningún tiempo de retiro para Sulfamidas y solo el 20% lo realizaba a los 7 días; además reportó que el 88% del personal encargado de la medicación en cuyes era personal no capacitado (Revelo *et al.*, 2012). Por lo cual, en el caso de la venta de animales vivos, es importante que se comunique al comprador hace cuánto tiempo dicho animal recibió cualquier tipo de medicación de ser el caso.

Este problema de salud pública, no es exclusivo de la producción de cuyes para el consumo humano, sino que también se presentan en diferentes especies como en bovinos comercializados en Puno con 39.3% (133/338) (Aguilar, 2018), o pollos en Guadalajara, México con 24% (64/267) (Pacheco *et al.*, 2018).

La técnica microbiológica permitió evidenciar que el órgano con mayor presencia de residuos de antibióticos es el riñón con 62.6% (271/433) (Cuadro 1), los cuales coinciden con los resultados obtenidos por Ampuero-Riega y Morales-Cauti (2021). Existen otros estudios a nivel mundial, como en México, donde se concluyó también al riñón como el órgano donde se encuentra mayor frecuencia residuos de antibiótico en canal de bovino (Espitia, 2016). Este órgano presentó mayor zona de inhibición (18-25 mm) en el presente estudio; relacionado a la función que cumplen los riñones en la eliminación de antibióticos (Beltrán, 2004), siendo la orina la principal vía de eliminación para el caso de sulfamidas pudiéndose eliminar también mediante leche, saliva, bilis y secreción prostática pero en cantidades muy poco significativas (Pérez-Tallero e Iglesias, 2003).

En el caso del hígado, se encontró una frecuencia de residuos de antibióticos de 59.4% (257/433), un porcentaje muy cercano al riñón. Mientras que en el caso del músculo, fue este el órgano con menor cantidad de muestras con residuo de antibiótico, 31.4% (136/433); además, fue el órgano que presentó más muestras con menor zona de inhibición: 70.6% (96/136). Estos resultados coinciden también con los descritos por Ujueta y Araque (2016), donde estudiaron residuos antimicrobianos en músculo, hígado y riñón en cerdos, y concluyeron que hígado (28.6%) y riñón (23.1%) presentaron porcentajes más elevados y similares para residuos de Sulfametazina en comparación con músculo que presento 1%.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Orozco *et al.* (2006) donde indican que al ser hígado y riñón órganos encargados en el metabolismo y eliminación de los antibióticos, los residuos de estos permanecen más tiempo en estos tejidos, a diferencia del músculo donde su identificación de residuos en varios estudios ha sido baja. Por esta razón, la interpretación debe tomar en cuenta estos aspectos, pues lo reportado por

Paredes (2018), pudo reportarse índices mayores a 33.10% (82/248) en los órganos que no fue utilizado en ese estudio.

La cuantificación de los niveles de residuos de antibióticos, se realizó mediante la prueba de ELISA, reportándose un 4.9% (4/82) de muestras positivas (Cuadro 2) que superan los límites máximos (Figura 1) de residuos de Sulfamida (100 µg/kg) establecidos en el *Codex alimentarius* (FAO, 2018), y la Unión Europea (Talero-Pérez *et al.*, 2014), lo que convierte a estas canales como no aptas para el consumo humano. Si bien la norma sanitaria peruana indica el LMR para Sulfonamida solo para músculo en peces (MINSA, 2016), este valor es igual al establecido por las distintas organizaciones a nivel internacional, que es 100 µg/kg, y aunque en ninguno de los casos es específico para canal de cuy, actualmente es este valor el que nos sirve de referencia para evaluar canales de cuy. Del total de las 4 muestras que sobrepasan los LMR, tres de ellas fueron de hígado y una de riñón (Cuadro 3), que forman parte de la canal del cuy que se consume, coincidiendo con los órganos que presentaron mayor positividad en la prueba microbiológica. Sin embargo, otros estudios reportaron 0% de muestras que superaron los LMR (Leyva-Molina *et al.*, 2020), mostrando que los resultados de ambas técnicas diagnósticas no siempre tiene una correspondencia total.

Diversos estudios se han realizado para determinar presencia de residuos de antibióticos en diferentes especies, como el estudio de residuos de antibióticos en músculo e hígado de pollos beneficiados en Tacna, donde al evaluar la presencia de residuos de cinco antibióticos concluyó que el 65% (13/20) de muestras presentaron residuos de sulfamida tanto en músculo como en hígado pero en ninguno de los casos sobrepasaron los LMR utilizando la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPCL) (Barrios, 2012). Por su parte Iza (2019), al evaluar residuos de quinolonas y sulfamidas en carne de pollo en Quito mediante la técnica de ELISA, concluyó que el 20.59% (14/68) de muestras

presentaban residuos de quinolonas, siendo el 1.47% (1/68) superior a los LMR, mientras que para sulfamidas solo el 1.9% (1/84) de muestras presentaron residuos pero ninguna de ellas por encima de los LMR. Otro estudio reportó residuos de quinolonas en carne bovina en Guatemala, reportando que el 5% (7/161) de muestras presentaban residuos de quinolonas y ninguna superior al límite máximo permitido mediante la técnica de ELISA (Canet-Elgueta *et al.*, 2018). En los diferentes estudios se puede ver que muy pocas o ninguna de las muestras evaluadas llegan a sobrepasar los límites máximos de residuos establecidos. Sin embargo, existe reportes donde el 100% de muestras analizadas presentaban residuos de sulfamidas y macrólidos, donde el 75% sobrepasaron los LMR para sulfametoxazol, mediante la técnica de HPCL, en este estudio se evaluaron carne de pollo en cuatro mercados de Lima (Azañero y Chiroque, 2010).

Aun existiendo otras técnicas con mayor sensibilidad y especificidad para la determinación de residuos de antibióticos, como la cromatografía líquida y la espectrofotometría de masa, estas son de alto costo y en ocasiones de poca disponibilidad (Blasco *et al.*, 2007). El kit de ELISA presenta una sensibilidad de 100% a residuos de sulfamida y permite detectar un límite mínimo de 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (PerkinElmer, 2019), lo cual resulta bastante útil al momento de identificar residuos y clasificar, en este caso canales de cuy, como aptas o no para el consumo humano. Si bien la técnica microbiológica de difusión en agar resulta más económica y de desarrollo más sencillo, al darnos resultados de tipo cualitativo (Pérez, 2005), no nos permite clasificar las muestras como aptas o no, por lo que ambas son complementarias.

Del total de muestras que presentaron residuos de antibiótico mediante la prueba microbiológica, solo 82 muestras fueron evaluadas, esto debido a que el acceso a Kits de ELISA resulta difícil y costoso para desarrollar el mismo.

El encontrar residuos de antibióticos en canales de cuy, en este caso sulfamida, que sobrepasen los límites máximos continúa siendo un reto en la búsqueda de generar alimentos de origen animal de calidad. Además, de generar la necesidad de mayor control en la crianza de cuyes. Actualmente, SENASA realiza planes de monitoreo anuales de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios; sin embargo, el último reporte en el que se incluye monitoreo en carne de cuy (carne fresca) es del 2018, donde se evidenció que esta carne, presenta el porcentaje más alto (20%) de muestras no conformes en comparación con otros alimentos de origen animal, es decir presentan residuos de medicamentos veterinarios, plaguicidas químicos o sustancias activas (SENASA, 2019); el monitoreo se realizó en 7 regiones y en total se evaluaron solo 40 muestras. A pesar del aumento del consumo local de la carne de cuy y también del incremento en la exportación de la misma para el consumo humano (Álvarez, 2014), para el monitoreo realizado en el año 2019 y 2020, no se incluyó la carne de cuy.

Si bien no se logró identificar el tipo de crianza de la que provenían las canales de cuyes, el encontrar un alto porcentaje de tejidos con residuos de antibióticos nos puede hacer inferir que provenía de una crianza de tipo familiar, ya que según lo descrito por Huaroc (2017) es este tipo de crianza, que cuenta con mayores deficiencias durante la crianza.

La OIE (2018) ha generado una lista de agentes antimicrobianos importantes para la medicina veterinaria, donde Sulfonamida se encuentra clasificado dentro de la categoría de Agentes antimicrobianos veterinarios de importancia crítica, por lo que recomienda no usarse como tratamiento preventivo en caso los animales no presenten signos clínicos, no usarse como primera opción ante algún tratamiento, además de prohibir su uso como promotores del crecimiento. Actualmente, se viene buscando alternativas al uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la crianza de cuyes, como lo propuesto por Cruz en Trujillo, Perú (2019) mediante el uso jengibre 0.09% y Vera en La Libertad,

Ecuador (2019) usando boldenona durante la etapa de crecimiento – engorde, ambos reportaron mejoras en los parámetros productivos. Con estas nuevas opciones como promotores de crecimiento se busca disminuir el uso de antibióticos para este fin.

Conociendo los efectos que puede generar el consumo de alimentos con residuos de antibióticos, tales como resistencia a los antimicrobianos (OMS, 2018b) , así como también trastornos gastrointestinales o reacciones de hipersensibilidad (Lozano y Arias, 2008) , mejorar el control en la crianza de cuy y realizar monitoreo continuos en diferentes zonas de expendio de carne de cuy es importante para prevenir y controlar la presencia de residuos que comprometan la inocuidad de la canal de cuy y pongan en riesgo la salud pública.

CONCLUSIÓN

Existe presencia de residuos de sulfamidas que sobrepasen los límites máximos de residuos establecidos en canales de cuy en expendio en el Valle del Mantaro, Junín en el año 2020.

LITERATURA CITADA

1. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. 2018.** Límite máximo de residuos (LMR) y recomendaciones sobre la gestión de riesgos (RGR) para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. [Internet]. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-roxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BMRL%2B2%252FMRL2e.pdf>
2. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. 2016a.** Codex Alimentarius. Glosario de términos. [Internet]- Recuperado de <http://www.fao.org/fao-whocodexalimentarius/standards/vetdrugs/glossary/es/>
3. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2019.** Potencial del mercado internacional para la carne de cuy. Lima, Perú: MINAGRI.
4. **[MINSAL] Ministerio de Salud. 2016.** Norma Sanitaria que establece los Límites Máximos de Residuos (LMR) de medicamentos veterinarios en alimentos de consumo humano. NTS N° 120-MINSA/DIGESA-V.01

5. **[OIE] Organización Mundial de Salud Animal. 2015.** Seguridad sanitaria de los alimentos. Parí, Francia: OIE.
6. **[OIE] Organización Mundial de Sanidad Animal. 2018.** Lista de agentes antimicrobianos importantes para la medicina veterinaria. París, Francia: OIE.
7. **[OMS] Organización Mundial de la Salud. 2017a.** Inocuidad de los alimentos. [Internet]. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
8. **[OMS] Organización Mundial de la Salud. 2018a.** Resistencia a antibióticos. [Internet]. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%C3%B3ticos>
9. **[OMS] Organización Mundial de la Salud. 2018b.** Resistencia a los antimicrobianos. [Internet]. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antimicrobianos>
10. **[SENASA] Servicio de Sanidad Agraria. 2019.** Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, año 2018. Lima: SENASA. 106p.
11. **[SNI] Sociedad Nacional de industrias. 2016.** Aprueban La Nts N° 120-Minsa/Digesa-V.01 “Norma Sanitaria Que Establece Los Límites Máximos De Residuos (LMR) De Medicamentos Veterinarios En Alimentos De Consumo Humano”. [Internet]. Recuperado de <http://www.sni.org.pe/aprueban-la-nts-n-120-minsa-digesa-v-01-norma-sanitaria-que-establece-los-limites-maximos-de-residuos-lmr-medicamentos-veterinarios-en-alimentos-de-consumo-humano/>
12. **Aguilar J. 2018** Residuos de antibióticos en canales de bovinos (*Bos taurus*) faenados en el camal municipal de la provincia de Ilave - Puno 2018. Tesis de Médico veterinario zootecnista. Puno: Perú. Univ. Nacional del Altiplano. 74 p.
13. **Álvarez S. 2014.** Situación actual y perspectivas de la exportación de carne de cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniera Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. 44 p.
14. **Ampuero-Riega J, Morales-Cauti S. 2021.** Determinación de residuos de antibióticos en músculo, hígado y riñón de cuy de crianza intensiva en cuatro ciudades del Perú. Rev Inv Vet Perú 2021 32(1): e19508. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19508>
15. **Azañero G, Chiroque M. 2010.** Detección y cuantificación de residuos antimicrobianos en tejido muscular de pollo en cuatro mercados de Lima Cercado. Tesis de Químico Farmacéutica. Lima, Perú. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 83 p.
16. **Barrios L. 2012.** Estudio de los niveles de residuos de antibióticos en músculo e hígado de pollos beneficiados en la ciudad de Tacna, 2011. Tesis de maestría. Tacna, Perú: Univ. Nacional Jorge Basadre Grohmann. 253 p.
17. **Beltrán C. 2004.** Farmacocinética y farmacodinamia de antimicrobianos: Utilidad práctica. Rev Chil Infect 2004 21 (Supl 1): S39-S44. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182004021100008>

18. **Blasco C, Picó Y, Torres C. 2007.** Progress in analysis of residual antibacterial in food. *Trends in Analytical Chemistry* 26(9), 895-913. doi: 10.1016/j.trac.2007.08.001
19. **Cancho GB, García FM, Simal GJ. 2000.** El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 3:39-47. doi: 10.1080/11358120009487647
20. **Canet-Elgueta M, Dávila A, Hernández R, Lepe-López M. 2018.** Detección de residuos de quinolonas en carne bovina de venta en los mercados municipales de la Ciudad de Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud* 2018 5(2): 189-195. doi: <http://dx.doi.org/10.36829/63CTS.v5i2.%25>
21. **Cerniglia E, Kotarski S. 2005.** Approaches in the safety evaluations of veterinary antimicrobial agents in food to determine the effects on the human intestinal microflora. *J Vet Pharmacol Therap* 28 (1): 3-20. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2004.00595.x>
22. **Cruz Y. 2019.** Efecto del jengibre (*Zingiber officinale*) como promotor de crecimiento en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento – engorde. Tesis de Ingeniera Zootecnista. Trujillo: Universidad nacional de Trujillo. 50p.
23. **Cultek. 2006.** Protocolo y técnicas. Fundamentos y tipos de ELISA. [Internet]. Recuperado de: <http://www.cultek.com/link/link.asp?link=/inf/otros/soluciones/Soluciones-ELISA-Protocolos.pdf>
24. **Errecalde J. 2004.** Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Roma: FAO. 71p.
25. **Espitia R. 2016.** Detección de antimicrobianos en carne de bovino por método microbiológico de inhibición en placa utilizando *Bacillus subtilis* BGA en dos plantas de beneficio municipal del estado de Jalisco, México. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Villavicencio: Univ. de Los Llanos. 47 p
26. **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* 1(1): 75-88p
27. **Fernandez T. 2007.** Técnicas microbiológicas de residuos inhibidores. [Internet] en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/959/95917304.pdf>
28. **Gratacós M. 2007.** Desarrollo de métodos rápidos para el análisis de residuos en producción animal. Tesis doctoral. Girona: Universidad de Girona. 129 p.
29. **Huaroc K. 2017.** Estudio de base para promover la crianza de cuyes en la comunidad de Alapampa, distrito de Mariscal Castilla, provincia de Concepción. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad de Nacional del Centro del Perú Facultad de Zootecnia, Huancayo. 96 p.
30. **Iza D. 2019.** Detección de residuos de quinolonas y sulfonamidas en carne de pollo en el Distrito Metropolitano de Quito mediante un kit rápido de diagnóstico. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas. 97 p.
31. **Leyva-Molina C, Aybar M, Carhuallanqui A, Ramos D. 2020.** Detección de residuos de enrofoxacina por microbiología (prueba de inhibición del

- crecimiento) y ELISA en Cuyes (*Cavia Porcellus*) en la provincia de Jauja, Perú. Rev Inv Vet Perú 2020 31(3): e18726. doi: <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18726>
32. **Lozano M, Arias D. 2008.** Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 21: 121-135.
 33. **Meza G, Cabrera R, Morán J, Meza F, Cabrera C, Meza C, Meza J, et al. 2014.** Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. Edesa 32: 75-80. doi:10.4067/S0718-34292014000300010
 34. **Moreno B. 2003.** Higiene e inspección de carnes. Vol II. Madrid, España: Díaz de Santos. 493 p.
 35. **Orozco A, Avalos E, Gonzales D, Pacheco C, Ramirez A, Khune M. 2006.** Residuos de penicilina y tetraciclinas en cerdo. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA. XVII Semana de la Investigación Científica. p.792-797
 36. **Pacheco C, González D, Magallón K, Ramírez M, Noa M. 2018.** Residuos de antimicrobianos en carne de pollos en el estado de Jalisco. Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos 1(1).
 37. **Paige J, Tollefson L, Miller M. 1999.** Health implications of residues of veterinary drugs and chemicals in animal tissues. Vet Clin North Am Food Anim Pract 15 (1): 31-43.
 38. **Paredes F. 2018.** Determinación de residuos de antibióticos por el método microbiológico en canales de bovinos faenados en el camal particular de Azogueine de la ciudad de Puno – 2018. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Puno: Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 73 p.
 39. **Pérez J. 2005.** Ensayos de familiarización en la técnica de detección de residuos de antibióticos y sulfamidas en músculo esquelético animal por el método de las cuatro placas. Tesis doctoral. Buenos Aires: Universidad de Belgrano. 44 p.
 40. **Pérez-Tallero E, Iglesias L. 2003.** Tetraciclinas, sulfamidas y metronidazol. Enferm Infecc Microbiol Clin 2003 21(9):520-9. doi: [https://doi.org/10.1016/S0213-005X\(03\)72999-1](https://doi.org/10.1016/S0213-005X(03)72999-1)
 41. **PerkinElmer. 2019.** MaxSignal Sulfonamide ELISA Kit. Texas, USA.
 42. **Revelo A, Tobar M, Benavides J, Astaiza, J. 2012.** Estudio de utilización de medicamentos recomendados por almacenes agropecuarios para explotaciones cuyícolas de Pasto, Nariño, Colombia. Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm. 41 (2), 143-156. doi: 10.15446/rcciquifa
 43. **Salinas M. 2002.** Crianza y comercialización del cuy. Lima: Ripalme. 52-73 p.
 44. **Sánchez A, Sánchez S, Godoy S, Díaz R, Vega N. 2009.** Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus linnaeus*) en la zona de la Maná. Revista Ciencia y Tecnología 2: 25-28. doi: 10.18779/cyt.v2i1.124
 45. **Stolker A, Brinkman A. 2005.** Analytical strategies for residue analysis of veterinary drugs and growth-promoting agents in food-producing animals. A review - J Chromatogr A.1067 (1-2):15-53.

46. **Sumano H, Ocampo L. 2006.** Farmacología Veterinaria Tercera edición. D.F., México: McGraw-Hill. 1061 p.
47. **Sundlof S, Fernandez A, Paige J. 2000.** Antimicrobial drug residues in foodproducing animals. Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine. 3rd ed. Iowa, USA: Wiley. 774 – 759
48. **Talero-Pérez V, Medina O, Rozo-Núñez W. 2014.** Técnicas analíticas contemporáneas para la identificación de residuos de sulfonamidas, quinolonas y cloranfenicol. Univ. Sci. 19 (1): 11-28. doi: 10.11144/Javeriana.SC19-1.taci
49. **Toldrá F, Reig M. 2006.** Methods for rapid detection of chemical and veterinary drug residues in animal foods. Trends Food Sci Technol. 17(9): 482- 489. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.02.002>
50. **Ujueta S, Araque A. 2016.** Detección de residuos antimicrobianos en músculo, hígado y riñón de cerdo expendidos en Bogotá, Colombia. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 19(2): 371-379. doi: <https://doi.org/10.31910/rudca.v19.n2.2016.91>
51. **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 12 (3): 186-192.
52. **Vera J. 2019.** Efecto de la boldenona sobre el rendimiento productivo de cuyes, en Manglaralto provincia de Santa Elena. Tesis de licenciatura. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 82p.