







ARTÍCULO ORIGINAL**Resistencia inducible a la clindamicina en *Staphylococcus aureus* de perros y gatos****Inducible clindamycin resistance in *Staphylococcus aureus* from dogs and cats**Christian Rivera ¹^{*}, Anny Coronel ², María Rodríguez ³, Dilsia Julca ⁴, Jessica Fernandez ⁵ yAna Julón ⁶**RESUMEN**

La creciente relevancia de los animales de compañía en la vida cotidiana de muchas familias ha generado preocupaciones sobre la transmisión de enfermedades zoonóticas y la aparición de patógenos como *Staphylococcus aureus*. Este microorganismo, conocido por su implicación en infecciones hospitalarias y comunitarias en humanos, también afecta a perros y gatos, pudiendo comportarse tanto como parte de la flora normal como patógeno causante de diversas afecciones. La resistencia a los antimicrobianos, especialmente la resistencia inducible a la Clindamicina añade complejidad al manejo de infecciones causadas por *S. aureus* en el ámbito veterinario. Determinar la presencia de resistencia inducible a la clindamicina en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de perros y gatos domésticos y de calle. El estudio analizó 100 muestras, de las cuales 61 resultaron positivas a la fermentación de manitol, indicando la presencia de *S. aureus*. De estas muestras, 32 fueron de perros y 29 de gatos. Además, se observó que 14 muestras de perros y 10 de gatos resultaron positivas al D-test, lo que indica una resistencia inducible a la Clindamicina y Eritromicina en estos animales. Los resultados obtenidos revelaron una alta incidencia de muestras positivas, mayor en perros que en gatos. Así, se observó también una elevada frecuencia de resistencia inducible a la Clindamicina y Eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de perros y gatos.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*; MLSb inducible; animales; D-test; genes erm.

ABSTRACT

The growing importance of companion animals in the daily lives of many families has raised concerns about the transmission of zoonotic diseases and the emergence of pathogens such as *Staphylococcus aureus*. This microorganism, known for its involvement in hospital- and community-acquired infections in humans, also affects dogs and cats, and can behave both as part of the normal flora and as a pathogen causing various conditions. Antimicrobial resistance, especially inducible resistance to clindamycin, adds complexity to the management of *S. aureus* infections in the veterinary setting. To determine the presence of inducible resistance to clindamycin in *Staphylococcus aureus* strains isolated from domestic and stray dogs and cats. The study analyzed 100 samples, of which 61 tested positives for mannitol fermentation, indicating the presence of *S. aureus*. Of these samples, 32 were from dogs and 29 from cats. In addition, 14 samples from dogs and 10 from cats were found to be positive for the D-test, indicating inducible resistance to clindamycin and erythromycin in these animals. The results obtained revealed a high incidence of positive samples, higher in dogs than in cats. Thus, a high frequency of inducible resistance to clindamycin and erythromycin was also observed in *Staphylococcus aureus* strains isolated from dogs and cats.

Keywords: *Staphylococcus aureus*; inducible MLSb; animals; D-test; erm genes.

* Autor para correspondencia

¹Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Perú. Email: christian.rivera@unj.edu.pe, anny.coronel@est.unj.edu.pe, marleny.rodriguez@est.unj.edu.pe, dilsializet.julca@est.unj.edu.pe, daily.fernandez@est.unj.edu.pe, ana.julon@est.unj.edu.pe

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el papel de los animales de compañía en la sociedad ha adquirido una relevancia notable en la vida cotidiana de numerosas familias. Perros y gatos, más allá de su función tradicional como guardianes o cazadores, han pasado a ocupar un lugar central como miembros del entorno doméstico, lo que ha generado una mayor preocupación por su salud y bienestar. Este vínculo estrecho entre personas y mascotas ha traído consigo desafíos considerables, especialmente en lo relacionado a la transmisión de enfermedades zoonóticas y la aparición de patógenos oportunistas capaces de afectar tanto animales como a humanos¹.

En este contexto, *Staphylococcus aureus* se ha convertido en un agente de interés prioritario. Tradicionalmente reconocido por su implicación en infecciones hospitalarias y comunitarias en humanos, *S. aureus* ha demostrado una asombrosa capacidad de adaptación y colonización en huéspedes animales². En perros y gatos, este microorganismo puede permanecer como parte de la flora normal³, en estado de portador asintomático, o bien comportarse como un patógeno causante de diversas afecciones, tales como piodermas, otitis, heridas quirúrgicas infectadas y, en casos más graves, infecciones sistémicas. Su presencia en estos animales no solo constituye un riesgo para su propia salud, sino que también representa una fuente potencial de transmisión cruzada hacia las personas, en especial para quienes mantienen un contacto estrecho y prolongado con sus mascotas⁴.

La resistencia a los antimicrobianos, considerada por la Organización Mundial de la Salud como una de las mayores amenazas para la salud mundial, añade una capa de complejidad al manejo de infecciones causadas por *S. aureus*⁵. El fenómeno de la resistencia bacteriana limita cada vez más las opciones terapéuticas disponibles y propicia la aparición de cepas multirresistentes, capaces de evadir los tratamientos convencionales. En el ámbito veterinario, la selección inadecuada o empírica de antibióticos, junto con el uso extendido de ciertos fármacos, contribuye a la presión selectiva y la diseminación de mecanismos de resistencia, que muchas veces pasan desapercibidos en los laboratorios de diagnóstico rutinarios.

Uno de los antibióticos más utilizados para tratar infecciones en animales de compañía es la clindamicina, perteneciente al grupo de las lincosamidas. Este fármaco resulta especialmente útil por su actividad frente a bacterias Gram positivas, como *S. aureus*, y su buena penetración en tejidos blandos y huesos⁶. No obstante, la eficacia de la clindamicina puede verse comprometida por la presencia de mecanismos de resistencia bacteriana, entre los

Resistencia inducible a la clindamicina en *Staphylococcus aureus* de perros y gatos
que destaca la resistencia inducible mediada por genes *erm*⁷⁻⁹. Estos genes codifican enzimas metilasas, capaces de modificar el sitio de acción ribosomal de la clindamicina, impidiendo su acción bactericida de manera específica en ciertas condiciones.

Lo particular de la resistencia inducible radica en que puede permanecer oculta bajo condiciones normales de laboratorio, manifestándose únicamente cuando la bacteria es expuesta a inductores específicos, como la eritromicina. Este fenómeno da origen al denominado fenotipo iMLS_B (resistencia inducible al grupo macrólido-lincosamida-estreptogramina), el cual desafía la sensibilidad de las pruebas de laboratorio convencionales⁷⁻⁹. Por ello, la detección precisa de este mecanismo requiere la realización de ensayos complementarios, como la prueba D-test, que permite evidenciar la resistencia latente y así evitar la selección de esquemas terapéuticos ineficaces⁷⁻⁹.

La importancia clínica del D-test ha sido confirmada por múltiples estudios, demostrando su utilidad para prevenir fracasos terapéuticos que podrían tener consecuencias graves tanto en pacientes animales como en humanos¹⁰. Los casos de infecciones por *S. aureus* resistentes a clindamicina pueden derivar en complicaciones severas, prolongación de la enfermedad, incremento de los costes veterinarios y, en escenarios de transmisión cruzada, poner en riesgo la salud pública. Por consiguiente, la vigilancia activa y el diagnóstico oportuno de la resistencia inducible cobran especial relevancia en el contexto actual, donde la interacción entre humanos y mascotas es cada vez más estrecha^{8,9}.

En los últimos años, la literatura científica ha reportado un aumento en la frecuencia de aislamientos de *S. aureus* portadores de genes *erm* en animales de compañía, reflejando una tendencia preocupante. Diversos factores contribuyen a esta situación, entre ellos la automedicación, la falta de protocolos de diagnóstico estandarizados en clínicas veterinarias y la escasa sensibilización sobre el impacto de la resistencia antimicrobiana en el ámbito doméstico. La circulación de cepas resistentes no solo compromete el bienestar animal, sino que también plantea interrogantes sobre la seguridad y la eficacia de los tratamientos actuales, subrayando la necesidad de fortalecer la colaboración entre medicina humana y veterinaria en el marco de la estrategia One Health¹¹.

El presente estudio surge en respuesta a estas inquietudes, con el propósito de aportar información relevante sobre la presencia de resistencia inducible a la clindamicina en cepas de *S. aureus* aisladas de perros y gatos, tanto domésticos como de calle. La investigación emplea

técnicas microbiológicas y fenotípicas reconocidas, como el cultivo en medios selectivos y la prueba D, para ofrecer una visión integral del fenómeno en el contexto local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el período de estudio, se recolectaron un total de 100 muestras de hisopados bucales de caninos y felinos, tanto domésticos como en condición de calle, en diversos sectores urbanos de la ciudad. La toma de muestras se realizó en dos ocasiones distintas, bajo estrictas condiciones de bioseguridad. Cada muestra fue depositada en tubos estériles que contenían 3 ml de solución salina isotónica (NaCl al 0,9 %) ¹².

Las muestras fueron mantenidas a una temperatura de 4 °C durante el transporte y almacenadas de forma inmediata en condiciones de refrigeración, hasta su procesamiento en el laboratorio de microbiología ¹².

Para la identificación de *Staphylococcus aureus*, se utilizó agar manitol salado Himedia con REF M11813, donde las colonias con capacidad de fermentar manitol desarrollaron un color amarillo característico. Las muestras se sujetaron a la coloración Gram, donde se reveló cocos grampositivos en disposición de racimos ¹³.

En la prueba de catalasa, que, se realizó en lámina con peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 3%, donde se observó que fueron catalasa positiva, debido a la formación de burbujas, que confirma la presencia de *S. aureus* ¹³. Para la prueba de coagulasa, se obtuvo plasma a partir de sangre extraída en tubo con citrato de sodio al 3,2% y centrifugada a 3500 rpm por cinco minutos. Del plasma, se utilizó 0,5ml para mezclar con tres o cuatro colonias de *S. aureus* en un tubo estéril. Tras incubar a 37°C durante cuatro horas y posterior a ellos, se verificó la formación de coágulos, se confirmó la presencia de *S. aureus* coagulasa positiva ^{14, 15}.

Para la determinación de la susceptibilidad de las cepas aisladas, se utilizó el método de Kirby-Bauer, conforme a las pautas del manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana (MPPSA) del INS. Para la susceptibilidad se emplearon discos de eritromicina (E 15µg) y clindamicina (C 2µg) ¹⁶.

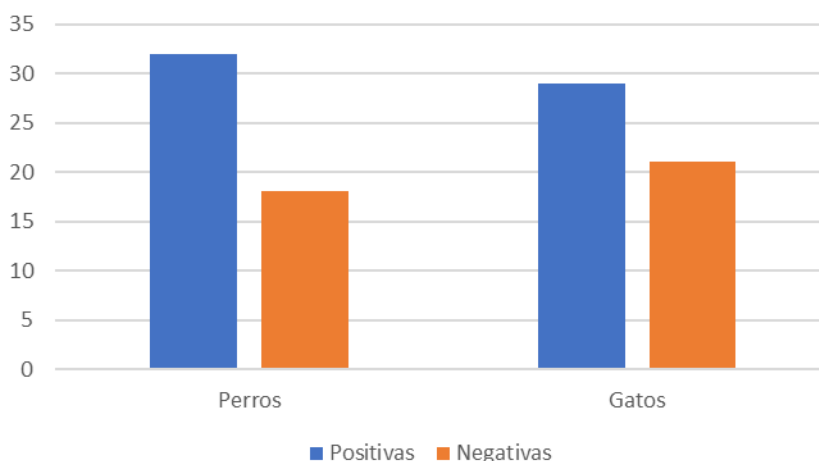
RESULTADOS

Determinación de la frecuencia de *Staphylococcus aureus*

El estudio analizó 100 muestras de hisopados bucales, 50 de perros y 50 de gatos. Se identificaron 61 muestras positivas a la fermentación de manitol (61%), de las cuales 32 (52,45%) fueron de perros y 29 (47,55%) de gatos, indicando una mayor frecuencia en perros, como se muestra en la Figura 01.

Figura 1

Frecuencia de S.aureus en hisopados bucales de perros y gatos

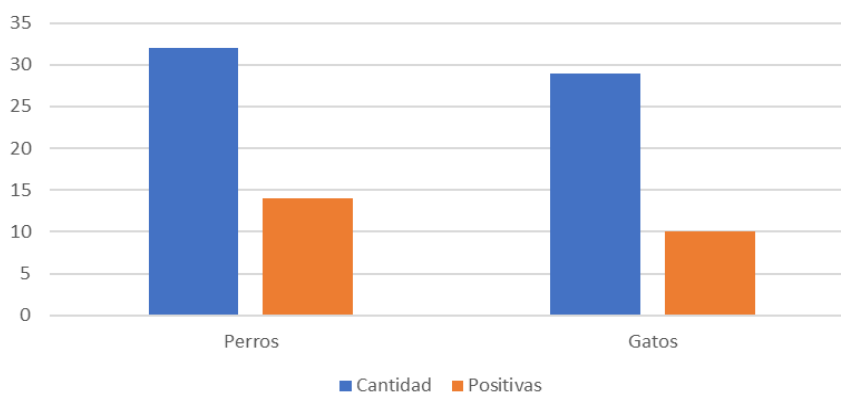


Resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina.

De las 61 muestras aisladas, se observó que 14 (43,75%) muestras en perros y 10 (34,48%) en gatos resultaron positivas al D-test, como se muestra en la Figura 02.

Figura 2

Resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina (D-test) de S.aureus aislados a partir de muestras bucales de perros y gatos



DISCUSIÓN

En el presente estudio, la prevalencia de *Staphylococcus aureus* en muestras biológicas de perros fue del 32 %, lo cual representa un porcentaje relativamente bajo en comparación con el informe de Boost¹⁷ (2008), quienes identificaron *S. aureus* en 73 de 830 perros (8,8 %). En contraste, el estudio de Han¹⁸ (2016) reportó una frecuencia más elevada del 37 % en 107 muestras de perros. Estas diferencias podrían atribuirse a variaciones en los métodos de

aislamiento empleados, condiciones del hábitat, y prácticas relacionadas con el manejo de la salud veterinaria¹⁹.

En el caso de los gatos, se detectó una prevalencia de *S. aureus* del 29 %. Este valor también resulta inferior al reportado por Bierowiec²⁰ (2016), quienes encontraron una prevalencia del 49,41 % en 419 muestras felinas. Sin embargo, en su estudio posterior realizado en 2019²¹, el mismo autor observó una disminución considerable, identificando *S. aureus* en solo el 14,64 % de 587 muestras. Esta variabilidad en los resultados podría reflejar cambios en factores epidemiológicos, ambientales o en las estrategias de control sanitario empleadas en los distintos periodos y poblaciones estudiadas.

Se identificó una elevada frecuencia de resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina, evidenciada por un 39,34 (24/61) % de pruebas D-test positivas en aislamientos provenientes de caninos y felinos. Estos resultados difieren notablemente de lo reportado en investigaciones previas. Por ejemplo, Montoya²² (2009) observó una positividad del 43,8 % (14 muestras), mientras que Choy²³ (2022) registró un 27,5 %. De forma más discreta, Morales²⁴ (2017) reportó una resistencia inducible del 12 % en cepas analizadas. Estudios anteriores, como los de Pérez²⁵ (2007) y Castellano²⁶ (2015), informaron valores significativamente menores, con D-test positivos de 2,5 % y 1,39 %, respectivamente.

Este contraste sugiere una posible variabilidad regional y temporal en la expresión del fenotipo MLSb inducible, así como la necesidad de fortalecer la vigilancia epidemiológica en contextos veterinarios, especialmente en áreas con alto contacto humano-animal.

La identificación de esta diferencia en la prevalencia subraya la necesidad de estudios adicionales para comprender los factores subyacentes que contribuyen a esta variabilidad y para desarrollar intervenciones específicas que mitiguen los riesgos asociados. Esto sugiere una vigilancia continua y de la implementación de pruebas diagnósticas específicas para detectar la resistencia inducible, con el fin de evitar fracasos terapéuticos y mejorar las estrategias de manejo de infecciones en animales de compañía.

CONCLUSIONES

El presente estudio analizó un total de 100 muestras, distribuidas equitativamente entre perros y gatos, con el objetivo de evaluar la prevalencia de la fermentación de manitol. Los resultados obtenidos revelaron que hay una alta incidencia de muestras que fueron positivas con una mayor incidencia en perros en comparación con gatos.

Así mismo, se ha revelado una elevada frecuencia de resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de perros y gatos. La prueba D-test mostró que un 43,75% de las muestras de perros y un 34,48% de las muestras de gatos resultaron positivas, lo que indica una prevalencia significativa de este mecanismo de resistencia.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Investigación, metodología, redacción (borrador – revisión) y edición: Coronel-Huancas, A. D., Fernandez-Perez, J. D., Julca-Altamirano, D. L., Julón-Fernandez, A. J., Rodríguez-Días M. M.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rovid-Spickler A. Manual de veterinaria de MSD. [citado 4 de julio de 2025]. Lista de zoonosis - Temas especiales para mascotas. Disponible en: <https://www.msdvetermanual.com/es/temas-especiales-para-mascotas/enfermedades-transmitidas-entre-animales-y-personas-zoonosis/lista-de-zoonosis>.
- Rodríguez Tamayo Erika Andrea, Jiménez Quiceno Judy Natalia. Factores relacionados con la colonización por *Staphylococcus aureus*. Iatreia [Internet]. 2015 Mar [cited 2025 July 04]; 28(1): 66-77. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932015000100008&lng=en.
- Garcia-Mazcorro JF, Minamoto Y. Microorganismos gastrointestinales en gatos y perros: una revisión breve. Archivos de medicina veterinaria. 2013;45(2):111-24.
- Denamiel G, Puigdevall T, Más J, Albarellos G, Gentilini E. Prevalencia y perfil de resistencia a betalactámicos en estafilococos de perros y gatos. InVet [Internet]. 2009 Dic [citado 2025 Jul 04]; 11(2): 117-122. Disponible en:

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982009000200006&lng=es.

OMS. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. [citado 4 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Montone F., Dib A., Suárez G.. Prescripción de antimicrobianos en la clínica de pequeños animales en el departamento de Montevideo. *Veterinaria (Montev.)* [Internet]. 2017 Nov [citado 2025 Jul 04] ; 53(207): 32-43. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092017000300032&lng=es.

Tamariz Ortiz J. H, Cruz Quintanilla J, Atencia Porras A, Figueroa Tataje J, Horna Quintana G, Guerra Allison H. Resistencia a clindamicina inducida por eritromicina en *Staphylococcus aureus* aislados de tres hospitales de Lima, Perú. *Acta Médica Peruana* [Internet]. 2009;26(1):12-16. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96611366005>

Castellano González Maribel J, Perozo Mena Armindo J, Molero Cubillán Mariheddy de J, Montero Araujo Sinead del C, Primera Rodríguez Francisco J. Resistencia a la clindamicina inducida por eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* de origen clínico. *Kasmera* [Internet]. 2015 Jun [citado 2025 Jul 04]; 43(1): 34-45. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222015000100004&lng=es.

Merino-Díaz L, Cantos de la Casa Á, Torres-Sánchez MJ, Aznar-Martín J. Detección de resistencia inducible a clindamicina en aislados cutáneos de *Staphylococcus* spp. por métodos fenotípicos y genotípicos. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1 de febrero de 2007;25(2):77-81.

Shrestha B, Rana SS. D test: a simple test with big implication for *Staphylococcus aureus* macrolide-lincosamide-streptograminB resistance pattern. *Nepal Med Coll J*. septiembre de 2014;16(1):88-94.

Scott N, Seeraj C, Satram B, Sandy NM, Seuradge K, Seerattan B, et al. Occurrence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pets and their owners in rural and urban communities in Trinidad. *J Infect Dev Ctries*. 30 de septiembre de 2022;16(9):1458-65.

OMS, OPS, PANAFTOSA Salud Pública Veterinaria. Manual Veterinario de Toma y Envío de Muestras [Internet]. Brasil. Rio de Janeiro; 2017. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/826122/8548_Manual_Veterinario_de_Toma_y_envio_de_muestras_-PANAFTOSA_compressed.pdf

HiMedia Laboratories LLC. Mannitol Salt Agar Base [Internet]. 2025 [citado 5 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.himedialabs.com/us/m118-mannitol-salt-agar-base.html>

Pasachova Garzón J, Ramírez Martínez S, Muñoz Molina L. *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Nueva [Internet]. Diciembre de 2019 [consultado el 5 de julio de 2025]; 17(32): 25-38. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025&lng=en.

Bou G, Fernández-Olmos A, García C, Sáez-Nieto JA, Valdezate S. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1 de octubre de 2011;29(8):601-8.

MINSA Instituto Nacional de Salud. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA POR EL MÉTODO DE DISCO DIFUSIÓN [Internet]. 2002. Disponible en: <https://ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/manual%20sensibilidad%202.pdf>

Boost MV, O'Donoghue MM, James A. Prevalence of *Staphylococcus aureus* carriage among dogs and their owners. *Epidemiol Infect*. julio de 2008;136(7):953-64.

Han JI, Yang CH, Park HM. Prevalencia y factores de riesgo del porte de *Staphylococcus* spp. entre perros y sus dueños: un estudio transversal. *The Veterinary Journal*. 1 de junio de 2016; 212:15-21.

- Haag AF, Fitzgerald JR, Penadés JR. Staphylococcus aureus in Animals. *Microbiol Spectr.* 2019 May;7(3): 10.1128/microbiolspec.gpp3-0060-2019. doi: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0060-2019. PMID: 31124433; PMCID: PMC11257167.
- Bierowiec K, Ploneczka-Janeczko K, Krzysztof R. Prevalence and Risk Factors of Colonization with Staphylococcus aureus in Healthy Pet Cats Kept in the City Households. *ResearchGate* [Internet]. 2016 [citado 4 de julio de 2025]; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/309359343_Prevalence_and_Risk_Factors_of_Colonization_with_Staphylococcus_aureus_in_Healthy_Pet_Cats_Kept_in_the_City_Households
- Bierowiec K, Korzeniowska-Kowal A, Wzorek A, Rypuła K, Gamian A. Prevalence of Staphylococcus Species Colonization in Healthy and Sick Cats. *BioMed Research International.* 2019;2019(1):4360525.
- MONTOYA C IRENE, MIRA O MAGDALENA, ÁLVAREZ A ISABEL, COFRE G JOSÉ, COHEN V JACOB, DONOSO W GLORIA et al. Resistencia inducible a clindamicina en Staphylococcus aureus meticilino resistente. *Rev. chil. pediatr.* [Internet]. 2009 Feb [citado 2025 Jul 06]; 80(1): 48-53. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062009000100006&lng=es <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062009000100006>.
- Choy, Marrero A, Guerra Martínez M, Aguilera Calzadilla Y, Díaz Sánchez Y. D-test: una prueba sencilla pero necesaria en los laboratorios de Microbiología. *Convención Internacional de Salud.* 2022;10.
- Morales GI, Yaneth MC, Zuleta Hernández AB, Núñez Carrillo ML. Detección fenotípica de susceptibilidad a meticilina, eritromicina y clindamicina en aislados de Staphylococcus spp. de un hospital de Valledupar (Colombia). *Medicina & Laboratorio.* 2017;23(1-2):65-74.
- Perez LRR, Caierão J, Antunes ALS, d'Azevedo PA. Use of the D test method to detect inducible clindamycin resistance in coagulase negative staphylococci (CoNS). *Braz J Infect Dis.* abril de 2007; 11:186-8.

Castellano González Maribel J, Perozo Mena Armindo J, Molero Cubillán Mariheddy de J, Montero Araujo Sinead del C, Primera Rodríguez Francisco J. Resistencia a la clindamicina inducida por eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* de origen clínico. *Kasmera* [Internet]. 2015 Jun [citado 2025 Jul 06]; 43 (1): 34-45. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222015000100004&lng=es