

Integración del Enfoque *One Health* en el Manejo de Enfermedades Zoonóticas: Un Estudio de Zoonóticos Bacterianos en Ratas Sinantrópicas del Zoológico de Cali

Payán Andrey¹; Zapata Jorge I^{1,2}, Peña Juliana³, Navarro Adriana L⁴, Córdoba Daniela Latorre⁴, Castro David F⁴

1. Profesor, Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia; 2. Grupo Inbiomic, Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia; 3 Grupo Saberes para la Conservación, Fundación Zoológico de Cali, Colombia; 4 Estudiante, Programa académico de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia

Resumen- Abstrac:

Se llevó a cabo un estudio transversal prospectivo entre octubre de 2023 y junio de 2024, con el objetivo de evaluar la presencia de *Salmonella spp.*, *Shigella spp.* y enterobacterias resistentes a antibióticos carbapenémicos en 21 ratas sinantrópicas del Zoológico de Cali. Se tomaron muestras del tracto gastrointestinal de estos roedores, las cuales fueron cultivadas en medios convencionales para la búsqueda de los microorganismos mencionados. La identificación de los aislamientos se realizó mediante métodos fenotípicos rutinarios. Se encontró una prevalencia de *Salmonella spp.* del 14%, mientras que para *Shigella spp.* y Enterobacteriales Resistentes a antibióticos carbapenémicos fue del 0%. Estudios similares han reportado prevalencias comparables en ratas sinantrópicas. Se concluye que existe un riesgo potencial de transmisión zoonótica asociado con *Salmonella spp.*, mientras que el riesgo para *Shigella spp.* y Enterobacteriales Resistentes a antibióticos carbapenémicos es bajo. El enfoque *One Health* ofrece una visión integral de los riesgos zoonóticos por ratas en este Zoológico y facilita la implementación de estrategias de control que protegen tanto la salud de los animales bajo el cuidado humano como la salud pública.

Palabras clave: *One Health*, Ratas sinantrópicas, Zoológico, Zoonosis bacterianas

INTRODUCCIÓN

El enfoque de *One Health* subraya la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental, promoviendo una colaboración integrada entre múltiples actores para abordar desafíos de salud globales (1). En este contexto, los animales sinantrópicos, que son especies que viven cerca de los seres humanos y se benefician de la proximidad a las actividades humanas, juegan un papel crucial. Estos animales, como roedores, aves urbanas y otros pequeños mamíferos, pueden

actuar como reservorios de enfermedades zoonóticas, que son transmisibles entre animales y humanos. Así, la vigilancia y control de estas especies se convierten en una parte esencial de las estrategias *One Health*, para prevenir brotes de enfermedades y asegurar un entorno saludable para todas las especies involucradas (2).

Las ratas tienen un notable potencial zoonótico, ya que pueden albergar una variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, parásitos y virus, asociados con enfermedades infecciosas que causan alta morbilidad y mortalidad en humanos y animales (3). La transmisión de microorganismos entre animales es particularmente relevante en zoológicos, donde los recintos aislados incrementan el riesgo de contacto con ratas sinantrópicas en busca de alimento.

Estos roedores se identifican como uno de los animales sinantrópicos más importantes en la propagación de microorganismos potencialmente patógenos (4). Entre estos microorganismos, *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y Enterobacteriales resistentes a antibióticos son de especial interés debido a que su transmisión a humanos o a otros animales puede representar un serio problema de salud pública debido a las enfermedades graves que pueden causar.

El objetivo de este estudio fue investigar la presencia de ratas sinantrópicas en el zoológico de Cali, que podrían actuar como reservorios, transmisores y diseminadores de los tres microorganismos mencionados anteriormente.

Justificación

Las enfermedades zoonóticas son infecciones que se transmiten naturalmente entre animales vertebrados y humanos (5). La transmisión puede ocurrir a través de alimentos contaminados, agua, vectores o contaminación ambiental (6). Es crucial estudiar estas enfermedades, ya que, de los 1,415 patógenos humanos conocidos globalmente, el 61% son zoonóticos y causan al menos 2,400 millones de casos de enfermedades humanas anualmente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que los roedores están asociados con diversas enfermedades zoonóticas, como la peste, la salmonelosis y la leptospirosis (7). Recientemente, se ha reportado que la prevalencia de *Shigella* spp. en muestras fecales de ratas es aproximadamente del 5%, sugiriendo que estos roedores podrían actuar como portadores del género *Shigella* (8).

Entre las infecciones más comunes causadas por bacterias pertenecientes al orden Enterobacteriales se encuentran las provocadas por *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. Además, la transmisión de bacterias pertenecientes al orden de los Enterobacteriales que presentan resistencia a antibióticos Carbapenémicos (ERC) entre animales y su transferencia a humanos es un área de intenso estudio a nivel

mundial. En 2024, la OMS incluyó a los ERC en la lista de "problemas sanitarios críticos de dimensión mundial". La resistencia a antibióticos carbapenémicos en Enterobacterales ocupa el tercer puesto en la lista de organismos considerados de prioridad crítica para el desarrollo de estudios, debido a su capacidad para propagarse rápidamente y causar infecciones difíciles de tratar (9).

Observaciones del personal del zoológico y registros fotográficos han confirmado que las ratas sinantrópicas que frecuentan los recintos y recipientes de comida en el zoológico de Cali entran en contacto con las especies bajo cuidado. La presencia de estas ratas en la institución plantea un riesgo potencial de transmisión zoonótica de agentes infecciosos tanto a los animales mantenidos en la institución como a cuidadores y visitantes. Por lo tanto, es fundamental identificar si estos roedores son portadores de patógenos como *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y ERC para identificar riesgos potenciales que permitan implementar medidas preventivas efectivas en el ámbito de *One Health*.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe un potencial zoonótico de las ratas sinantrópicas que merodean en el Zoológico de Cali, para la transmisión de bacterias con importancia en Salud pública y animal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Establecer la prevalencia de *Salmonella* spp. en el tracto gastrointestinal de las ratas sinantrópicas del Zoológico de Cali
2. Establecer la prevalencia de *Shigella* spp. en el tracto gastrointestinal de las ratas sinantrópicas del Zoológico de Cali.
3. Determinar la presencia de enterobacterales resistentes a antibióticos carbapenémicos en el intestino de las ratas sinantrópicas del Zoológico de Cali.

REFERENTES TEÓRICOS

Presencia de *Salmonella* spp. en ratas

Los resultados de los estudios de roedores como portadores de *Salmonella* varían mucho, encontrando artículos que reportan una prevalencia desde 0,81% (10) hasta de 49,1% (11). No se encontraron resultados acerca de publicaciones en Colombia entre 2012 a 2024 indexados en la base de datos Scopus respecto a este tema.

En tres ciudades de Países Bajos entre mayo del 2020 y octubre del 2021 (12) se analizaron 412 ratas (*Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*) en búsqueda de 18 patógenos zoonóticos entre los cuales se encontraban *Salmonella* spp., allí se obtuvo una prevalencia de 1%, este valor es comparable con los estudios realizados en Chicago (12) y Nueva York (8) que mostraron prevalencias de 1% y 2% respectivamente; el primero fue realizado en 202 ratas capturadas entre marzo y diciembre de 2018 y el segundo realizado entre septiembre de 2012 y junio de 2013 en 133 ratas.

En cuanto a Latinoamérica, en un estudio realizado en 48 granjas avícolas de Buenos Aires, Argentina (10) entre 1999 y 2001, de 123, *Rattus norvegicus* capturadas sólo un ejemplar salió positivo para *Salmonella*, lo que equivale a una prevalencia de 0,81%. Otro estudio en Salvador, Brasil (13) donde evaluaron 67 ratas entre abril y junio de 2018 presentó una prevalencia de *Salmonella* spp. de 1,4%.

Sin embargo, esta prevalencia aumenta en otros estudios como el realizado en Baja Sajonia y Hamburgo, Alemania, en donde 21 ratas de 586 fueron positivas para *Salmonella*, lo que equivale a un 3,6% (14), o al realizado en Abeokuta, Nigeria (15) en donde reportaron una prevalencia de *Salmonella* de 8,3% en ratas de caña. También se encontraron estudios con prevalencias considerablemente más elevadas como el realizado en los trópicos húmedos del norte de Queensland, Australia, donde 10 roedores fueron portadores de *Salmonella* (*Salmonella enterica* subsp. *arizonae*) dando una prevalencia del 14,29% entre los 70 individuos analizados (16) o al estudio realizado en los mercados húmedos de Tailandia (11) que mostró que de 110 ratas el 49,1% portaba *Salmonella*.

Cabe resaltar que la Federación Europea de Asociaciones de Animales de Laboratorio determina que se debe detectar de manera rutinaria *Salmonella* en ratas y ratones de laboratorio (17), sin embargo la prevalencia en estos animales ha sido de 0% como se muestra en el estudio realizado por Pritchett-Corning et al. (18) donde evaluaron 109,655 ratones y 8235 ratas que fueron enviadas por instituciones farmacéuticas, biotecnológicas, académicas y gubernamentales de América del Norte y Europa entre 3 y 5 años y ninguna resultó positiva.

También se han realizado estudios que determinan la relación de brotes de salmonelosis con el uso de ratones alimentadores de reptiles contaminados (19–21), uno de estos brotes fue el presentado entre 2012 y 2015 en el Reino Unido donde Public Health England realizó un estudio retrospectivo para probar la hipótesis de que la exposición a reptiles o su alimento eran factores de riesgo de salmonelosis (20), para esto se puso en contacto con 28 de los últimos casos notificados; el 78% mencionó tener una serpiente y el 64% y 21% dijo que las alimentaba con ratones y ratas, respectivamente. Los entrevistados informaron el lugar en donde compraban estos ratones que eran empleados como alimento para

los reptiles y el importador envió, para realizar pruebas, 12 paquetes de ratones pequeños, ratones bebés, ratones extragrandes, los cuales salieron positivos para la cepa del brote en un 91,7%, 33.3% y 16.7% respectivamente. Un caso similar se presentó en Minnesota (22) durante 1996-2011, donde el 34% de 245 pacientes con casos de Salmonelosis asociada a reptiles (RAS) informaron haber alimentado a la mascota reptil con algún tipo de roedor por lo que la alimentación con roedores se asoció significativamente con el caso de que un paciente con RAS diera positivo para *Salmonella Enteritidis*" (21)

Presencia de *Shigella* en animales

Los hospedadores naturales de *Shigella* spp. son, por lo general, los seres humanos y otros primates, pero se ha demostrado que el espectro de hospedadores de *Shigella* se ha ampliado a muchos animales. Aunque *Shigella* se está convirtiendo en una amenaza importante para los animales, existe información limitada sobre las cepas. (22)

Estudios previos han buscado la presencia de *Shigella* spp. en ratas con resultados negativos, sin embargo, un estudio ha revelado que la prevalencia de esta bacteria es aproximadamente el 5% de las muestras fecales en género *Rattus*, sugiriendo que estos roedores podría servir eficientemente como portador del género *Shigella* (8)

Presencia de Enterobacteriales con enzimas carbapenemasas en ratas

En cuanto a la detección de la presencia de bacterias portadoras de enzimas carbapenemasas, en animales, en Alemania existe un proyecto nacional donde se recolectan de granjas porcinas posibles organismos portadores de BLEE y se envía al Instituto Federal de Evaluación de Riesgos donde determinan la susceptibilidad 17 betalactámicos mediante método de difusión en disco. En 2011, una granja porcina alemana con 4100 cerdos (23) en el cual se presentó un aislado de *E coli* con presencia del gen bla VIM-1 en la región variable de un integrón etiquetado como *In110* que ya se había encontrado en *Klebsiella*, *Enterobacter cloacae* y *Pseudomonas* en Europa.

Sin embargo, un estudio realizado entre marzo de 2018 y septiembre de 2020 en 81 granjas de cerdos en el noroeste de Alemania (24) donde se tomaron 318 muestras de heces porcinas y 138 muestras de trabajadores de estas granjas, difiere de lo encontrado en el estudio anterior puesto que no se presentaron enterobacterias productoras de carbapenemasas. Este resultado es comparable con lo hallado en granjas de pavos entre 2018 y 2019 en Baja Sajonia, Alemania (25) donde se evaluaron 175 muestras de origen animal y 46 hisopos de heces humanas y ninguna presentó Enterobacterias con producción de carbapenemasas.

La presencia de carbapenemasas no sólo se ha registrado en animales destinados a la producción de alimentos sino también en animales de compañía; así lo muestra el estudio realizado durante 5 meses en 2012 en una clínica veterinaria en Hesia, Alemania (26), allí se presentaron 6 perros con *E coli* y/o *Klebsiella pneumoniae* que albergaban el gen *bla*_{OXA-48}. Otro estudio realizado en laboratorios veterinarios entre mayo de 2008 y mayo 2009 en Estados Unidos (27) también detectó carbapenemasas en 6 aislados de *E coli* entre 944 cepas, sólo que en este caso el gen encontrado fue el gen *bla*_{NDM}.

Puesto que se puede dar transmisión de estos microorganismos entre humanos, animales y el medio ambiente, en Suiza se realizó un estudio (28) con la intención de evaluar el papel de las clínicas de animales de compañía en la difusión de organismos multirresistentes. Se tomaron muestras de superficies de alto contacto y de los empleados detectando ERC en el entorno de 2 clínicas, siendo una de ellas *Klebsiella pneumoniae*, y 2 empleados estaban colonizados con *E. coli* productora de carbapenemasas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio transversal con diseño experimental en el Zoológico e Cali en Cali, Colombia. Se realizó un muestreo no probabilístico en ratas sinantrópicas capturadas mediante trampas de jaula entre octubre de 2023 y junio de 2024. Los criterios de inclusión para la muestra de la población de roedores del Zoológico de Cali requerirán que los animales fuesen capturados vivos.

Las muestras del intestino de las ratas fueron cultivadas siguiendo los procedimientos estándar para el aislamiento de *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y enterobacterias resistentes a carbapenémicos descritos en la literatura (29). En breve se llevó a cabo el siguiente procedimiento: Para la detección de *Salmonella* spp. y *Shigella* spp., las muestras se inocularon en caldo de tetracionato para un enriquecimiento selectivo que se incubó durante 16 a 24 horas a 35 ± 2 °C en atmósfera aerobia; después de este tiempo se subcultivo en agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD). Adicionalmente se hizo siembra directa de la muestra en la superficie de medios selectivos como Agar MacConkey (MK), Agar XLD, Rambach y MK con 4µg/mL de Meropenem (MKM). Éstos se incubaron a 35 ± 2 °C durante 24 a 48 horas en condiciones aerobias. A continuación, se buscaron colonias con morfología compatible con *Salmonella* spp. y *Shigella* spp.. y se les realizaron pruebas de identificación bioquímica. Por otra parte, si se observaba crecimiento de colonias compatibles con enterobacteriales en el MKM, se planeaba confirmar esta prueba de tamizaje empleando la prueba mCIM, y si ésta resultaba positiva, se realizaría la prueba eCIM para identificar si la carbapenemasa presente era una metalo β-lactamasa o una serina carbapenemasa.

Con los resultados obtenidos del procesamiento de las muestras, se determinó la frecuencia de aislamiento de los microorganismos en estudio.

Los animales fueron sacrificados siguiendo protocolos universalmente aceptados y que no causaron dolor ni sufrimiento. Este proyecto obtuvo el consentimiento de comité de Ética Animal de la Universidad del Valle.

RESULTADOS

De las 21 ratas capturadas y procesadas, la especie más frecuente fue *Rattus norvegicus*, con 16 individuos (76,19%), de los cuales 10 eran hembras y 6 machos. Por otro lado, se capturaron 5 ejemplares de *Rattus rattus*, 4 machos y 1 hembra. En cuanto a la etapa de vida, 9 de las *Rattus norvegicus* eran principalmente juveniles, mientras que todas las *Rattus rattus* eran adultas.

Del tracto gastrointestinal de estas ratas se realizaron 67 aislamientos bacterianos con morfología colonial compatible con *Salmonella spp.* o *Shigella spp.* Finalmente, después de las pruebas de identificación definitivas, se identificaron colonias de *Salmonella enterica* en tres ratas, dando así una prevalencia del 14%. No se encontraron individuos portadores de *Shigella spp.* ni de ERC en las muestras examinadas.

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se encontró una prevalencia del 14% de *Salmonella* en ratas sinantrópicas del zoológico de Cali. Para contextualizar estos resultados, es relevante comparar esta prevalencia con los hallazgos de estudios previos realizados en diferentes regiones y entornos.

Un estudio llevado a cabo en tres ciudades de los Países Bajos entre mayo de 2020 y octubre de 2021 reportó una prevalencia de *Salmonella* del 1% en 412 ratas (*Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*) (12). Este resultado es considerablemente inferior al 14% encontrado en nuestro estudio. Similarmente, investigaciones en Chicago y Nueva York reportaron prevalencias de 1% y 2% respectivamente en ratas capturadas entre 2018 y 2013 (8). Estos estudios reflejan una prevalencia de *Salmonella* notablemente menor en comparación con nuestro hallazgo.

En Latinoamérica, un estudio realizado en 48 granjas avícolas en Buenos Aires, Argentina, entre 1999 y 2001, encontró una prevalencia de 0,81% en 123 ratas (10). Otro estudio en Salvador, Brasil, reportó una prevalencia de 1,4% en 67 ratas evaluadas entre abril y junio de 2018 (13). Los resultados de estos estudios también son inferiores al 14% encontrado en nuestro estudio, sugiriendo una mayor prevalencia en el zoológico de Cali en comparación con otras regiones latinoamericanas.

Sin embargo, nuestros resultados son congruentes con estudios que reportan prevalencias más altas. En Baja Sajonia y Hamburgo, Alemania, se encontró una

prevalencia de 3,6% en 586 ratas (14). En Abeokuta, Nigeria, la prevalencia fue de 8,3% en ratas de caña (15). Más relevante aún, en los trópicos húmedos del norte de Queensland, Australia, se reportó una prevalencia de 14,29% en ratas, similar a nuestro hallazgo (16). También, un estudio en mercados húmedos de Tailandia encontró una prevalencia significativamente alta de 49,1% en 110 ratas (11). Estos estudios indican que una prevalencia alta de *Salmonella* puede ser más común en ciertos entornos o regiones.

Adicionalmente, es importante mencionar que la prevalencia de *Salmonella* en ratas de laboratorio, de acuerdo con la Federación Europea de Asociaciones de Animales de Laboratorio, ha sido reportada como 0% en estudios recientes (17). Por ejemplo, Pritchett-Corning et al. (18) no encontraron *Salmonella* en 109,655 ratones y 8,235 ratas enviadas a diversas instituciones de América del Norte y Europa, subrayando que la prevalencia en ratas de laboratorio es significativamente menor que en las ratas sinantrópicas estudiadas en nuestro caso.

Finalmente, estudios sobre brotes de salmonelosis asociados con la alimentación de reptiles con roedores han mostrado altas prevalencias de *Salmonella* en estos roedores, como en el Reino Unido y Minnesota (19–21). Estos brotes resaltan la importancia de la vigilancia de *Salmonella* en ratas y otros roedores, dado su potencial impacto en la salud pública.

CONCLUSIONES

En conclusión, la prevalencia del 14% de *Salmonella* en ratas sinantrópicas del zoológico de Cali es significativamente más alta en comparación con la mayoría de los estudios revisados, con excepción de algunos estudios realizados en regiones específicas y contextos particulares. Este hallazgo subraya la importancia del enfoque *One Health*, que enfatiza la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental. En este contexto, es crucial implementar una vigilancia continua y medidas de control integradas para prevenir la propagación de *Salmonella*, especialmente en entornos con alta interacción entre humanos y animales, como es el caso del zoológico de Cali.

Por otro lado, la ausencia de ratas portadoras de *Shigella spp.* y de ERC en el tracto gastrointestinal de estos roedores indica un bajo riesgo zoonótico asociado con estas bacterias en este entorno específico. Estos resultados son congruentes con la mayoría de las publicaciones similares, sugiriendo que el riesgo de transmisión de *Shigella spp.* y ERC es limitado en el zoológico de Cali.

La aplicación del enfoque *One Health* en el manejo de enfermedades zoonóticas permite una comprensión más holística de los riesgos y facilita la implementación de estrategias de control que abarcan tanto la salud de los animales bajo cuidado humano como la protección de la salud pública.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

1. Murray AWK, Radford ALK, Meissner ARR. One Health: A Concept for the Future of Health Policy and Research. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(10):4001-4015. doi: 10.3390/ijerph20104001.
2. Wang Y, Chen H, Li X, et al. Synanthropic animals: Definitions, implications, and recent developments. *J Urban Ecol*. 2023;9(1):1-14. doi:10.1093/jue/jug057.
3. Acha PN, Szyfres B. Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2008. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547612>.
4. Tauxe RV. Foodborne pathogens: the role of environment and food handling practices. *Foodborne Pathog Dis*. 2023;20(7):508-518.
5. Jones KE, Patel NG, Levy MA, et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*. 2008;451(7181):990-993.
6. World Health Organization. WHO bacterial priority pathogens list: Bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization; 2024. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062709>.
7. World Health Organization. Rodents and human health. Geneva: WHO; 2022. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062942>.
8. Firth C, Bhat M, Firth MA, et al. Detection of zoonotic pathogens and characterization of novel viruses carried by commensal *Rattus norvegicus* in New York City. *mBio*. 2014;5(5)
9. World Health Organization. *WHO bacterial priority pathogens list: Bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance*. Geneva: World Health Organization; 2024. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062709>
10. Gómez Villafañe IE, Miñarro F, Ribicich M, Rossetti CA, Rossotti D, Busch M. Assessment of the risks of rats (*Rattus norvegicus*) and opossums (*Didelphis albiventris*) in different poultry-rearing areas in Argentina. *Braz J Microbiol*. 2004;35(4):359-363. Available from: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/HFsS8XdW5MP6X4BZgJ8jdHt/?lang=en>.
11. Ribas A, Saijuntha W, Agatsuma T, Prantlová V, Poonlaphdech S. Rodents as a source of Salmonella contamination in wet markets in Thailand. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2016;16(8):537-540.

12. de Cock MP, de Vries A, Fonville M, et al. Increased rat-borne zoonotic disease hazard in greener urban areas. *Sci Total Environ.* 2023; 896:165287.
13. Pimentel Sobrinho C, Lima Godoi J, Neves Souza F, et al. Prevalence of Diarrheagenic *Escherichia coli* (DEC) and *Salmonella* spp. with zoonotic potential in urban rats in Salvador, Brazil. *Epidemiol Infect.* 2020;149
14. Runge M, Von Keyserlingk M, Braune S, et al. Distribution of rodenticide resistance and zoonotic pathogens in Norway rats in Lower Saxony and Hamburg, Germany. *Pest Manag Sci.* 2013;69(3):403-408.
15. Ojo OE, Ogunjobi OO, Oyekunle MA, Dipeolu MA, Otesile EB. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* and *Yersinia* in the feces of hunted wildlife in Abeokuta, Nigeria. *Rev Elev Med Vet Pays Trop.* 2019;72(4):141-146.
16. Chakma S, Picard J, Duffy R, Constantinoiu C, Gummow B. A survey of zoonotic pathogens carried by non-indigenous rodents at the interface of the wet tropics of North Queensland, Australia. *Transbound Emerg Dis.* 2017;64(1):185-193.
17. Hansen AK, Nielsen DS, Krych L, Hansen CHF. Bacterial species to be considered in quality assurance of mice and rats. *Lab Anim.* 2019;53(3):281-291.
18. Pritchett-Corning KR, Cosentino J, Clifford CB. Contemporary prevalence of infectious agents in laboratory mice and rats. *Lab Anim.* 2009;43(2):165-173.
19. Vrbova L, Sivanantharajah S, Walton R, et al. Outbreak of *Salmonella* Typhimurium associated with feeder rodents. *Zoonoses Public Health.* 2018;65(4):386-394.
20. Kanagarajah S, Waldram A, Dolan G, et al. Whole genome sequencing reveals an outbreak of *Salmonella* Enteritidis associated with reptile feeder mice in the United Kingdom, 2012-2015. *Food Microbiol.* 2018;71:32-38.
21. Whitten T, Bender JB, Smith K, Leano F, Scheftel J. Reptile-Associated Salmonellosis in Minnesota, 1996–2011. *Zoonoses Public Health.* 2015;62(3):199-208. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/zph.12140>.
22. Zhu Z, Wang W, Cao M, et al. Virulence factors and molecular characteristics of *Shigella flexneri* isolated from calves with diarrhea. *BMC Microbiol.* 2021;21(1):216. doi:10.1186/s12866-021-02089-3.
23. Fischer J, Rodríguez I, Schmogger S, Friese A, Roesler U, Helmuth R, Guerra B. *Escherichia coli* producing VIM-1 carbapenemase isolated on a pig farm. *J Antimicrob Chemother.* 2012 Jul;67(7):1793-5. doi: 10.1093/jac/dks108. Epub 2012 Mar 27. PMID: 22454489.
24. Effelsberg N, Kobusch I, Linnemann S, et al. Prevalence and zoonotic transmission of colistin-resistant and carbapenemase-producing Enterobacterales on German pig farms. *One Health.* 2021; 13:100354.
25. Nordhoff K, Scharlach M, Effelsberg N, et al. Epidemiology and zoonotic transmission of mcr-positive and carbapenemase-producing

- Enterobacterales on German turkey farms. *Front Microbiol.* 2023;14:1183984.
26. Stolle I, Prenger-Berninghoff E, Stamm I, et al. Emergence of OXA-48 carbapenemase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in dogs. *J Antimicrob Chemother.* 2013;68(12):2802-2808. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/jac/dkt259>.
 27. Shaheen BW, Nayak R, Boothe DM. Emergence of a New Delhi metallo- β -lactamase (NDM-1)-encoding gene in clinical *Escherichia coli* isolates recovered from companion animals in the United States. *Antimicrob Agents Chemother.* 2013;57(6):2902-2903. Available from: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/aac.02028-12>.
 28. Schmidt JS, Kuster SP, Nigg A, et al. Poor infection prevention and control standards are associated with environmental contamination with carbapenemase-producing Enterobacterales and other multidrug-resistant bacteria in Swiss companion animal clinics. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020;9(1):1-13. Available from: <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-020-00742-5>.
 29. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Laboratory Manual for Enteric Pathogens.* Atlanta: CDC; 2023. Available from: <https://www.cdc.gov/ncezid/dfwed/labmanual.html>.

<p>Autor principal: Andrey Payán González Dirección: Calle 2C # 65-56 .Apto 102 A. Cali, Valle del Cauca; Colombia Teléfono: 3165222730 Correo electrónico: andrey.payan@correounivalle.edu.co</p>
--