

**Prevalencia de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* en cuyes (*Cavia porcellus*) en la ciudad de Cajamarca, Perú – 2022**

**Prevalence of antimicrobial resistance of *Escherichia coli* in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the city of Cajamarca, Peru – 2022**

Rodolfo Gustavo Gamarra Ramírez<sup>1\*</sup>, Maria Luisa Díaz Pereyra<sup>1</sup>, Norma Elizabeth Gamarra Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

\* Autor de correspondencia: [rgamarra@unc.edu.pe](mailto:rgamarra@unc.edu.pe)

**Resumen**

Desde abril del 2022 a junio del 2023 en Cajamarca, Perú, se recolectaron 105 muestras de heces de cuyes aparentemente sanos, solicitando el permiso informado a los propietarios e indicándoles que el muestreo es no invasivo. El objetivo de la presente investigación fue determinar la prevalencia de la resistencia bacteriana de *Escherichia coli* en cuyes (*Cavia porcellus*) en la ciudad de Cajamarca, frente a los microbianos. El muestreo se realizó de manera aleatoria simple. Las muestras se recogieron del recto de los cuyes estudiados, mediante hisopos estériles, en todos y cada uno de los 15 sectores de esta ciudad, transportándose en caldo peptonado y cajas de tecnopor al Laboratorio de Microbiología Veterinaria, de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde se cultivó inicialmente en Agar MacConkey, confirmándose el aislamiento de *E. coli* mediante IMViC. La resistencia antimicrobiana de *E. coli* se efectuó por discodifusión y la prevalencia de la resistencia se determinó considerando los niveles internacionales. Los valores obtenidos no coinciden con lo planteado en nuestras hipótesis que consideraba que los niveles de resistencia serían Moderados >10% a 20%, ya que los resultados encontrados fueron: Extra alto (>70%) para Neomicina (100,0%); Bajo (>1 a 10%) para Cloranfenicol (7,6%) y Sulfa-Trimetoprim (1,9%); Muy bajo (0,1 a 1%) para Tetraciclina (1,0%) y Enrofloxacino (1,0%). Asimismo, en nuestra zona de estudio el 90,5% de aislamientos resultaron resistentes a por lo menos un antibacteriano; sin embargo, por haberse encontrado solamente dos casos de *E. coli* resistentes a 3 de los 5 antibacterianos probados, podemos concluir que ello representa una ventaja para esta especie doméstica ya que la alta sensibilidad a Cloranfenicol, Sulfa-Trimetoprim, Tetraciclina y Enrofloxacino los hace adecuados para su uso terapéutico en esta especie animal.

**Palabras clave:** Cajamarca, *Cavia porcellus*, cuyes, *Escherichia coli*, resistencia bacteriana

## Abstract

From April 2022 to June 2023 in Cajamarca, Peru, 105 samples of apparently healthy guinea pig feces were collected, obtaining informed consent from the owners and informing them that the sampling is non-invasive. The objective of this research was to determine the prevalence of bacterial resistance in *Escherichia coli* in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the city of Cajamarca, in the face of microbial agents. The sampling was carried out randomly. The samples were collected from the rectum of the studied guinea pigs using sterile swabs, in each of the 15 sectors of this city, and transported in peptone broth and styrofoam boxes to the Veterinary Microbiology Laboratory of the Faculty of Veterinary Sciences at the Universidad Nacional de Cajamarca. Initial cultivation was performed on MacConkey Agar, confirming the isolation of *E. coli* through IMViC. The antimicrobial resistance of *E. coli* was determined by disk diffusion, and the prevalence of resistance was determined considering international levels. The obtained values do not align with what was hypothesized, which considered resistance levels from Moderate (>10% to 20%), as the results were: Extra high (>70%) for Neomycin (100.0%); Low (>1 to 10%) for Chloramphenicol (7.6%) and Sulfamethoxazole-Trimethoprim (1.9%); Very low (0.1 to 1%) for Tetracycline (1.0%) and Enrofloxacin (1.0%). Also, in our study area, 90.5% of isolates were resistant to at least one antibacterial; however, since only two cases of *E. coli* resistant to 3 of the 5 tested antibacterials were found, we can conclude that this represents an advantage for this domestic species, as the high sensitivity to Chloramphenicol, Sulfamethoxazole-Trimethoprim, Tetracycline, and Enrofloxacin makes them suitable for therapeutic use in this animal species.

**Key words:** bacterial resistance, *Cavia porcellus*, *Escherichia coli*, guinea pigs

## Introducción

La crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) constituye una actividad de gran relevancia en numerosas comunidades de nuestro país, especialmente en las áreas rurales, donde se ha convertido en una fuente significativa de ingresos y proteínas para las familias. No obstante, a pesar de los beneficios económicos y nutricionales asociados con esta práctica, surge un desafío crítico relacionado con el uso de antibacterianos en la producción de cuyes. La investigación de Leyva (2019) ha resaltado que esta práctica puede representar un riesgo para los consumidores, planteando inquietudes sobre la seguridad alimentaria. Además, la constante aplicación de drogas antibacterianas en la crianza de cuyes contribuye al desarrollo de cepas bacterianas con resistencia cada vez mayor, un fenómeno que ha sido documentado de manera extensa en la literatura científica (Tenover, 2006).

A pesar de la creciente conciencia sobre la resistencia bacteriana a nivel global, es importante señalar que la mayoría de los estudios al respecto se han llevado a cabo en países desarrollados y han focalizado

principalmente en animales de consumo masivo. En el caso de animales de crianza regional, como el cuy, la disponibilidad de información sobre resistencia antimicrobiana es notablemente escasa. Esta brecha en el conocimiento motiva el presente estudio, que tiene como objetivo contribuir al entendimiento de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* en heces de cuyes. El enfoque se centra en la ciudad de Cajamarca, Perú, donde la crianza de cuyes es una actividad común, pero la investigación específica sobre la resistencia bacteriana en esta especie es limitada.

La metodología empleada en este estudio consiste en el uso del método de disco difusión para evaluar la susceptibilidad de las cepas de *Escherichia coli* presentes en las heces de cuyes a diferentes antimicrobianos. Este enfoque permitirá obtener datos relevantes sobre la resistencia específica en esta especie, brindando información valiosa para orientar prácticas de manejo más sostenibles y seguras en la crianza de cuyes en la región. En última instancia, se espera que los resultados de esta investigación contribuyan a la formulación de políticas y prácticas más informadas en la producción de cuyes, abordando preocupaciones cruciales relacionadas con la resistencia antimicrobiana y promoviendo la seguridad alimentaria en las comunidades locales.

### **Materiales y métodos**

El procedimiento empleado siguió las normativas establecidas para análisis bacteriológicos (Bauer et al., 1966). Todas las etapas del trabajo de laboratorio se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

### ***Población y muestra***

La población de estudio incluyó todos los cuyes presentes en los 15 sectores de la ciudad de Cajamarca. La muestra consistió en 105 muestras de heces recolectadas de estos animales.

### ***Elección de los cuyes***

La selección de los cuyes se realizó de manera secuencial, abarcando cada uno de los 15 sectores en los que se divide la ciudad. Se seleccionaron al azar manzanas dentro de cada sector, identificando viviendas donde las familias criaban cuyes. Posteriormente, se escogió un cuy al azar de cada hogar, y se recopiló información pertinente. Los propietarios fueron debidamente informados sobre el método no invasivo de toma de muestra.

### ***Toma y transporte de muestras***

Con una sujeción cuidadosa del cuy, se recolectó una muestra de heces a nivel del recto utilizando hisopos

estériles, garantizando una única oportunidad de toma de muestra. Las muestras se depositaron en tubos de ensayo conteniendo caldo peptonado al 0,1%. Posteriormente, fueron transportadas en una caja de poliestireno expandido al Laboratorio de Microbiología Veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca.

### **Análisis bacteriológico**

Inicialmente, se procedió al cultivo primario en Agar Mac Conkey, manteniendo las placas a una temperatura de 37 °C durante un periodo de 18 a 24 horas. La posterior lectura e identificación fenotípica de las colonias de *Escherichia coli* permitió distinguir de manera precisa la presencia de la bacteria de interés. Se prosiguió con la obtención de un cultivo puro en caldo peptonado al 1%, seguido de la realización de pruebas bioquímicas para confirmar la identidad de la bacteria aislada. La fase culminante del análisis consistió en la aplicación de la Prueba de Disco Difusión según el método de Bauer et al. (1966). Se utilizaron distintos antibacterianos, incluyendo Tetraciclina (30 µg), Neomicina (30 µg), Sulfa-Trimetoprim (25 µg), Enrofloxacino (30 µg), y Cloranfenicol (30 µg). La incubación se llevó a cabo a 37 °C durante 18 horas, seguida de la evaluación de los halos resultantes. La interpretación se realizó conforme a las directrices del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), clasificando los resultados en categorías de Resistente, Intermedio o Susceptible. En este contexto, los resultados clasificados como Intermedios fueron considerados como Susceptibles para efectos de análisis e interpretación.

### **Resultados y discusión**

Los datos fueron procesados mediante SPSS versión 21 y aplicando estadística básica e inferencial para evaluar la prevalencia de la resistencia de *E. coli* frente a cada antibacteriano evaluado y se presentan en las Tablas 1, 2 y 3.

**Tabla 1.** Prevalencia de la resistencia de *E. coli* aislada de heces de cuyes (n = 105), frente a los agentes antibacterianos probados y evaluados mediante el método de disco-difusión, Cajamarca, 2022

Antibiótico	Resistencia				Total	
	R		S		Rec	%
	Rec	%	Rec	%		
<b>Tetraciclina</b>	1	1,0	104	99,0	105	100,0
<b>Neomicina</b>	105	100,0	0	0,0	105	100,0
<b>Sulfa-Trimetoprim</b>	2	1,9	103	98,1	105	100,0
<b>Enrofloxacino</b>	1	1,0	104	99,0	105	100,0
<b>Cloranfenicol</b>	8	7,6	97	92,4	105	100,0

R = Resistente, S = Susceptible, Rec = Recuento

En la Tabla 1, se puede notar la prevalencia de la resistencia a los antibacterianos y clasificando dichos resultados de mayor a menor, poder ver que se hallaron los siguientes valores: Neomicina (100,0%), Cloranfenicol (7,6%), Sulfa-Trimetoprim (1,9%), Tetraciclina (1,0%) y Enrofloxacino (1,0%).

Considerando dichos resultados, se comprueba que la hipótesis planteada de que la resistencia de *E. coli* frente a los antimicrobianos en cuyes procedentes de Cajamarca sería Moderada: >10-20% (EFSA-ECDC, 2013), no coincide con los valores que se han encontrado y que se sitúan por debajo de lo planteado en nuestra hipótesis para Cloranfenicol (7,6%) ni para Sulfa-Trimetoprim (1,9%) los cuales son de Nivel Bajo (>1-10%), tampoco coincide con los valores hallados para Tetraciclina (1,0%) ni para Enrofloxacino (1,0%) los que son de Nivel Muy Bajo (0,1-1%). De igual manera, la hipótesis planteada no coincide con el Nivel Extra Alto >70% encontrado para Neomicina (100,0%).

Los cuyes considerados en el presente estudio, a pesar de no tener antecedentes de tratamientos antimicrobianos, presentan diferentes niveles de resistencia. Estos resultados de resistencia de *E. coli* frente a las drogas ha sido mencionado en diversas publicaciones sobre el tema (Cabrera et al., 2007; Cantas et al., 2013; Theuretzbacher, 2013).

En el año 2021 en Canchis, Cusco, se estudió la frecuencia de la presencia de bacterias relacionadas con la mortalidad de cuyes de crianza familiar-comercial y se pudo determinar que la frecuencia general acerca de la resistencia en las cepas de bacterias aisladas fue 5,4% para Enrofloxacino y 3,6% para Trimetoprim-Sulfametoxazol; mientras que, en nuestro estudio, la prevalencia de la resistencia fue de 1,0% para Enrofloxacino y 1,9% para Sulfa-Trimetoprim. En ambos resultados podemos notar que los valores porcentuales de resistencia son bajos, pero en el presente estudio, los porcentajes fueron aun menores que los reportados en Canchis, Cusco, lo cual puede ser debido a que se evaluaron cuyes de crianza más tecnificada, mientras que en Cajamarca se ha trabajado con crianza familiar donde es mucho menor la exposición a los antimicrobianos reportados (Angulo-Tisoc et al., 2021).

Los resultados generales del presente estudio permiten concluir que en vista de que el 100% de aislamientos de *E. coli* evaluados resultaron resistentes, el uso de la Neomicina en casos específicos para el tratamiento de procesos infecciosos debería ser cuidadosamente evaluada. Mientras que para los demás antimicrobianos: Cloranfenicol, Sulfa-Trimetoprim, Tetraciclina y Enrofloxacino, la baja resistencia los hace antimicrobianos de elección.

**Tabla 2.** Aislamientos de *E. coli* resistentes a antimicrobianos

Niveles de resistencia antimicrobiana (*)	Antimicrobiano	Prevalencia de la resistencia (%)
<b>Extra alto: &gt;70%</b>	Neomicina	100,0
<b>Muy alto: &gt;50-70%</b>	-	-
<b>Alto: &gt;20-50%</b>	-	-
<b>Moderado: &gt;10-20%</b>	-	-
<b>Bajo: &gt;1-10%</b>	Cloranfenicol	7,6
	Sulfa-Trimetoprim	1,9
<b>Muy bajo: &gt;0,1-1%</b>	Tetraciclina	1,0
	Enrofloxacino	1,0
<b>Raro: &lt;0,1%</b>	-	-

(\*) Niveles de resistencia antimicrobiana según la EFSA (European Food Safety Authority) y ECDC (European Centre For Disease Prevention and Control), 2013.

En los resultados mostrados en la Tabla 2, se refleja que la resistencia en Cajamarca es muy elevada frente a Neomicina. Cloranfenicol y Sulfa-Trimetoprim son las más recomendables en primera instancia, reservando a la Tetraciclina y el Enrofloxacino para usarlos en casos de procesos infecciosos severos y en los que las otras dos opciones no funcionen.

**Tabla 3.** Prevalencia de los aislamientos de *E. coli* resistentes según el número de antimicrobianos empleados

N° de antibacterianos a los que salieron resistentes	Aislamientos de <i>E. coli</i> Resistentes	
	Número	Porcentaje
5	0	0,0
4	0	0,0
3	2	1,9
2	8	7,6
1	95	90,5
0	0	0,0
<b>Total</b>	105	100,0

Como se aprecia en la Tabla 3, el número y porcentaje alcanzado en cada caso, en orden creciente es como sigue: de 105 muestras de *E. coli* aisladas y analizadas en el laboratorio, el mayor número de aislamientos (90,5%) salieron resistentes a un antimicrobiano, seguidos de aquellos casos que salieron baja resistencia: 8 (7,6%) resistentes a dos antimicrobianos y 2 (1,9%) resistentes a tres antimicrobianos, mientras que ninguna muestra salió resistente a cuatro o cinco antimicrobianos.

El hecho de haber encontrado solamente dos casos de aislamientos de *E. coli* procedentes de cuyes de crianza

familiar en Cajamarca, resistentes a tres (de los cinco antibacterianos probados) nos está presentando un bajo porcentaje (1,9%) de multirresistencia, lo cual representa una gran ventaja en esta especie doméstica en nuestra ciudad, ya que la alta sensibilidad a Cloranfenicol, Sulfa-Trimetoprim, Tetraciclina y Enrofloxacino, los hace adecuados para su uso terapéutico en esta especie animal.

## Conclusiones

El análisis bacteriológico de *Escherichia coli*, obtenida y evaluada a partir de las heces de 105 cuyes (*Cavia porcellus*) en la ciudad de Cajamarca, Perú, reveló una resistencia generalizada, alcanzando el 100,0% de las cepas aisladas frente a al menos un antibacteriano. Al considerar los cinco antibacterianos evaluados mediante el método de Disco Difusión, la prevalencia de resistencia fue extraordinariamente alta (>70%) para Neomicina (100,0%), mientras que para Cloranfenicol (7,6%) y Sulfa-Trimetoprim (1,9%), se registraron niveles bajos (>1% a 10%). En contraste, la resistencia fue mínima para Tetraciclina (1,0%) y Enrofloxacino (1,0%), ubicándose en el rango muy bajo (>0,1%-1%). Contrariamente a la hipótesis planteada, que sugirió un rango moderado de resistencia (>10-20%), según las pautas de EFSA y ECDC (2013), ninguno de los antimicrobianos evaluados confirmó esta expectativa, ya que los resultados encontrados no se situaron dentro del rango propuesto. Estos hallazgos destacan la urgencia de abordar y monitorear de manera efectiva la resistencia antimicrobiana en la crianza de cuyes, subrayando la necesidad de estrategias más específicas y sostenibles para preservar la eficacia de los antibacterianos en la producción animal.

## Referencias

Angulo-Tisoc, J. M., Jara, L. M., Pacheco, J. I., & Pezo, D. (2021). Frequency of bacterial agents associated with mortality in Guinea pigs from commercial-family breeding centres in Canchis, Cusco. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(3), 1-10. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I3.20415>

Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 36, 493-496.

Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes: una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica*, 38, 149-158.

Cantas, L., Shah, S. Q. A., Cavaco, L. M., Manaia, C. M., Walsh, F., Popowska, M., Garelick, H., Bürgmann, H., & Sørum, H. (2013). A brief multi-disciplinary review on antimicrobial resistance in medicine and its linkage to the global environmental microbiota. *Frontiers in Microbiology*, 14 May 2013.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00096>

Crespo, M. D. P. (2011). La resistencia bacteriana: ¿estamos preparados para detectarla? *Infectio*, 9(1).

EFSA-European Food Safety Authority, & ECDC-European Centre for Disease Prevention and Control. (2013). The European Union Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2011. *EFSA Journal*, 11(5), 1-359. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3196>.

Guardabassi, L., Schwarz, S., & Lloyd, D. H. (2004). Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 54(2), 321-332. <https://doi.org/10.1093/jac/dkh332>

Harbarth, S., & Samore, M. H. (2005). Antimicrobial resistance determinants and future control. *Emerging Infectious Diseases*, 11(6), 794.

Lei, T., Tian, W., He, L., Huang, X.-H., Sun, Y.-X., Deng, Y.-T., Sun, Y., Lv, D.-H., Wu, C.-M., Huang, L.-Z., Shen, J.-Z., & Liu, J.-H. (2010). Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates from food animals, animal food products and companion animals in China. *Veterinary Microbiology*, 146(1-2), 85-89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.04.025>

Leyva, C. (2019). Detección de enrofloxacin en cuyes (*Cavia porcellus*) destinados al consumo humano en la provincia de Jauja, Región Junín - Perú [Tesis Médico Veterinario]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria.

Szmolka, A., & Nagy, B. (2013). Multidrug-resistant commensal *Escherichia coli* in animals and its impact on public health. *Frontiers in Microbiology*, 4(SEP), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00258>

Tenover, F. C. (2006). Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. *The American Journal of Medicine*, 119(6), S3-S10.

Theuretzbacher, U. (2013). Global antibacterial resistance: The never-ending story. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 1(2), 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2013.03.010>