

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

Análisis de la resistencia antibiótica de *Staphylococcus aureus* identificado en perros del Distrito Metropolitano de Quito: Implicaciones para la salud pública y animal

Joshua Andrés Velasco Mejía

Medicina Veterinaria

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico Veterinario

Quito, 16 de mayo de 2025

Universidad San Francisco de Quito USFQ

Colegio de ciencias de la salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Análisis de la resistencia antibiótica en *Staphylococcus aureus*
identificado en perros del Distrito Metropolitano de Quito:
Implicaciones para la salud pública y animal**

Joshua Andrés Velasco Mejía

Nombre del profesor, Título académico

Rommel Lenin Vinueza DMVZ,
MSc, PhD.

Quito, 16 de mayo de 2025

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Joshua Andrés Velasco Mejía

Código: 00320665

Cédula de identidad: 1723208789

Lugar y fecha: Quito, 16 de mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

AGRADECIMIENTOS

Es un honor para mí reconocer el apoyo de quienes hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

Quiero expresar mi especial gratitud al Dr. Francisco Cabrera Aulestia, tutor de este proyecto, por proponer este tema, confiar en mí para desarrollarlo, y por su apoyo y mentoría constante a lo largo de todo el proceso.

Agradezco también a la médica especialista Gabriela Chávez Romero por su valiosa contribución al estudio y por facilitar los datos proporcionados por su laboratorio microbiológico, LabVet, fundamentales para el análisis realizado.

Igualmente, agradezco a Juan Sebastián Galecio, por todo su apoyo y recomendaciones para mejorar este trabajo.

De igual manera, quiero agradecer a mis colegas Daniel Guaytarilla, Viviana Infante y Daniela Alvaracín, quienes me apoyaron en la definición del enfoque del trabajo, en la elaboración de la matriz de datos y en la organización de los informes.

A mis padres, por su apoyo incondicional durante cada año de la carrera, por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mí mismo.

A Mario, por sus ideas, observaciones y aportes que mejoraron la calidad de este trabajo, y por su constante apoyo emocional a lo largo de todo este proceso, recordándome siempre que soy capaz de lograrlo, incluso en momentos de frustración donde él fue quien me ayudó a volver a creer en mí mismo.

Finalmente, a mis amigos y compañeros —en especial a Andrea Rosales— por compartir conmigo horas de estudio, estrés y logros. Este trabajo también es gracias a ustedes.

RESUMEN

La resistencia de las bacterias a los antibióticos ha aumentado de forma significativa en los últimos años, comprometiendo tanto la salud pública como la salud animal. Esta problemática se asocia a múltiples factores, entre ellos el uso frecuente e inadecuado de antibióticos, la administración de antibióticos vencidos, la subexposición terapéutica, la ausencia o ineficacia de la vacunación, y la utilización de antibióticos de amplio espectro en lugar de terapias dirigidas, lo que favorece la propagación de cepas resistentes. Dentro de este contexto, *S. aureus* se considera una bacteria de alto riesgo zoonótico debido a su capacidad de desarrollar multirresistencia y transmitirse entre animales y humanos, especialmente en entornos de convivencia cercana como ocurre con los animales de compañía. En el Distrito Metropolitano de Quito, no existen registros oficiales sobre resistencia bacteriana en infecciones caninas causadas por *S. aureus*, lo que dificulta la toma de decisiones clínicas informadas y representa un riesgo potencial para la salud pública. Frente a esta carencia de información, el presente trabajo tuvo como objetivo comprobar la existencia de resistencia antibiótica en *Staphylococcus aureus* identificado en una muestra de la población canina local, mediante el análisis de informes de cultivos bacterianos y antibiogramas realizados por un laboratorio microbiológico de la capital entre 2020 y 2024, con el fin de establecer las posibles implicaciones de estos hallazgos en la medicina veterinaria y la salud pública.

Palabras clave: resistencia bacteriana, *Staphylococcus aureus*, antibiogramas, zoonosis, Distrito Metropolitano de Quito, población canina.

ABSTRACT

The resistance of bacteria to antibiotics has increased significantly in recent years, compromising both public and animal health. This issue is associated with multiple factors, including the frequent and improper use of antibiotics, administration of expired drugs, subtherapeutic exposure, lack or inefficacy of vaccination, and the use of broad-spectrum antibiotics instead of targeted therapies, all of which contribute to the spread of resistant strains. In this context, *Staphylococcus aureus* is considered a high-risk zoonotic bacterium due to its ability to develop multidrug resistance and transmit between animals and humans, especially in close-contact environments such as those involving companion animals. In the Metropolitan District of Quito, there are no official records regarding bacterial resistance in canine infections caused by *S. aureus*, which hinders informed clinical decision-making and represents a potential risk to public health. In response to this lack of information, the present study aimed to verify the presence of antibiotic resistance in *S. aureus* identified in a sample of the local canine population, through the analysis of bacterial culture and antibiogram reports conducted by a microbiology laboratory in the capital between 2020 and 2024, in order to determine the possible implications of these findings for veterinary medicine and public health.

Keywords: bacterial resistance, public health, animal health, antibiotics, Metropolitan District of Quito, canine population.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
Objetivos	15
Metodología.....	16
Resultados	18
Discusión	22
Conclusión	29
Recomendaciones	30
Referencias bibliográficas	31
Anexos.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución porcentual (%) de resistencia en Staphylococcus aureus</i>	18
Figura 2. <i>Distribución porcentual (%) de resistencias por categoría en Staphylococcus aureus</i>	19
Figura 3. <i>Distribución porcentual (%) de multirresistencias según la cantidad de resistencias identificadas en Staphylococcus aureus</i>	20

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha evidenciado un incremento preocupante en la resistencia bacteriana a los antibióticos, tanto en medicina humana como veterinaria. Esta problemática se ha intensificado especialmente en el ámbito veterinario, posiblemente debido a que el uso de antibióticos muchas veces carece de un control adecuado, lo que puede ser un factor que contribuya a la propagación de cepas resistentes (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2021). Esta situación representa una amenaza para la eficacia de los tratamientos antibióticos actuales y, en casos extremos, puede llevar a que varias enfermedades infecciosas no respondan a los medicamentos actualmente disponibles. La advertencia histórica de Alexander Fleming (1945) sobre el riesgo de utilizar dosis inadecuadas de antibióticos y generar resistencia sigue siendo más que válida, especialmente en contextos donde no se realiza un seguimiento sistemático del uso de estos medicamentos.

Diversos factores han sido identificados como impulsores clave en el desarrollo y diseminación de la resistencia antibiótica, especialmente en contextos donde el uso de antibióticos no está adecuadamente regulado. El uso recurrente de antibióticos, incluso en casos donde no son necesarios, ejerce una presión selectiva que favorece la supervivencia de cepas resistentes, comprometiendo el equilibrio de la flora bacteriana y facilitando la diseminación de genes de resistencia entre bacterias (Guardabassi et al., 2004). A esto se suma la utilización de antibióticos de amplio espectro en lugar de terapias dirigidas, una práctica que no solo elimina bacterias patógenas sino también microorganismos beneficiosos, lo que intensifica la selección de cepas multirresistentes (Organización Mundial de la Salud, 2024). Por otro lado, la subexposición a antibióticos

(dosis insuficientes o tratamientos incompletos) contribuye a la adaptación bacteriana, permitiendo que estas sobrevivan y desarrollen mecanismos de resistencia (Spauldin et al., 2018). Adicionalmente, la ausencia o ineficiencia de programas de vacunación incrementa la incidencia de infecciones prevenibles, elevando así el uso de antibióticos de forma innecesaria. Según Zavaleta et al., (2024), una mejor implementación de esquemas vacunales podría reducir las dosis de antibióticos empleadas en casos de enfermedades prevenibles en animales, lo que resalta el papel preventivo clave de las vacunas en la lucha contra la resistencia antibiótica.

Un microorganismo de particular interés en este contexto es *Staphylococcus aureus*, una bacteria Gram positiva con forma de coco, que actúa como aerobio facultativo y tiene la capacidad de comportarse tanto como comensal como patógeno oportunista (Todar, 2009). Comúnmente coloniza la piel y mucosas de humanos y animales, sin causar enfermedad en condiciones normales; sin embargo, en situaciones de desequilibrio inmunológico, lesiones o alteración de la microbiota, puede originar desde infecciones cutáneas leves hasta patologías invasivas como neumonías, endocarditis o septicemias (Taylor & Unakal, 2023). En medicina veterinaria, *S. aureus* ha sido identificada como una causa recurrente de infecciones crónicas, particularmente en perros con piodermas o heridas quirúrgicas, lo que representa no solo un reto clínico sino también una preocupación de salud pública por su potencial zoonótico (Alvarado, 2024). Esta bacteria posee una alta plasticidad genética que le permite adaptarse al entorno y adquirir mecanismos de resistencia a múltiples clases de antibióticos acorde a estos, lo cual ha sido evidenciado en cepas aisladas tanto en humanos como en animales

de compañía, incrementando el riesgo de transmisión de cepas resistentes entre especies (Martínez et al., 2023).

La Organización Mundial de la Salud (2024) ha alertado sobre la expansión global de bacterias resistentes (microorganismo que ya no responde a antibióticos previamente efectivos para su tratamiento), multirresistentes (bacteria que ha desarrollado mecanismos de resistencia a dos o más clases de antibióticos) y la creciente ineficacia de los antibióticos como en casos de cepas panresistentes, que presentan mecanismos de resistencia frente a todos los antibióticos de uso común. La OMS (2024), en su guía de antimicrobianos medicamento importantes, clasifica a los antibióticos en cuatro categorías acorde dos criterios:

- **Criterio 1:** El fármaco es el único tratamiento para una infección o las alternativas terapéuticas son limitadas
- **Criterio 2:** El fármaco es empleado para tratar infecciones causadas por bacterias posiblemente transmitidas de fuentes no-humanas o con genes de resistencia de fuentes no-humanas

Dependiendo de los criterios que cumpla cada antibiótico, la OMS (2024) los clasifica en: Antimicrobianos de importancia y prioridad crítica (**HCPIA**) cuando el antibiótico es el tratamiento a infecciones severas por bacterias resistentes, antimicrobianos de importancia crítica (**CIA**) cuando cumplen con ambos criterios, antimicrobianos de alta importancia (**HIA**) cuando cumplen con uno de los dos criterios y antimicrobianos importantes (**IA**) cuando no cumplen con ninguno de los criterios. Por

otra parte, la OMSA (2020) clasifica a los antibióticos en tres categorías acorde dos criterios:

- **Criterio 1:** Cuando más del 50% de los colaboradores para la guía identificaron a la clase de antimicrobiano como importante
- **Criterio 2:** El fármaco es el único tratamiento para una infección o las alternativas terapéuticas son limitadas

Dependiendo de los criterios que cumpla cada antibiótico, la OMSA (2020) los clasifica en: Antimicrobianos de importancia crítica veterinaria (**VCIA**) cuando cumplen ambos criterios, antimicrobianos de alta importancia veterinaria (**VHIA**) cuando cumplen con uno de los criterios y antimicrobianos importantes para veterinaria (**VIA**) cuando no cumplen con ningún criterio. Adicionalmente, la Agencia de Medicina Europea (EMA, 2022), clasifica a varios antibióticos en cuatro categorías acorde su línea de tratamiento, siendo estas: uso con prudencia (como las tetraciclinas y aminopenicilinas sin inhibidores de β -lactamasas), uso con precaución, (como los macrólidos), uso restringido (como las quinolonas) y evitar (como las glicilciclinas).

La problemática creciente de resistencia antibiótica de las bacterias puede llevar, como consecuencia, a un incremento de las tasas de mortalidad en humanos, al igual que afectar gravemente la salud de los animales y de las plantas. En este contexto, los animales de compañía, específicamente los perros, presentan relevancia debido a su estrecha convivencia con las personas. AKC Canine Health Foundation (2024) señala que la resistencia a los antibióticos en bacterias identificadas en perros es un tema alarmante, ya que el contacto directo entre perros y los humanos puede facilitar la

transmisión de bacterias resistentes. En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), no se cuenta con investigaciones oficiales o datos actualizados sobre el estado de la resistencia antibiótica en bacterias identificadas en especies animales, incluyendo perros, a pesar de que, según los datos más recientes, proporcionados por la Unidad de Bienestar Animal de Quito, la ciudad presenta una alta densidad canina, con 507,3 perros por kilómetro cuadrado (GAD DMQ, 2024). La falta de información e investigación sobre esta problemática impide conocer el verdadero panorama de la resistencia antibiótica de bacterias en especies animales.

Con el antecedente expuesto, surge la necesidad de generar datos locales que permitan conocer el estado actual de la resistencia antibiótica en *S. aureus* identificado en perros pertenecientes al DMQ. Esta investigación tiene como objetivo contribuir con esta información, mediante el análisis de informes de cultivos bacterianos y antibiogramas obtenidos entre los años 2020 y 2024.

Este trabajo busca comprobar la existencia de resistencia en *S. aureus* identificado en una muestra de la población canina de la capital mediante el análisis de informes de cultivo y antibiograma de un laboratorio microbiológico, y ofrecer información que permita comprender sus posibles implicaciones mediante una discusión de la base de datos obtenidos.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Comprobar la presencia de resistencias antibióticas en *Staphylococcus aureus* identificado en una muestra de perros pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito.

Objetivos específicos:

1. Categorizar los informes de cultivo y antibiograma obtenidos de *Staphylococcus aureus* identificados en la muestra de perros pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito entre 2020 y 2024, según los antibióticos evaluados y su resistencia.
2. Identificar el perfil de resistencia y multirresistencia antibiótica de *Staphylococcus aureus* acorde los resultados obtenidos de los informes.
3. Analizar los datos recopilados mediante estadística descriptiva, generando información sobre el estado de la resistencia bacteriana a los antibióticos en *Staphylococcus aureus*.

METODOLOGÍA

Este trabajo se desarrolló bajo un enfoque descriptivo con metodología de tipo mixto, integrando información cualitativa y cuantitativa. La muestra estuvo conformada por un total de 714 informes de cultivos y antibiogramas de *Staphylococcus aureus* identificados en perros pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito, recopilados entre los años 2020 a 2024. Se descartaron informes donde el resultado del cultivo bacteriano no fue únicamente de *S. aureus*. Adicionalmente, se incluyeron informes donde hubo crecimiento de la bacteria en solitario, a pesar de haber sido escaso. Los datos fueron proporcionados por un laboratorio microbiológico privado de la ciudad. Cabe señalar que los informes de cultivos y antibiogramas utilizados en este estudio no fueron generados específicamente para esta investigación, sino que correspondieron a registros clínicos previamente realizados por el laboratorio. Sin embargo, los datos fueron organizados, categorizados y analizados con base en los objetivos del presente estudio.

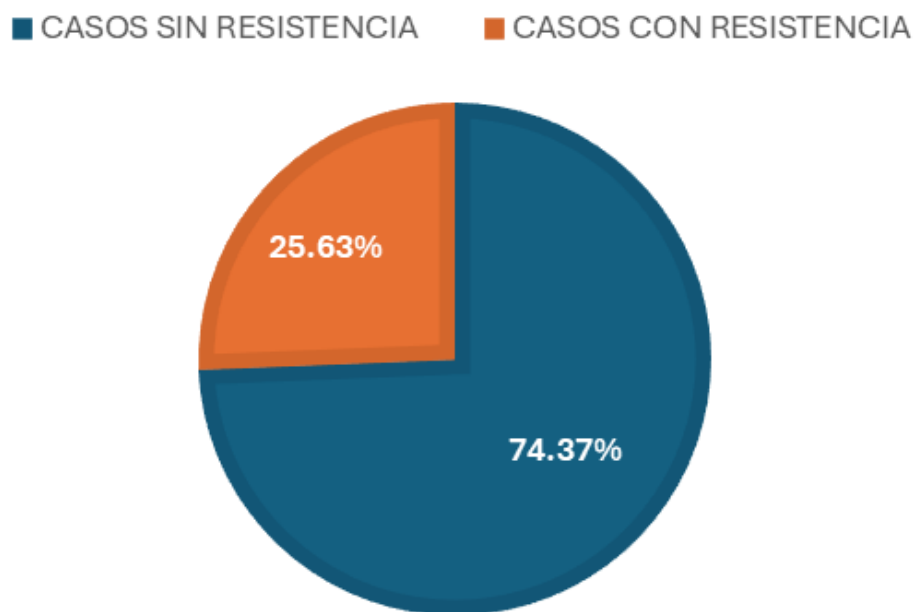
Las muestras obtenidas provinieron de tres pústulas, abscesos y úlceras cutáneas, una de cavidad bucal, seis lesiones y heridas, diez hisopados no especificados, de garganta, piel y oído, tres de hueso, tejido óseo y tornillo de miembro posterior derecho, una de líquido sinovial de la rodilla, tres de oído, doscientas tres de orina, una de parches húmedos, cuatro de pelos y costras, cuatrocientos setenta y cinco de piel, raspados y tejido de rodilla y cuatro de secreciones (ocular, nasal y de piel). Se organizó los resultados obtenidos en los informes, transformando los registros físicos e información analógica a un formato digital mediante Microsoft Excel 2024 y la categorización de los resultados de los informes solamente de *S. aureus* y su perfil de resistencia en una matriz (Ver Anexo 1). Se continuó con el procesamiento de datos y

categorización de los tipos de resistencia (resistencia, multirresistencia y panresistencia) presentados por la bacteria. Se diseñaron gráficos y tablas para facilitar el análisis y la interpretación de los resultados, finalizando con la elaboración de una discusión en base a los datos obtenidos y sus posibles implicaciones en la salud pública y animal.

RESULTADOS

Figura 1

Distribución porcentual (%) de resistencia en Staphylococcus aureus.



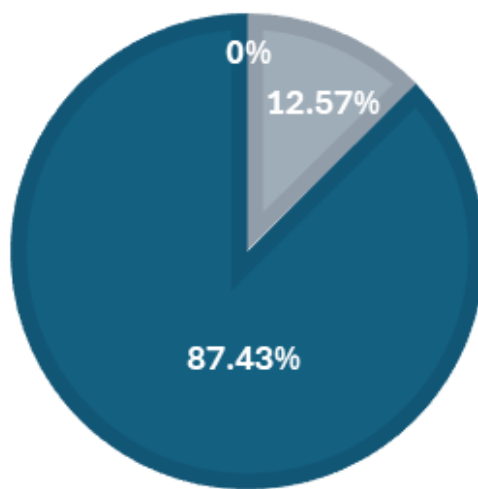
Fuente: Velasco, J. (2025)

Nota: La figura muestra el porcentaje de informes de *Staphylococcus aureus* que presentaron o no resistencia a uno o más antibióticos. n = 714.

Figura 2

Distribución porcentual (%) de resistencias por categoría en Staphylococcus aureus.

■ CASOS CON UNA RESISTENCIA ■ CASOS MULTIRRESISTENCIA
■ CASOS PANRESISTENCIA

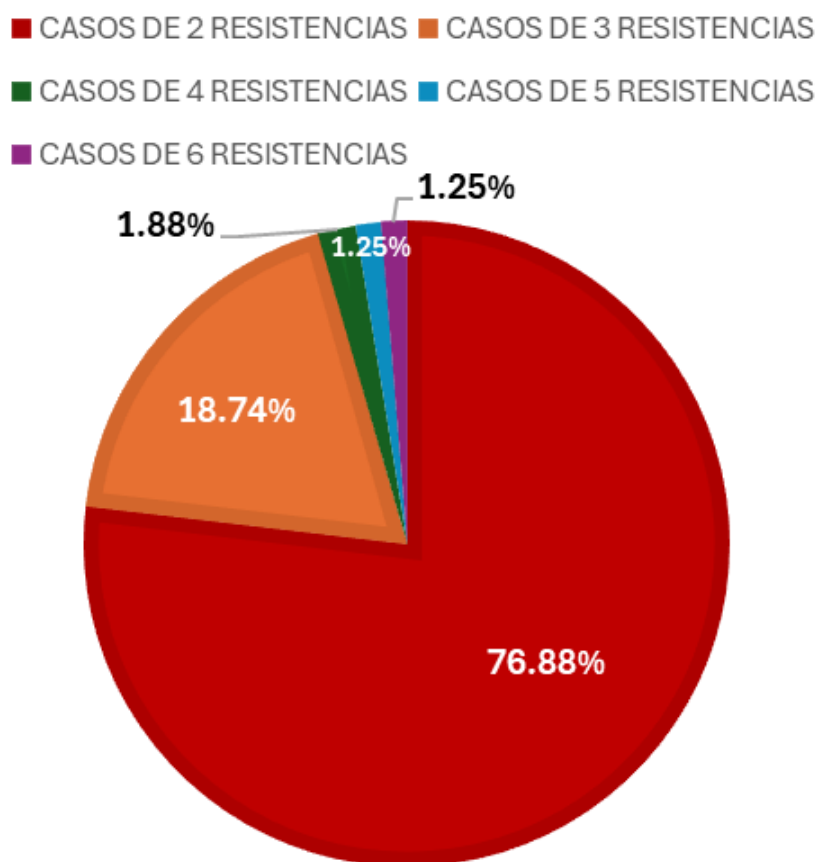


Fuente: Velasco, J. (2025)

Nota. La figura representa la distribución de los informes en los que se identificó resistencia antibiótica en *Staphylococcus aureus*, clasificada según la categoría de una resistencia, multirresistencia y panresistencia. n = 186.

Figura 3

Distribución porcentual (%) de multirresistencias según la cantidad de resistencias identificadas en Staphylococcus aureus.



Fuente: Velasco, J. (2025)

Nota. La figura muestra los porcentajes de informes clasificados como multirresistentes en los que se identificó resistencia a dos o más antibióticos, agrupados según el número total de resistencias encontradas. n = 160.

Se halló resistencia en distintos *Staphylococcus aureus*, identificados en los informes de cultivo y antibiograma de la muestra de perros pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito. De un total de 714 informes, 183 (25.63%) mostraron algún tipo de resistencia antibiótica. De estos informes resistentes, 23 (12.57%) presentaron resistencia individual a un solo antibiótico, mientras que la mayoría, 160 (87.43%), exhibieron multirresistencia, definida como resistencia a dos o más antibióticos (Ver Anexo 2).

Dentro de los informes multirresistentes, el mayor porcentaje (76.88%) presentó resistencia a dos antibióticos, seguida por un 18.75% con resistencia a tres antibióticos. Los casos con resistencia a cuatro, cinco y seis antibióticos fueron menores, representando el 1.88%, 1.25% y 1.25%, respectivamente (Ver Anexo 3).

En relación con los antibióticos específicos, la mayor cantidad de resistencias individuales correspondió a la penicilina, seguida por la tetraciclina (Ver Anexo 4). En cuanto a las multirresistencias dobles, la combinación más común fue penicilina más tetraciclina, mientras que la multirresistencia triple más frecuente incluyó oxitetraciclina, penicilina y tetraciclina (Ver Anexo 5). Resistencias a cuatro, cinco y seis antibióticos se presentaron en casos aislados o en máximo dos informes (Ver Anexo 5). No hubo casos evidenciados de panresistencia.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian la presencia de cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a diversos antibióticos en la muestra de perros del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Se identificaron casos de resistencia individual y multirresistencia, sin hallarse cepas panresistentes. Los antibióticos frente a los cuales se detectó mayor resistencia fueron la penicilina y la tetraciclina, tanto de forma individual como en combinación.

La mayor cantidad de casos de resistencia individual obtenidos en este estudio se presentaron en la penicilina, seguida por la tetraciclina. La penicilina es un antibiótico considerado un ácido débil, de tamaño pequeño e hidrosoluble, perteneciente a la familia de los β -lactámicos (Botana, 2016). En general, fue empleado para el tratamiento de *S. aureus* en el pasado con una modificación al anillo penicilánico, otorgándole resistencia a las β -lactactamasas y convirtiéndola en penicilina antiestafilocócica; sin embargo, desde la aparición de cepas de *S. aureus* resistente a meticilina (SARM) ya no es de utilidad, puesto que esta cepa es resistente a los β -lactámicos y cefalosporinas (Merck & Co., 2016). La OMSA (2020) categoriza a este antibiótico como agente antimicrobiano de importancia crítica veterinaria (VCIA) por la falta de tratamientos alternativos económicos, mientras la OMS (2024) lo categoriza como antimicrobiano de alta importancia (HIA), al ser un antibiótico empleado en casos de ciertas infecciones específicas en su lista de antimicrobianos de importancia médica. La EMA (2022) clasifica a la penicilina, sin inhibidores de β -lactamasa, como antibióticos de uso con prudencia.

Por otro lado, las tetraciclinas son una familia de antibióticos considerados como los primeros de “amplio espectro”, teniendo un uso muy extenso durante varios años en medicina humana y veterinaria, donde también fue empleado como promotor del crecimiento en animales destinados a consumo humano (Botana, 2016). Puede emplearse como tratamiento para infecciones por *S. aureus* debido a su rango de actividad, que incluye bacterias Gram positivas, Gram negativas, algunos protozoos, entre otros. La OMSA (2020) indica a este antibiótico como agente antimicrobiano de importancia crítica debido a la falta de alternativas terapéuticas, mientras la OMS (2024) indica a este antibiótico como antimicrobiano de alta importancia debido a que las tetraciclinas son el tratamiento específico para infecciones por *Brucella* spp., *Chlamydia* spp., y *Rickettsia* spp. La EMA (2022) categoriza a las tetraciclinas como antibióticos de uso con prudencia. Según Merck & Co. (2016), los tres mecanismos de desarrollo de resistencias a este grupo de antibióticos son las bombas de eflujo, la protección ribosómica y la inactivación enzimática, e igualmente menciona que existe una resistencia cruzada general entre las tetraciclinas.

Ambos antibióticos (penicilina y tetraciclina) han sido ampliamente utilizados desde su descubrimiento, siendo una posible explicación para la proliferación de cepas resistentes mediante distintos mecanismos por parte de la bacteria.

Entre las combinaciones de antibióticos con resistencia simultánea obtenidas en este estudio, predominaron la penicilina + tetraciclina, seguida por oxatetraciclina + penicilina + tetraciclina. Se detectaron combinaciones de hasta seis antibióticos, aunque estos fueron casos aislados.

La resistencia simultánea de penicilina + tetraciclina puede deberse al uso extenso que ambos medicamentos han tenido en el ámbito de medicina humana y veterinaria (Botana, 2016). Al no ser antibióticos de la misma familia, es posible que exista una resistencia adquirida por factores como el uso frecuente e inadecuado de antibióticos (Guardabussi et al., 2004), la administración de antibióticos vencidos al igual que la subexposición terapéutica (OMSA, 2020), la ausencia o ineficacia de la vacunación (Zavaleta et al., 2024), y la utilización de antibióticos de amplio espectro en lugar de terapias dirigidas (OMS, 2024).

Dentro de las cepas multirresistentes a tres antibióticos, se detectó resistencia a oxitetraciclina + penicilina + tetraciclina, lo cual indica una pérdida progresiva de eficacia dentro de la familia de las tetraciclinas. La oxitetraciclina es un antibiótico perteneciente a la familia de las tetraciclinas (Botana, 2016), la cual se emplea individualmente para el tratamiento de infecciones por *S. aureus*. Las razones por las cuales *S. aureus* presenta resistencia a los antibióticos oxitetraciclina, penicilina y tetraciclina pueden relacionarse con los factores previamente mencionados en este trabajo. Se han evidenciado casos de *S. aureus* con resistencia a la oxitetraciclina en otras investigaciones. Mohamed et al., (2022) realizó un análisis de cultivo y antibiograma en muestras de leche cruda de vaca, enfocándose en muestras positivas a *S. aureus*; se encontró que 16% de las muestras de esta bacteria eran resistentes a la oxitetraciclina. La OMSA (2020) indica que este antibiótico es un antimicrobiano de importancia crítica en veterinaria, mientras la OMS (2024) indica a este antibiótico como un antimicrobiano de alta importancia. Al ser de amplio espectro, casos de resistencia a la oxitetraciclina limitan las opciones de tratamiento farmacológico.

En el ámbito veterinario, la resistencia antibiótica ha sido favorecida por el uso indiscriminado y muchas veces inadecuado de antibióticos para tratar infecciones comunes, lo que genera una presión selectiva que permite la persistencia y diseminación de cepas resistentes (Guardabassi et al., 2004).

La resistencia antibiótica en *S. aureus* compromete las opciones terapéuticas en animales, lo que puede llevar a tratamientos prolongados, ineficaces o a la necesidad de utilizar antibióticos de segunda línea con mayores efectos secundarios o costos. El hallazgo de resistencia a β -lactámicos y tetraciclinas limita severamente las opciones terapéuticas. Además, la transmisión de cepas resistentes de animales a humanos es una posibilidad real, tal como han documentado Weese y van Duijkeren (2009), especialmente en hogares con alto contacto humano-animal.

No obstante, en el contexto local, se observa una notoria falta de investigaciones similares en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Este trabajo aporta datos importantes sobre la resistencia antibiótica de *S. aureus* identificadas en la muestra de perros, lo que permite establecer una línea base para futuras investigaciones. Este es el primer estudio de acceso público que demuestra resistencia antibiótica por parte de *S. aureus* en una muestra de perros pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), una situación preocupante si se considera el potencial zoonótico de esta bacteria, especialmente en contextos donde existe una convivencia estrecha entre humanos y animales de compañía. Aunque existen estudios previos enfocados en *S. aureus* en salud animal y pública en Ecuador, como uno desarrollado en Cuenca enfocado en el tratamiento de otitis canina causada por *S. aureus* (Arévalo y Arpi, 2015), el desarrollo de *S. aureus* en piodermas en caninos igualmente de la ciudad de Cuenca (Galarza,

2022) y otro en la provincia de Pichincha que analiza la prevalencia de *S. aureus* resistente a la meticilina, aislados en trabajadores de granjas porcinas (Rivadeneira, 2014), estos no abordan de manera específica ni comparable el perfil de resistencia antibiótica de *S. aureus* identificado en la muestra de perros pertenecientes al DMQ. En este sentido, los resultados obtenidos podrían orientar la creación de políticas locales o protocolos clínicos que promuevan el uso racional de antibióticos en animales de compañía.

Es importante mencionar la ausencia de investigaciones previas enfocadas en esta problemática en la capital, lo que puede estar relacionado a una falta de seguimiento efectivo al Plan Nacional para la Prevención y Control de la Resistencia a los Antimicrobianos, contribuyendo posiblemente al incremento de cepas resistentes al no estar aplicando adecuadamente las pautas nacionales para el uso racional de antibióticos en medicina veterinaria. Algunas de las pautas mencionadas en este plan incluyen: fortalecimiento de la red de laboratorios veterinarios para su participación en la red de vigilancia de la resistencia antimicrobiana, establecer una agenda anual de comunicación pública sobre la resistencia antimicrobiana, incentivar las estrategias de capacitación en las instituciones de educación superior que ofertan carreras en el campo de salud humana, animal y medio ambiental, entre otros. (Ministerio de Salud, 2019). Se debe destacar que el Plan Nacional para la Prevención y Control de la Resistencia a los Antimicrobianos fue propuesto en 2019 para su cumplimiento hasta el 2023, y no se encontraron datos accesibles relacionados a una posible renovación. La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) subraya la importancia de continuar con medidas regulatorias y de vigilancia en el ámbito veterinario, promoviendo prácticas de

prescripción basadas en evidencia y minimizando el uso innecesario de antibióticos para reducir la aparición de resistencias y preservar la eficacia de los tratamientos disponibles (OMSA, 2020).

Los lineamientos establecidos por la OMSA (2020) en su guía para el uso apropiado de antibióticos establece que los programas de vigilancia y monitoreo de la resistencia antibiótica deben ser diseñados bajo metodologías científicas y estandarizadas, con el fin de identificar tendencias, fuentes de resistencia y nuevos mecanismos en bacterias de interés veterinario y zoonótico. Estos programas recomiendan la recolección sistemática de datos sobre bacterias comensales y patógenas, como *S. aureus*, así como el uso de valores de referencia que permiten determinar si una bacteria es sensible o resistente a un antibiótico, ya sea desde el punto de vista microbiológico o clínico. Asimismo, enfatizar la importancia de integrar variables como la especie bacteriana, el tipo de muestra, la localización geográfica y el historial de exposición a antibióticos, con el propósito de generar información confiable para la toma de decisiones clínicas y sanitarias.

Los hallazgos de este estudio son consistentes con la tendencia global descrita por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que ha advertido sobre el creciente impacto de la resistencia antibiótica en la salud humana y animal. En su informe de 2016, la OMS identificó a *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA) como una prioridad crítica dentro de las amenazas bacterianas, destacando la necesidad de vigilancia y control tanto en medicina humana como veterinaria (OMS, 2016).

Es necesario mencionar las limitantes de este trabajo. El presente estudio se basó exclusivamente en informes de cultivos y antibiogramas previamente elaborados por un

laboratorio microbiológico privado, lo que implica que la información obtenida no fue recolectada con fines investigativos para este proyecto, sino como parte de registros. Esto limitó el control sobre variables como el historial clínico de los pacientes, el tipo, duración del tratamiento antibiótico previo y el método de obtención de las muestras. Además, la categorización de los antibióticos evaluados estuvo sujeta a la disponibilidad de datos en dichos informes, por lo que no se logra una uniformidad completa en todas las muestras. Se recalca que los datos obtenidos son hallazgos de la muestra evaluada y se recomienda ampliar la muestra y obtener de distintos puntos del DMQ en próximos estudios.

Si bien este estudio presenta limitaciones, los resultados de este trabajo permiten generar una alerta sobre el uso actual de antibióticos en la práctica veterinaria y destacan la importancia de promover el uso racional de estos fármacos. Estos hallazgos evidencian la necesidad de seguir los parámetros propuestos por la OMSA para hacer frente a la problemática de resistencia bacteriana a los antibióticos, así como la relevancia de establecer políticas locales relacionadas con la vigilancia y control de la resistencia antibiótica en bacterias de riesgo zoonótico como *S. aureus*.

Cabe señalar que, para el desarrollo de esta discusión, se utilizó el apoyo de herramientas de inteligencia artificial con el objetivo de optimizar el proceso de redacción y estructuración del contenido, manteniendo siempre el criterio académico del autor.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la presencia de resistencia antibiótica en cepas de *Staphylococcus aureus* identificadas en una muestra de perros del Distrito Metropolitano de Quito, siendo la penicilina y la tetraciclina los antibióticos que exhibieron la mayor cantidad de casos con resistencia individual. Asimismo, se evidenció una alta proporción de cepas multirresistentes, con mayor cantidad de casos de resistencia simultánea a penicilina y tetraciclina, así como a oxitetraciclina, penicilina y tetraciclina, lo que refleja una pérdida progresiva de eficacia terapéutica dentro de ciertas familias antibióticas.

Aunque no se detectaron casos de panresistencia ni resistencia a antibióticos de uso restringido, los hallazgos reflejan un escenario preocupante para la medicina veterinaria local, especialmente por el riesgo zoonótico que representa esta bacteria y la limitada disponibilidad de tratamientos efectivos en casos de resistencia. Este trabajo constituye el primer análisis público de resistencia antibiótica en *S. aureus* identificado en la muestra de perros pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito y aporta datos relevantes que pueden servir como línea base para futuras investigaciones.

Además de evidenciar las limitaciones en el tratamiento de infecciones bacterianas en animales de compañía, los resultados destacan la necesidad urgente de establecer protocolos locales de uso racional y debidamente prescritos de antibióticos por profesionales veterinarios, alineados con las disposiciones dadas por organismos internacionales, y de promover investigaciones futuras que respalden decisiones terapéuticas basadas en evidencia, considerando también las implicaciones en salud pública.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que futuras investigaciones sobre resistencia antibiótica en *Staphylococcus aureus* identificado en la muestra de perros sean diseñadas con una recolección sistemática de datos médicos y registros clínicos, lo cual permitiría un análisis más profundo de los factores asociados a la resistencia, incluyendo historial de tratamiento, tipo de infección y origen de la muestra. Para aumentar la representatividad y la solidez de los resultados, sería beneficioso integrar datos obtenidos de múltiples laboratorios y clínicas veterinarias de distintas zonas del Distrito Metropolitano de Quito, ampliando así la cobertura geográfica.

Asimismo, es prioritario implementar programas de vigilancia local sobre resistencia bacteriana en animales de compañía, con protocolos estandarizados para la toma de muestras, las pruebas de sensibilidad y el registro de datos. En el ámbito clínico, se recomienda fomentar el uso racional de antibióticos mediante la realización rutinaria de cultivos y antibiogramas antes de establecer tratamientos, y promover campañas educativas dirigidas tanto a profesionales veterinarios como a tutores de animales. Estas acciones contribuirían a reducir el uso inadecuado de antibióticos, a prevenir la aparición de cepas resistentes y a preservar la eficacia de los tratamientos disponibles, en línea con las directrices propuestas por organismos internacionales como la OMS y la OMSA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKC Canine Health Foundation. (2024). *Antimicrobial (Antibiotic) Resistance in Dogs*.

<https://www.akcchf.org/assets/files/AKC-CHF-Antimicrobial-Antibiotic-Resistance-in-Dogs-Fact-Sheet.pdf>

Alexander Fleming Nobel Prize Address. (1945).

<https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/fleming-lecture.pdf>

Arévalo, C., & Arpi, L. (2015). *Evaluación de la susceptibilidad antibiótica de staphylococcus aureus en otitis externa canina, en casos clínicos de tres clínicas veterinarias de la ciudad de Cuenca* [Universidad de Cuenca]. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1d19bec6-0333-4a65-a79a-4a71041ec481/content>

Botana, L. (2022). *Farmacología Veterinaria Fundamentos y aplicaciones terapéuticas* (2ª ed.).

Mohammed, S &

Eid, H., El-Mahallawy, H, (2022). Multidrug-resistant and enterotoxigenic methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk of cows at small-scale production units. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.5455/javar.2022.i575>

European Medicines Agency. (2022). Prudent Prescribing of Antibiotics: Focusing on Intramammary Antibiotics. *Veterinary Ireland Journal*, 12. https://veterinaryirelandjournal.com/images/2022/may2022/pdfs/la_may_2022.pdf

- Guardabassi, L., Schwar, S., & Lloyd, D. (2004). *Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria: Review.* 2.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jac/dkh332>
- Martínez-Seijas, C., Mascarós, P., Lizana, V., & Arnau-Bonachera, A. (2023). *Genomic Characterization of Staphylococcus aureus in Wildlife.* 13(6).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani13061064>
- Merck & Co. (2016). *The Merck Veterinary Manual* (11va edición). MERCK & CO., INC.
- Ministerio de Salud Pública. (2019). *Plan Nacional para la prevención y control de la resistencia antimicrobiana.* <http://salud.gob.ec/>
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *PLAN DE ACCIÓN MUNDIAL SOBRE LA RESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS.*
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/255204/9789243509761-spa.pdf;jsessionid=9C84718088DCC0F17B54CBC5F5F4C1C1?sequence=1>
- Rivadeneira, S. (2014). *Prevalencia de Staphylococcus aureus resistente a la meticilina, aislados en trabajadores de granjas porcinas de la provincia de Pichincha 2014* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/30646>
- Spauldin, C., Klein, R., & Schreiber, H. (2018). Evolution of high-level resistance during low-level antibiotic exposure. *npj Biofilms Microbiomes*, 4.
<https://doi.org/10.1038/s41522-018-0048-3>
- Taylor, T., & Unakal, C. (2023). *Staphylococcus aureus Infection.*
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/>

Todar, K. (2009). *Staphylococcus and Staphylococcal Disease. Lectures in Microbiology.*

<http://www.textbookofbacteriology.net>

Weese, J. S. (2010). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in veterinary medicine. *Veterinary microbiology.*

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.01.039>

World Health Organization. (2024). *WHO List of Medically Important Antimicrobials.*

<https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gcp/who-mia-list-2024-lv.pdf>

World Organization for Animal Health. (2020). *OIE Standards, Guidelines and Resolutions on Antimicrobial Resistance and the use of antimicrobial agents.*

<https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/book-amr-ang-fnl-lr.pdf>

Zavaleta-Monestel, E., Hasselmyr, S., García, J., & Arguedas, S. (2024). The Impact of Vaccination as a Strategy to Combat Bacterial Antimicrobial Resistance. *Cureus,*

16. <https://doi.org/https://doi.org/10.7759/cureus.65840>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz elaborada en base a los informes de *Staphylococcus aureus*

[MATRIZ FINAL STAPHYLOCOCCUS AUREUS.xlsx](#)

<https://estudusfq.edu->

my.sharepoint.com/:x:/g/personal/javelasco_estud_usfq_edu_ec/EcGaSnpgdLpNjNuCB

[izM_L4Bb51I2NIBuUjd3tKtwVUgsw?e=PaGZ4b&wdLOR=c48302059-2A87-4E80-](https://my.sharepoint.com/:x:/g/personal/javelasco_estud_usfq_edu_ec/EcGaSnpgdLpNjNuCB?e=PaGZ4b&wdLOR=c48302059-2A87-4E80-)

[B766-F237A3AA74AA](https://my.sharepoint.com/:x:/g/personal/javelasco_estud_usfq_edu_ec/EcGaSnpgdLpNjNuCB?e=PaGZ4b&wdLOR=c48302059-2A87-4E80-B766-F237A3AA74AA)

Anexo 2. Tabla con número de casos categorizados por tipo de resistencia

CASOS SIN RESISTENCIA	531
CASOS CON UNA RESISTENCIA	23
CASOS MULTIRRESISTENCIA	160
CASOS PANRESISTENCIA	0

Anexo 3. Tabla con número de casos categorizados por cantidad de antibióticos a los que se encontró resistencia

CASOS DE 2 ANTIBIÓTICOS	123
CASOS DE 3 ANTIBIÓTICOS	30
CASOS DE 4 ANTIBIÓTICOS	3
CASOS DE 5 ANTIBIÓTICOS	2
CASOS DE 6 ANTIBIÓTICOS	2
CASOS MULTIRRESISTENCIA TOTAL	160

Anexo 4. Tabla con número de casos con resistencias individuales a antibióticos específicos

Amikacina	0
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	0
Ampicilina	0
Ampicilina / sulbactam	0
Azitromicina	0
Cefalexina	0
Cefazolina	0
Cefotaxima	0
Ceftazidima	0
Ceftriaxona	1
Cefuroxima	0
Ciprofloxacina	0
Clindamicina	0
Cotrimoxazol	0
Cloramfenicol	0
Doxiciclina	0
Enrofloxacin / Enrofloxacina	0
Eritromicina	0
Fosfomicina	0
Gentamicina	1
Linezolid	0
Nitrofurantoina	0
Oxacicina / Oxacilina	0
Oxatetraciclina	0
Penicilina	13
Tetraciclina	6
Trimetoprim sulfa	2

Nota: Datos de color verde indica que fueron los que más casos presentaron y fueron relevantes para la discusión

Anexo 5. Tabla con número de casos multirresistente por tipo de combinación

COMBINACIÓN DE 2	CANTIDAD		
PENICILINA + TETRACICLINA	103		
PENICILINA + TRIMETOPRIM SULFA	1		
PENICILINA + ERITROMICINA	7		
PENICILINA + GENTAMICINA	1		
PENICILINA + ENROFLOXACINA	3		
PENICILINA + AMPICILINA	3		
CIPROFLOXACINA + TETRACICLINA	1		
AMIKACINA + GENTAMICINA	1		
CLINDAMICINA + ERITROMICINA	1		
CEFTAZIDIMA + CEFUROXIMA	1		
CEFOTAXIMA + CEFTRIAXONA	1		
COMBINACIÓN DE 3	CANTIDAD		
PENICILINA + TETRACICLINA + TRIMETOPRIM SULFA	3		
ENROFLOXACINA + PENICILINA + TRIMETOPRIM SULFA	1		
AMIKACINA + ENROFLOXACINA + TRIMEOPRIM SULFA	1		
ERITROMICINA + PENICILINA + TETRACICLINA	3		
OXATETRACICLINA + PENICILINA + TETRACICLINA	12		
ENROFLOXACINA + PENICILINA + TETRACICLINA	5		
CLINDAMICINA + ERITROMICINA + PENICILINA	1		
CLINDAMICINA + ENROFLOXACINA + ERITROMICINA	1		
CEFALEXINA + CEFTAZIDIMA + CEFUROXIMA	1		
AMPICILINA + CEFOTAXIMA + CEFTRIAXONA	1		
AMPICILINA + CEFAZOLINA + PENICILINA	1		
		COMBINACIÓN DE 4	CANTIDAD
		GENTAMICINA + OXACINA/OXACILINA + PENICILINA + TETRACICLINA	1
		CLINDAMICINA + OXATETRACICLINA + PENICILINA + TETRACICLINA	1
		GENTAMICINA + OXATETRACICLINA + PENICILINA + TETRACICLINA	1
		COMBINACIÓN DE 5	CANTIDAD
		ENROFLOXACINA + OXATETRACICLINA + PENICILINA + TETRACICLINA + TRIMETOPRIM SULFA	1
		CLINDAMICINA + ENROFLOXACINA + ERITROMICINA + PENICILINA + TRIMETOPRIM SULFA	1
		COMBINACIÓN DE 6	CANTIDAD
		CLINDAMICINA + ENROFLOXACINA + ERITROMICINA + PENICILINA + TETRACICLINA + TRIMETOPRIM SULFA	2

Nota: Datos de color verde indica que fueron los que más casos presentaron y fueron relevantes para la discusión