

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA



**PREVALENCIA DE BACTERIAS METICILINO RESISTENTES EN PIODERMAS EN
CANINOS**

Monografía para optar por el título de Médico Veterinario

PRESENTADO POR:
JULIAN DAVID SERRANO PARRA (19856)

DIRECTORA
LUZ ALEJANDRA ARAQUE MARIN.
MVZ MSc

BOGOTA D.C
2024

Resumen

La resistencia antimicrobiana ha surgido como uno de los problemas de salud más graves en los últimos años con un impacto significativo a nivel mundial. Este fenómeno se debe en gran medida al uso indiscriminado de antibióticos, lo que ha llevado a la rápida aparición de mecanismos de resistencia en las bacterias. La resistencia a la meticilina representa un problema con potencial zoonótico, atribuible al contacto tanto directo e indirecto entre humanos y animales. Por esta razón, el personal veterinario y cualquier otro individuo en contacto con animales se encuentran en un riesgo elevado de contagio. El objetivo general de esta revisión fue describir prevalencia de bacterias meticilino resistentes en casos de pioderma en caninos. **Métodos:** Se realizó una revisión de literatura, desde el año 2005 hasta el 2023, mediante descriptores o palabras claves, en las bases de datos Science Direct, Scielo y PubMed. **Resultados:** se evidenció la prevalencia de bacterias meticilino resistentes en piodermas en caninos con un promedio de 62,4%. Los principales agentes reportados en pioderma canino y meticilino resistente son MRSP 91,43% y MRSA 28,57%. Como factores de riesgo se evidencia el uso de antibióticos en terapias previas, la hospitalización y la cirugía. **Conclusiones:** Se debe realizar en todos los casos cultivo y antibiograma y considerar el uso racional de antibióticos.

Palabras claves: Resistencia, Meticilina, Prevalencia, *Staphylococcus pseudintermedius*, Pioderma (Fuente: MeSH).

Abstract

Antimicrobial resistance has emerged as one of the most serious health issues in recent years, with a significant global impact. This phenomenon is due to the indiscriminate use of antibiotics, which has led to the rapid development of resistance mechanisms in bacteria. Methicillin resistance poses a zoonotic threat, arising from both direct and indirect contact between humans and animals. For this reason, veterinary personnel and any other individuals in contact with animals are at a heightened risk of infection. The overall objective of this review was to describe the prevalence of methicillin-resistant bacteria in cases of canine pyoderma. **Methods:** A literature review was conducted from 2005 to 2023 using descriptors or keywords in the Science Direct, Scielo, and PubMed databases. **Results:** The prevalence of methicillin-resistant bacteria in canine pyoderma was found to average 62.4%. The main agents reported in methicillin-resistant canine pyoderma are MRSP (91.43%) and MRSA (28.57%). Risk factors include the use of antibiotics in prior therapies, hospitalization, and surgery. **Conclusions:** Culture and antibiotic sensitivity testing should be performed in all cases, and the rational use of antibiotics should be emphasized.

Keywords: methicillin, resistant, prevalence, *Staphylococcus pseudintermedius*, pyoderma (Source: MeSH).

INTRODUCCIÓN

S. aureus y *S. pseudintermedius* son patógenos de gran importancia tanto en humanos como en animales, y es frecuente encontrar resistencia a los antimicrobianos en cepas de ambas especies. El género *Staphylococcus* abarca una diversidad de especies bacterianas que se distribuyen ampliamente en la naturaleza, colonizando mamíferos y aves. Estas bacterias son parte habitual del microbiota natural de la piel, del tracto respiratorio y urogenital, y se encuentran transitoriamente en el tracto digestivo tanto en animales como en humanos (Diana *et al.*, 2019).

Staphylococcus corresponde al género de patógenos oportunistas de gran importancia en la mayoría de las especies animales. Entre las especies relevantes se encuentran *S. aureus* y *S. pseudintermedius*, ambas coaguladas positivas (Weese y van Duijkeren, 2010). La resistencia a la meticilina ha surgido como un problema significativo en ambos organismos, generando preocupaciones importantes en términos de salud animal y pública. La relevancia de estos estafilococos varía entre las diferentes especies animales, al igual que las preocupaciones sobre la transmisión zoonótica; sin embargo, está claro que ambos representan un desafío para la medicina veterinaria (Weese y van Duijkeren, 2010).

La diseminación de microorganismos resistentes a los antimicrobianos, que se propagan en el medio ambiente, es un problema de gran importancia en la actualidad, tanto en el campo de la medicina humana como en la veterinaria (Diana *et al.*, 2019).

En las últimas décadas, *Staphylococcus* han demostrado una creciente resistencia a los antimicrobianos, en particular a la meticilina, Esta situación limita las opciones terapéuticas y obliga a los veterinarios a adoptar nuevos enfoques para el tratamiento del pioderma canino (Russell, 2014).

La resistencia a la meticilina se ha convertido en un problema con potencial zoonótico emergente debido al contacto, ya sea directo o indirecto, entre humanos y animales. En este contexto, el personal veterinario y otros trabajadores que interactúan con animales están expuestos a un mayor riesgo de contagio (Bravo y Gil, 2017).

Actualmente, el incremento de la resistencia a la meticilina en esta especie bacteriana es de gran interés, estas cepas son conocidas como *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM), esta bacteria se ha convertido en un problema epidemiológico significativo, tanto a nivel comunitario como nosocomial (Borraz, 2006).

Las infecciones por *S. aureus* resistentes a la meticilina (SAMR) se adquieren principalmente en hospitales, a menudo como resultado del uso inadecuado de antimicrobianos. Este fenómeno ha incrementado dramáticamente la resistencia a los antimicrobianos en gran parte del mundo, dando lugar a la aparición de microorganismos con mecanismos de resistencia (Yepes, 2019).

El uso empírico o indiscriminado de antimicrobianos conduce a la aparición de patógenos resistentes. La gravedad de las implicaciones de la resistencia microbiana a la meticilina en la medicina veterinaria y humana según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2013, en donde se evidencia que el mundo se enfrenta al fin de la medicina moderna, debido a que la multirresistencia que presenta el *S. pseudintermedius* a la meticilina (SPMR), la cual no solo plantea desafíos terapéuticos que los médicos veterinarios deben enfrentar, sino que también genera factores de riesgo como la contaminación ambiental, la transmisión nosocomial, el riesgo profesional, los problemas de salud pública y los dilemas éticos. Por lo tanto, los médicos veterinarios juegan un papel crucial en la prevalencia de las infecciones por SAMR, ya que el éxito

o fracaso de los tratamientos depende en gran medida de las decisiones terapéuticas que tomen (Russell, 2014).

OBJETIVO GENERAL

- Describir la prevalencia de bacterias meticilino resistentes en piodermas en caninos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las principales bacterias meticilino resistentes presentes en casos de piodermas en caninos
- Establecer medidas de prevención y control para fortalecer el uso racional de antimicrobianos en casos de piodermas en caninos

MARCOS DE REFERENCIA

Historia de la resistencia antimicrobiana

La meticilina, un antimicrobiano semisintético perteneciente al grupo de las penicilinas fue introducida originalmente en 1959 para tratar infecciones causadas por *Staphylococcus* que producen la enzima β -lactamasa y son resistentes a la penicilina. Sin embargo, con el tiempo se han aislado cepas de *S. aureus* resistentes a la meticilina (SAMR), principalmente en entornos hospitalarios (Herrera, 2019).

El primer aislamiento documentado de *S. pseudintermedius* portador del gen de resistencia a la meticilina, *mecA* (SPMR), se realizó en 1999. Desde entonces, las infecciones causadas por MRSP han ido en aumento. A pesar de que la meticilina ya no se utiliza y no está disponible comercialmente en muchos países, su resistencia sigue siendo un problema relevante (Russell, 2014).

Staphylococcus resistentes a la meticilina también presentan resistencia a todos los antibióticos β -lactámicos, incluyendo las combinaciones con ácido clavulánico y los carbapenémicos; sin embargo, existen informes que describen a algunos *Staphylococcus* resistentes a la meticilina que son sensibles a las cefalosporinas de cuarta y quinta generación. En la actualidad, los laboratorios microbiológicos utilizan la oxacilina para verificar la sensibilidad de una bacteria a esta clase de antibióticos (Russell, 2014).

Generalidades de infecciones y resistencia por *Staphylococcus* spp.

La prevalencia de las infecciones por *S. pseudintermedius* resistente a la meticilina (SPMR) en pacientes veterinarios ha experimentado un aumento considerable en la última década (van Duijkeren *et al.*, 2011).

La resistencia a la meticilina suele propiciar la multiresistencia microbiana. Un estudio que examinó 70 perfiles de resistencia de *S. pseudintermedius* reveló que el 100% de los aislamientos presentaban un fenotipo de multiresistencia a los antimicrobianos. *S. pseudintermedius* mostró resistencia simultánea a al menos cinco antimicrobianos, mientras que los aislamientos de SPMR eran simultáneamente resistentes a al menos nueve antimicrobianos (Casagrande *et al.*, 2012).

Actualmente, se han reportado casos de resistencia a antimicrobianos no β -lactámicos, que incluyen: macrólidos, lincosamidas, tetraciclinas, fluoroquinolonas, sulfonamidas potenciadas y aminoglucósidos (Casagrande *et al.*, 2012).

La resistencia a los antimicrobianos se ha convertido en uno de los desafíos de salud más apremiantes a nivel global. El empleo incorrecto de estos agentes en seres humanos y animales ha

propiciado la emergencia de bacterias multirresistentes. Este fenómeno ha llevado a una disminución en la eficacia del tratamiento de diversas infecciones en humanos (Herrera, 2019).

MARCO CONCEPTUAL

Pioderma Canino (PC)

El pioderma canino (PC) se define como una infección bacteriana de la piel que surge cuando se interrumpe el equilibrio del ecosistema cutáneo. Esto ocurre debido a la proliferación bacteriana en la epidermis y/o la invasión de la dermis. A nivel global, el PC (PC) es una de las enfermedades de la piel más diagnosticadas, aunque las razones de su alta prevalencia en caninos en comparación con otros mamíferos aún no se conocen completamente. Se ha sugerido que ciertas características de la piel canina podrían ser factores contribuyentes potenciales. Estas incluyen un estrato córneo delgado y compacto, una escasez de material lipídico intracelular, la ausencia de un tapón epitelio-escamoso de lípidos en la apertura u ostium de los folículos y un pH relativamente elevado. Estos factores pueden dar lugar a una barrera epidérmica menos eficaz (Russell, 2014).

Según Russell en 2014, el PC se clasifica según tres criterios principales:

- Profundidad de la infección: se divide en superficial y profundo
- Agente etiológico: se refiere al organismo que causa la infección.
- Causa primaria o secundaria

La mayoría de los casos de PC son de la variedad superficial, que son las infecciones bacterianas más comunes y también las más sencillas de tratar. El pioderma superficial se caracteriza por la presencia de pápulas, pústulas, costras focales, collaretes epidérmicos, alopecia multifocal y prurito (Herrera, 2019).

A diferencia de las formas anteriores, estas son menos comunes, pero suelen ser más fáciles de diagnosticar. Generalmente, se deben a una causa secundaria, como la presencia de alergias, enfermedades metabólicas, inmunodeficiencias e incluso traumas, entre otros. Se caracterizan por afectar todo el folículo piloso, la dermis y, en ocasiones, el tejido subcutáneo, traspasando la membrana basal. Las lesiones más habituales incluyen la presencia de nódulos, bullas hemorrágicas, úlceras y trayectos fistulosos con exudado purulento o hemorrágico (Herrera, 2019).

La clasificación de las infecciones basada en su profundidad tiene una relevancia clínica significativa. Esto se debe a que, a medida que la profundidad de la lesión aumenta, el tratamiento de la enfermedad subyacente debe ser más agresivo. Además, esta clasificación permite al profesional médico evaluar el pronóstico y tomar decisiones informadas sobre la naturaleza, duración y dosis de la terapia antimicrobiana (Russell, 2014). Según la profundidad pueden ser piodermas de superficie (intertrigo y dermatitis piodtraumática), superficiales (foliculitis bacteriana, impétigo y pioderma mucocutánea), y profundos (furunculosis, celulitis y abscesos) (Ceino-Gordillo *et al.*, 2021).

La clasificación etiológica se refiere al tipo de organismo patógeno involucrado en la infección. La piel alberga una flora microbiana compuesta por bacterias residentes y transitorias. El pioderma, una infección cutánea, se desarrolla cuando hay un crecimiento excesivo o colonización de estas bacterias (Russell, 2014). Otra clasificación del pioderma bacteriano podría realizarse en relación con la profundidad de la lesión, de la siguiente manera: pioderma superficial (dermatitis piodtraumática, pioderma mucocutáneo y dermatitis de la piel), foliculitis bacteriana superficial (SBF) y pioderma profundo, foliculitis profunda y furunculosis (Bloom, 2014).

Staphylococcus aureus

El *S. aureus* es un coco Gram y coagulasa positiva, conocido por su capacidad para causar infecciones purulentas graves a través de la producción de toxinas. Cuando este microorganismo desarrolla resistencia a los medicamentos, a menudo es debido al gen *mecA*, que se encuentra integrado en el cromosoma bacteriano. Este gen permite la expresión de una proteína modificada conocida como PBP2, que confiere resistencia a los antibióticos del grupo de los betalactámicos (Borraz, 2006).

Dentro del género *Staphylococcus*, la especie *S. aureus* es considerada la más patógena. Esta se ha convertido en la principal causa de diversas infecciones, tanto comunitarias como nosocomiales (hospitalarias). El interés actual en el estudio de este patógeno radica en su alta frecuencia de resistencia a la meticilina, lo que representa un desafío significativo en el tratamiento de las infecciones que causa (Herrera. 2019).

El ser humano es el principal reservorio de *S. aureus*, encontrándose tanto en portadores sanos, especialmente en las fosas nasales, como en pacientes infectados. La colonización por este microorganismo puede ocurrir en diversas áreas del cuerpo, incluyendo la mucosa nasal, la orofaringe, la epidermis intacta, las úlceras cutáneas crónicas y las heridas en proceso de cicatrización (Marquilles *et al.*, 2015).

La incidencia de infecciones nosocomiales causadas por *S. aureus* ha aumentado a nivel mundial en las últimas décadas, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). El gran impacto que ha tenido este microorganismo, realmente se ha convertido en una amenaza para la salud pública; provocando así infecciones por *S. aureus* que generalmente están asociadas con

terapias ineficaces, prolongadas estancias hospitalarias, reingresos, un aumento en la mortalidad y costos sanitarios elevados (Yepes, 2019).

Staphylococcus pseudintermedius

S. pseudintermedius es una bacteria coagulasa positivo Gram positiva que causa problemas dermatológicos en perros y gatos, el perro es el hospedero natural de este agente patógeno, que es comensal y oportunista. Este microorganismo es el principal causante de la mayoría de los casos de piodermas, otitis y cistitis en animales (Herrera. 2019).

S. pseudintermedius puede encontrarse en perros y gatos sanos, así como en aquellos con enfermedades inflamatorias de la piel, este microorganismo puede aislarse de diversas áreas del cuerpo, incluyendo las fosas nasales, la boca, el ano, la ingle y la frente. Las regiones anal y nasal suelen estar más colonizadas que la ingle, la axila, la frente, el prepucio, la vagina, el conducto auditivo externo y la piel interdigital en perros sanos, siendo la mucosa anal la más colonizada (Weese y van Duijkeren, 2010).

Las infecciones por SPMR son más prevalentes en perros que en gatos, según estudios de Morris *et al.*, 2006 y Kadlec *et al.*, 2010. Estos patógenos pueden presentar resistencia a una amplia gama de antimicrobianos, no solo a los betalactámicos, lo que limita considerablemente las opciones terapéuticas y representa un desafío para los veterinarios (Roldan, 2015).

Para el diagnóstico y tratamiento efectivo de una infección bacteriana causada por SPMR, es esencial realizar cultivos y pruebas de sensibilidad (Fadok, 2014). Los laboratorios de diagnóstico suelen utilizar discos de oxacilina o cefoxitina como sustitutos de la meticilina debido a su mayor sensibilidad y estabilidad (Roldán, 2015).

S. pseudintermedius constituye el 57% de la microbiota natural de la boca del perro, el 52% del periné y el 23% de la ingle. Esta bacteria es oportunista, lo que significa que aprovecha las circunstancias favorables para causar estragos en su hospedador (infección oportunista, nosocomial). Cuando la barrera cutánea o mucosa del hospedador se ve alterada por algún trastorno físico o inmunológico, como la dermatitis atópica, o por factores ambientales o procedimientos médicos quirúrgicos, este agente empieza a actuar. En estas condiciones, *S. pseudintermedius* puede causar diversos problemas de salud en su hospedador (Herrera, 2019). Como menciona Vigo *et al.*, 2015, se pueden evidenciar lesiones como pioderma, otitis externa, infecciones de heridas y abscesos., y en otros tejidos y cavidades del cuerpo.

Meticilina

Es un antibiótico semisintético del grupo de las penicilinas que fue introducida en 1959 para tratar infecciones causadas por *Staphylococcus* que producen la enzima β -lactamasa y son resistentes a la penicilina. Sin embargo, con el tiempo se han aislado cepas de *S. aureus* resistentes a la metilina (SAMR), principalmente en entornos hospitalarios (Herrera, 2019).

La metilina, al igual que otros antibióticos betalactámicos, inhibe la síntesis de la pared celular bacteriana, impide la formación de enlaces cruzados entre las cadenas poliméricas de peptidoglicano lineal, un componente crucial de la pared celular de las bacterias gram positivas. Su mecanismo de acción consiste en la unión e inhibición competitiva de la enzima transpeptidasa, que la bacteria utiliza para generar los enlaces cruzados (D-alanil-alanina) necesarios en la síntesis del peptidoglicano. La metilina y otros antibióticos betalactámicos son análogos estructurales de la D-alanil-alanina, y las enzimas transpeptidasas que se unen a ella se denominan proteínas de unión a la penicilina (PUP) (Suárez y Gudiol, 2009).

Resistencia a la Meticilina

La resistencia de los *Staphylococcus* a la meticilina es mediada por el gen *mecA*, que codifica una versión alterada de una proteína de unión a penicilina, conocida como PBP2a. Esta alteración disminuye la afinidad de la bacteria por la penicilina. Los antimicrobianos como la penicilina normalmente inhiben el crecimiento bacteriano al inactivar las transpeptidasas bacterianas, que son esenciales para la síntesis del material de la pared celular. Sin embargo, las bacterias que expresan PBP2a pueden catalizar la reacción de transpeptidación necesaria para el entrecruzamiento de los peptidoglicanos. Esto permite a la bacteria sintetizar la pared celular incluso en presencia de antimicrobianos, lo que resulta en resistencia a estos medicamentos (Giacoboni y Gagetí, 2020).

El gen *mecA*, que se encuentra inserto en un lugar del genoma denominado SCCmec, el cual tiene la capacidad de ser transferido de un *Staphylococcus* a otro, ya sea de la misma especie o de una diferente. Esto significa que un *Staphylococcus* que es sensible a los antibióticos β -lactámicos puede adquirir resistencia a estos medicamentos mediante la transferencia horizontal del SCCmec desde una cepa resistente. Este proceso da lugar a la creación de una nueva cepa de *S. pseudintermedius* resistente a la meticilina (Ríos *et al.*, 2015).

METODOLOGÍA

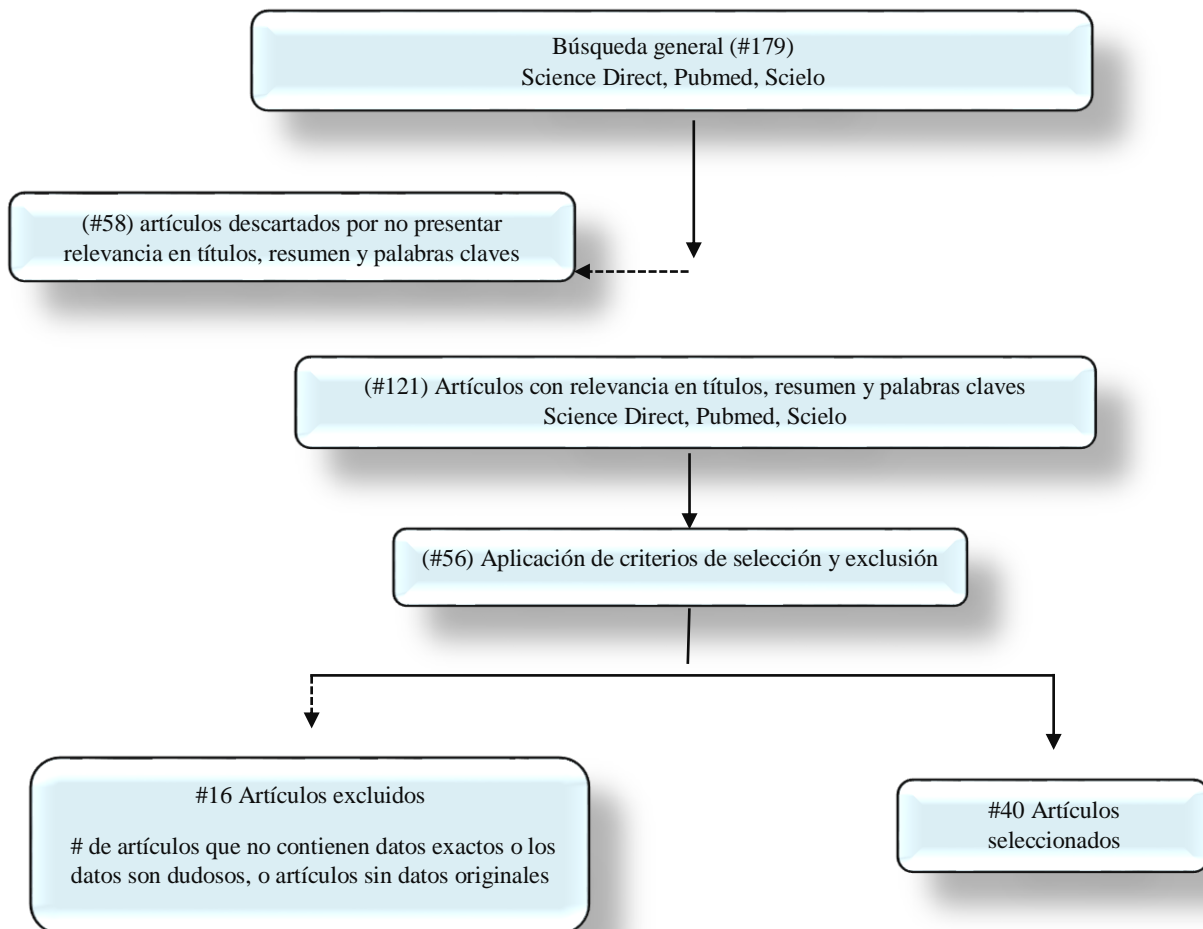
Se realizó una revisión de literatura que abarcó estudios desde el año 2005 hasta el 2023, mediante descriptores o palabras claves resistencia a la meticilina, prevalencia, *S. pseudintermedius*, Pioderma canino (*MeSH*). Se consideraron artículos científicos cuya búsqueda se realizó mediante los motores de búsqueda Science Direct, Scielo y PubMed. Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta artículos de veracidad en revistas científicas, publicados a partir

del año 2005 al 2023, en idioma español e inglés. Por otra parte, se excluyeron artículos sin relevancia en el título, resumen, palabras claves; estudios en los que no evalúe o evidencien casos de pioderma canino con bacterias meticilino resistente, documentos anteriores al año 2005 y que no cumplan los criterios de calidad científica. No se incluyeron revisiones de literatura.

RESULTADOS

El proceso de búsqueda y selección de artículos se resume en la Figura 1 (organigrama de búsqueda y selección de los artículos según las palabras claves).

Figura 1. Organigrama de búsqueda y selección de artículos

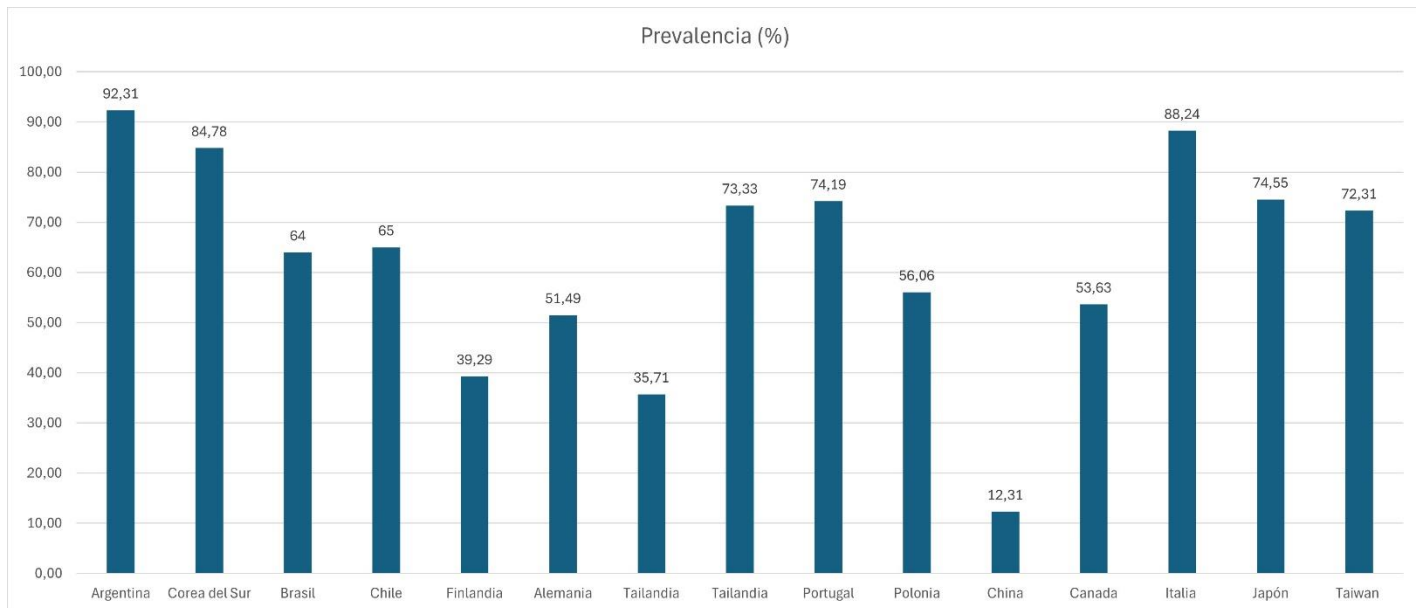


Adaptado de: Niño *et al.*, 2015; Castro, 2023

Prevalencia de bacterias meticilino resistentes en piodermas en caninos.

Se realizó una revisión de 19 documentos científicos en donde se realizaron estudios de prevalencia mediante pruebas de laboratorio, donde se realizaron aislamiento, PCR y MALDI-TOF. En la figura 2 se evidencia la recopilación estudios con la prevalencia, con 15 estudios incluidos del total de 19. Las prevalencias más altas se evidencian en Argentina (92,31%), Italia (88,24%) y Corea del Sur con 84,78%. La prevalencia promedio de 15 estudios incluidos es de 62,4% (Wang *et al.*, 2012; Vincze *et al.*, 2014; Joffe *et al.*, 2015; Bäumer *et al.*, 2017; Stefanetti *et al.*, 2017; Meneses *et al.*, 2018; Kang y Hwang, 2019; Monzant *et al.*, 2019; de Oliveira *et al.*, 2020; Jarosiewicz *et al.*, 2020; Kaimio *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021; Nakaminami *et al.*, 2021; Abusleme *et al.*, 2022; Lai *et al.*, 2022; Khongsri *et al.*, 2023; Guimarães *et al.*, 2023; Putriningsih *et al.*, 2023

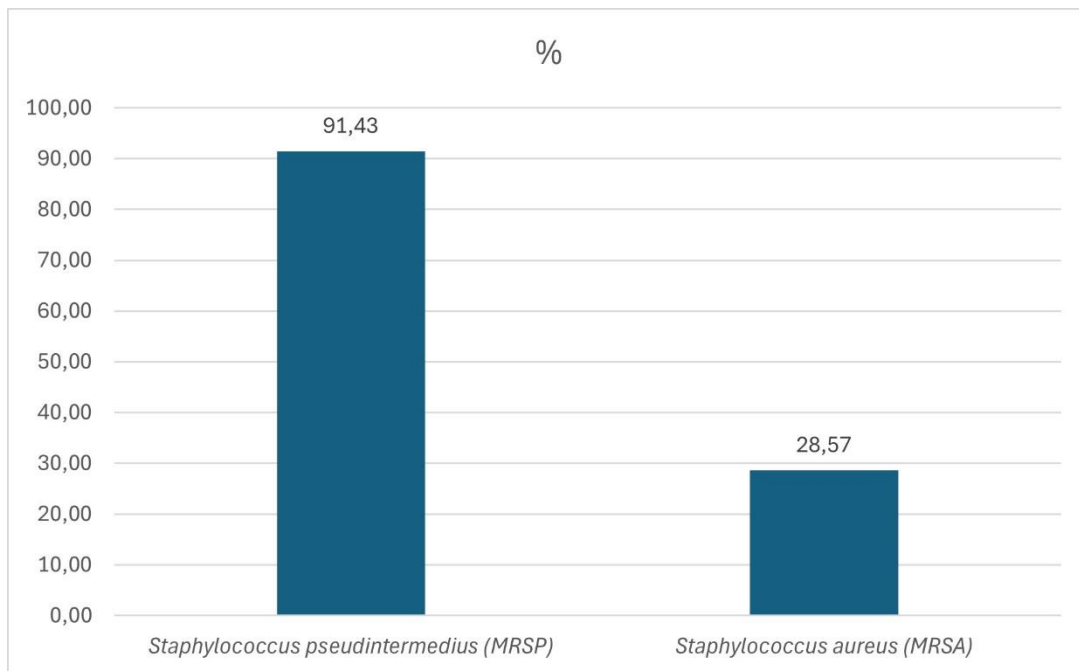
Figura 2. Prevalencia de bacterias meticilino resistentes en piodermas en caninos



Principales bacterias meticilino resistentes presentes en casos de piodermas en caninos

En 34 estudios incluidos el agente más frecuentemente aislado es *S. pseudintermedius* (SPMR) en el 91,43% y en segundo lugar *S. aureus* (SAMR) (28,57%) (Wang *et al.*, 2012; Vincze *et al.*, 2014; Paterson *et al.*, 2014; Vigo *et al.*, 2015; Joffe *et al.*, 2015; Windahl *et al.*, 2016; Frosini y Bond, 2017; Bäumer *et al.*, 2017; Stefanetti *et al.*, 2017; Meneses *et al.*, 2018; Wipf *et al.*, 2019; Kang y Hwang, 2019; Monzant *et al.*, 2019; Eichhorn *et al.*, 2020; Viñes *et al.*, 2020; Cao *et al.*, 2020; Jarosiewicz *et al.*, 2020; de Oliveira *et al.*, 2020; Skov *et al.*, 2020; Francino *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021; Chanayat *et al.*, 2021; Kaimio *et al.*, 2021; Nakaminami *et al.*, 2021; Maldonado y Calad, 2021; Abusleme *et al.*, 2022; Fàbregas *et al.*, 2022; Lai *et al.*, 2022; Viegas *et al.*, 2022; Guimarães *et al.*, 2023; Roozitalab *et al.*, 2023; Srednik *et al.*, 2023; Putriningsih *et al.*, 2023; Khongsri *et al.*, 2023) (Figura 3).

Figura 3. Agentes meticilino resistentes presentes en casos de piodermas en caninos



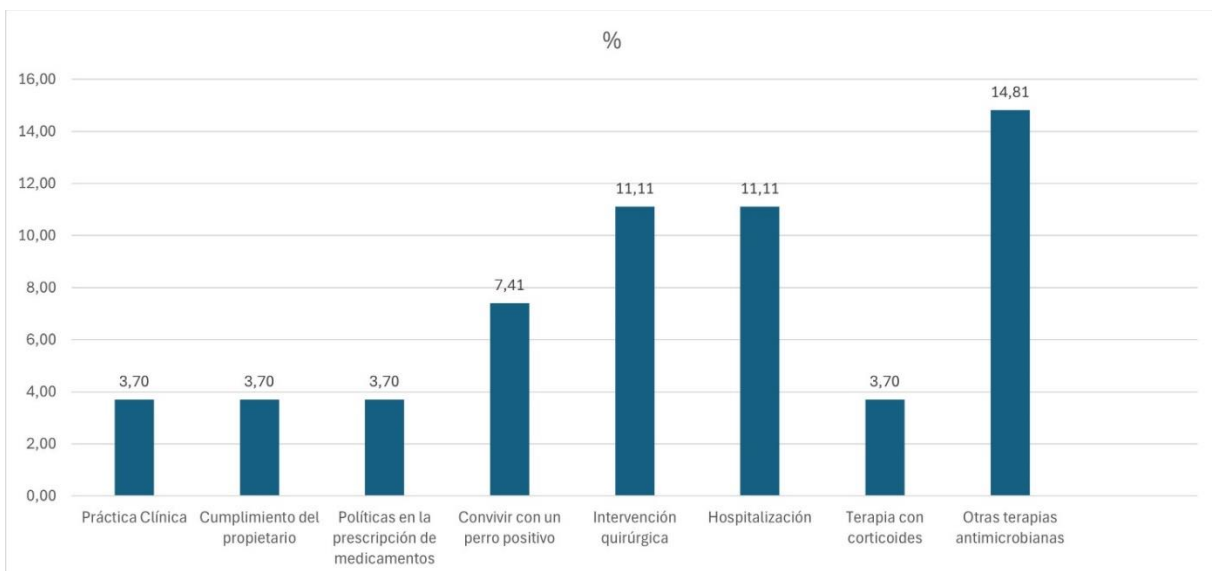
Medidas de prevención y control para fortalecer el uso racional de antimicrobianos en casos de piodermas en caninos

Dentro de lo reportado en los estudios existen algunas medidas preventivas tales como el control del uso de antibióticos por parte del profesional (médico veterinario), el uso de tratamientos alternativos como coadyuvante en las patologías de piel y el uso de antimicrobianos tópicos para minimizar la administración de antibióticos sistémicos que puedan generar resistencia (Jarosiewicz *et al.*, 2020; Marchegiani *et al.*, 2022; Putriningsih *et al.*, 2023).

Factores de Riesgo que favorecen la presencia de bacterias meticilino resistentes en caninos

Se incluyeron 6 estudios, de donde se consolidaron 8 factores de riesgo, el más reportado con el 14,81% es el uso de antimicrobianos durante terapias anteriores a la infección, en segundo lugar la hospitalización y la realización de intervenciones quirúrgicas (11,11%) (Paterson *et al.*, 2014; Vincze *et al.*, 2014; Windahl *et al.*, 2016; Pomba *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2018; Loncaric *et al.*, 2019) (Figura 4).

Figura 4. Factores de riesgo para bacterias meticilino resistentes en caninos



Tratamiento de infecciones producidas por agentes meticilino resistentes presentes en casos de piodermas en caninos

Se incluyeron 5 estudios en donde reportan diversos tratamientos, así: clindamicina a dosis de 10 mg/kg vía IV 3/día, oxitetraciclina a dosis de 10 mg/kg vía IV 2/día, Cloranfenicol durante 4 meses, antibióticos de uso tópico y terapias complementarias, como el uso de luz fluorescente (Paterson *et al.*, 2014; Jarosiewicz *et al.*, 2020; Marchegiani *et al.*, 2021; Maldonado y Calad, 2021; Marchegiani *et al.*, 2022).

CONCLUSIONES

- Se describió la prevalencia de bacterias meticilino resistentes en piodermas en caninos con un promedio de 62,4%. Según lo revisado en la revisión de literatura de 15 artículos.
- Las principales bacterias meticilino resistentes presentes en casos de piodermas en caninos fueron SPMR en el 91,43% y SAMR en el 28,57% de los estudios.
- Una de las principales medidas de prevención y control se resume en el uso racional de los antimicrobianos por parte del profesional en los tratamientos a realizar.
- Dentro de los factores de riesgo que se identificaron que favorecen la presencia de bacterias meticilino resistentes en caninos, los más importantes son el uso de antimicrobianos en terapias anteriores o previas a la infección, la hospitalización y la realización de cirugías.
- Dentro de los tratamientos, los datos de la revisión no son concluyentes debido a que no se incluyeron estudios que fueran enfocados en el tratamiento, sin embargo, todos los estudios recomiendan realizar cultivo y antibiograma para evaluar la sensibilidad y

resistencia del agente y poder tener evidencias sólidas para realizar el tratamiento adecuado.

REFERENCIAS

Abusleme, F., Galarce, N., Quezada-Aguiluz, M., Iragüen, D., González-Rocha, G. (2022). Characterization and antimicrobial susceptibility of coagulase-positive *Staphylococcus* isolated in a veterinary teaching hospital in Chile. *Revista Argentina de microbiología*, 54(3), 192–202.

<https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.12.001>

Bäumer, W., Bizikova, P., Jacob, M., Linder, K. E. (2017). Establishing a canine superficial pyoderma model. *Journal of applied microbiology*, 122(2), 331–337.

<https://doi.org/10.1111/jam.13362>

Bloom P. (2014). Canine superficial bacterial folliculitis: current understanding of its etiology, diagnosis and treatment. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 199(2), 217–222.

<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.11.014>

Borraz, M. C. (2006). *Epidemiología de la resistencia a meticilina en cepas de "Staphylococcus aureus" aisladas en hospitales españoles*. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.

https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/2513/CBO_TESIS_DOCTORAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bravo, M., Gil, M. (2017). Prevalencia de estafilococos resistentes a la meticilina en el personal trabajador de hospital clínico veterinario de la UEX. *Revista complutense de ciencias veterinarias*, 11(especial),78-83. <http://dx.doi.org/10.5209/RCCV.55220>

Casagrande, P., Bietta, A., Coletti, M., Marenzoni, M. L., Scorza, A. V., Passamonti, F. (2012). Insertion sequence IS256 in canine pyoderma isolates of *Staphylococcus pseudintermedius* associated with antibiotic resistance. *Veterinary microbiology*, 157(3-4), 376–382. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.12.028>

Castro, V. (2023). *Resistencia antimicrobiana en carne de bovinos y de aves*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Medicina Veterinaria. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Bogotá, Colombia.

Cao, W., Hicks, K., White, A., Hathcock, T., Kennis, R., Boothe, D., Zhang, D., Wang, X. (2020). Draft genome assemblies of two *Staphylococcus pseudintermedius* strains isolated from canine skin biopsy specimens. *Microbiol Resour Announc*, 9:e00369-20. <https://doi.org/10.1128/MRA.00369-20>

Ceino-Gordillo, F., Ortiz-Huaranga, X., Castro-Moreno, D., Jara Aguirre, M., Reyes-Rossi, A. (2021). Dermatitis infecciosas en caninos. *Biotempo*, 18(2), 253–260. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v18i2.4231>

Chanayat, Y., Akatvipat, A., Bender, J. B., Punyapornwithaya, V., Meeyam, T., Anukool, U., Pichpol, D. (2021). The SCC*mec* Types and Antimicrobial Resistance among Methicillin-

Resistant *Staphylococcus* Species Isolated from Dogs with Superficial Pyoderma. *Veterinary sciences*, 8(5), 85. <https://doi.org/10.3390/vetsci8050085>

de Oliveira Nunes, S., Rodrigues de Oliveira, B. F., Giambiagi-deMarval, M., Laport, M. S. (2020). Antimicrobial and antibiofilm activities of marine sponge-associated bacteria against multidrug-resistant *Staphylococcus* spp. isolated from canine skin. *Microbial Pathogenesis*, 104612. [doi:10.1016/j.micpath.2020.104612](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104612)

Diana, L., Ciuffo, C., Musto, H. (2019). Identificación y caracterización de *Staphylococcus* resistentes a meticilina aislados de perros. *Veterinaria (Montevideo)*, 55(212), 45-51. <https://doi.org/10.29155/vet.55.212.1>

Eichhorn, I., Lübke-Becker, A., Lapschies, A.M., Jacob, M., Bäumer, W., Fulde, M. (2020). Draftgenome sequence of *Staphylococcus pseudintermedius* strain 13-13613, isolated from a case of canine pyoderma. *Microbiol Resour Announc*, 9:e00027-20. <https://doi.org/10.1128/MRA.00027-20>

Fàbregas, N., Pérez, D., Viñes, J., Fonticoba, R., Cuscó, A., Migura-García, L., Ferrer, L., Francino, O. (2022). Whole-Genome Sequencing and *De Novo* Assembly of 67 *Staphylococcus pseudintermedius* Strains Isolated from the Skin of Healthy Dogs. *Microbiol Resour Announc*, 11: e00039-22. <https://doi.org/10.1128/mra.00039-22>

Fadok, V. (2014). Treating Resistant Skin Infections in Dogs. Today's Veterinary Practice. <https://todaysveterinarypractice.com/wp-content/uploads/sites/4/2016/06/T1405C03.pdf>

Giacoboni, G.I., Ggetti, P. (2020). Staphylococcus pseudintermedius y el enfoque de Una Salud. *Analecta Veterinaria*, 40(2), 052. <https://doi.org/10.24215/15142590e052>

Francino, O., Pérez, D., Viñes, J., Fonticoba, R., Madroñero, S., Meroni, G., Martino, P., Martínez, S., Cusco, A., Fàbregas, N., Migura-García, L., Ferrer, L. (2021). Whole-genome sequencing and de novo assembly of 61 Staphylococcus pseudintermedius isolates from healthy dogs and dogs with pyoderma. *Microbiol Resour Announc*, 10: e00152-21. <https://doi.org/10.1128/MRA.00152-21>

Frosini, S. M., Bond, R. (2017). Activity In Vitro of Clotrimazole against Canine Methicillin-Resistant and Susceptible Staphylococcus pseudintermedius. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 6(4), 29. <https://doi.org/10.3390/antibiotics6040029>

Guimarães, L., Teixeira, I. M., da Silva, I. T., Antunes, M., Pesset, C., Fonseca, C., Santos, A. L., Côrtes, M. F., Penna, B. (2023). Epidemiologic case investigation on the zoonotic transmission of Methicillin-resistant Staphylococcus pseudintermedius among dogs and their owners. *Journal of infection and public health*, 16 Suppl 1(Suppl 1), 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2023.10.041>

Herrera, M. (2019). *Prevalencia de Staphylococcus metilino resistentes, en caninos con piodermas en el hospital clínica veterinaria Animalopolis, en la ciudad de Guayaquil*. Trabajo de grado. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Jarosiewicz, M., Garbacz, K., Neubauer, D., Kamysz, W. (2020). In Vitro Efficiency of Antimicrobial Peptides against Staphylococcal Pathogens Associated with Canine Pyoderma. *Animals: an open access journal from MDPI*, 10(3), 470.

<https://doi.org/10.3390/ani10030470>

Joffe, D., Goulding, F., Langelier, K., Magyar, G., McCurdy, L., Milstein, M., Nielsen, K., Villemaire, S. (2015). Prevalence of methicillin-resistant staphylococci in canine pyoderma cases in primary care veterinary practices in Canada: A preliminary study. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 56(10), 1084–1086.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4572828/>

Kadlec, K., Schwarz, S., Perreten, V., Andersson, U. G., Finn, M., Greko, C., Moodley, A., Kania, S. A., Frank, L. A., Bemis, D. A., Franco, A., Iurescia, M., Battisti, A., Duim, B., Wagenaar, J. A., van Duijkeren, E., Weese, J. S., Fitzgerald, J. R., Rossano, A., Guardabassi, L. (2010). Molecular analysis of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* of feline origin from different European countries and North America. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 65(8), 1826–1828. <https://doi.org/10.1093/jac/dkq20>

Kaimio, M., Malkamäki, S., Kaukonen, M., Ahonen, S., Hytönen, M. K., Rantala, M., Lohi, H., Saijonmaa-Koulumies, L., Laitinen-Vapaavuori, O. (2021). Clinical and Genetic Findings in 28 American Cocker Spaniels with Aural Ceruminous Gland Hyperplasia and Ectasia. *Journal of comparative pathology*, 185, 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2021.03.005>

Kang, J.H., Hwang, C.Y. (2019). First detection of multiresistance pRE25-like elements from *Enterococcus* spp. in *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from canine pyoderma. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 20, 304-308. [doi:10.1016/j.jgar.2019.08.022](https://doi.org/10.1016/j.jgar.2019.08.022)

Khongsri, U., Chongrattanameteeikul, P., Chantarachart, S., Photichai, K., Chanayat, N., Varinrak, T., Mektrirat, R., Srifawattana, N. (2023). Comparative Susceptibility of Pathogenic Methicillin-Resistant and Methicillin-Susceptible *Staphylococcus pseudintermedius* to Empirical Cotrimazole for Canine Pyoderma. *Life (Basel, Switzerland)*, 13(5), 1210.

<https://doi.org/10.3390/life13051210>

Lai, C. H., Ma, Y. C., Shia, W. Y., Hsieh, Y. L., Wang, C. M. (2022). Risk Factors for Antimicrobial Resistance of *Staphylococcus* Species Isolated from Dogs with Superficial Pyoderma and Their Owners. *Veterinary sciences*, 9(7), 306.

<https://doi.org/10.3390/vetsci9070306>

Loncaric, I., Tichy, A., Handler, S., Szostak, M. P., Tickert, M., Diab-Elschahawi, M., Spersger, J., Künzel, F. (2019). Prevalence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus* sp. (MRS) in Different Companion Animals and Determination of Risk Factors for Colonization with MRS. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 8(2), 36. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8020036>

Maldonado, M.C., Calad, C. (2021). Aislamiento de *Morganella morganii* y *Staphylococcus aureus* en un paciente canino con lesión cutánea y de tejidos blandos: reporte de caso. *Revista de*

Investigaciones Veterinarias del Perú, 32(3), e18481.

<https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i3.18481>

Marchegiani, A., Fruganti, A., Spaterna, A., Cerquetella, M., Tambella, A. M., Paterson, S. (2021). The Effectiveness of Fluorescent Light Energy as Adjunct Therapy in Canine Deep Pyoderma: A Randomized Clinical Trial. *Veterinary medicine international*, 2021, 6643416.

<https://doi.org/10.1155/2021/6643416>

Marchegiani, A., Fruganti, A., Bazzano, M., Cerquetella, M., Dini, F., Spaterna, A. (2022). Fluorescent Light Energy in the Management of Multi Drug Resistant Canine Pyoderma: A Prospective Exploratory Study. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 11(10), 1197.

<https://doi.org/10.3390/pathogens11101197>

Marquilles, C., Alexandre, S., Real, J. (2015). Prevalencia de infección por *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina en heridas crónicas en atención primaria de Lleida: estudio retrospectivo. *Gerokomos*, 26(4),157-161.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-

[928X2015000400008&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2015000400008&lng=es&tlng=es)

Meneses, M.L., Martin, P.L., Manzuc, P., Arauz, M.S., Pardo, A.G. (2018). *Staphylococcus* sp, antimicrobial treatment and resistance in canine superficial bacterial pyoderma. *Revista veterinaria*, 29(2), 88-92. <https://dx.doi.org/10.30972/vet.2923270>

Monzant, G., Chávez, V., Carrero, L. (2019). Susceptibilidad antimicrobiana de estafilococos aislados en piodermas de caninos de Coro, Venezuela. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 404-422. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14608>

Morris, D. O., Rook, K. A., Shofer, F. S., Rankin, S. C. (2006). Screening of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, and *Staphylococcus schleiferi* isolates obtained from small companion animals for antimicrobial resistance: a retrospective review of 749 isolates (2003-04). *Veterinary dermatology*, 17(5), 332–337. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2006.00536.x>

Nakaminami, H., Okamura, Y., Tanaka, S., Wajima, T., Murayama, N., Noguchi, N. (2021). Prevalence of antimicrobial-resistant staphylococci in nares and affected sites of pet dogs with superficial pyoderma. *The Journal of veterinary medical science*, 83(2), 214–219.

<https://doi.org/10.1292/jvms.20-0439>

Niño, C., Morón, L., Álvarez, M. (2015). Efectividad a corto plazo de la vacuna antipertusis en adolescentes: revisión sistemática. *Infectio*, 19(3), 115-123.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.infect.2015.03.002>

Paterson, T. E., Halliwell, R. E., Fields, P. J., Louw, M. L., Ball, G., Louw, J., Pinckney, R. (2014). Canine generalized demodicosis treated with varying doses of a 2.5% moxidectin+10% imidacloprid spot-on and oral ivermectin: Parasitocidal effects and long-term treatment outcomes.

Veterinary Parasitology, 205(3-4), 687-696. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.08.021>

Pomba, C., Rantala, M., Greko, C., Baptiste, K. E., Catry, B., van Duijkeren, E., Mateus, A., Moreno, M. A., Pyörälä, S., Ružauskas, M., Sanders, P., Teale, C., Threlfall, E. J., Kunsagi, Z., Torren-Edo, J., Jukes, H., Törneke, K. (2017). Public health risk of antimicrobial resistance transfer from companion animals. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 72(4), 957–968.
<https://doi.org/10.1093/jac/dkw481>

Putriningsih, P. A. S., Phuektes, P., Jittimane, S., Kampa, J. (2023). Methicillin-resistant Staphylococci in canine pyoderma in Thailand. *Veterinary world*, 16(11), 2340–2348.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.2340-2348>

Ríos, A., Baquero, M., Ortiz, G., Ayllón, T., Smit, L., Rodríguez-Domínguez, M., Sánchez-Díaz, A. (2015). Staphylococcus multirresistentes a los antibióticos y su importancia en medicina veterinaria. *Clin. Vet. Peq. Anim*, 35 (3), 149-161.
<https://www.clinvetpeqanim.com/img/pdf/223473834.pdf>

Rodrigues, A. C., Belas, A., Marques, C., Cruz, L., Gama, L. T., Pomba, C. (2018). Risk Factors for Nasal Colonization by Methicillin-Resistant Staphylococci in Healthy Humans in Professional Daily Contact with Companion Animals in Portugal. *Microbial drug resistance (Larchmont, N.Y.)*, 24(4), 434–446. <https://doi.org/10.1089/mdr.2017.0063>

Roldan, W. (2015). Pioderma canino, revisión de literatura. Referencias para consultorios MV, 40.
https://www.researchgate.net/publication/317660422_Pioderma_Canino

Roozitalab, A., Elsakhawy, O., Phophi, L., Kania, S.A., Abouelkhair, M.A. (2023). Complete Genome Sequences of 11 *Staphylococcus pseudintermedius* Isolates from Dogs in the United States. *Microbiol Resour Announc*, 12: e00002-23. <https://doi.org/10.1128/mra.00002-23>

Russell, N. P. (2014). *Análisis de las indicaciones terapéuticas para el pioderma canino por Staphylococcus pseudintermedius*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Escuela de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Silva, V., Oliveira, A., Manageiro, V., Caniça, M., Contente, D., Capita, R., Alonso-Calleja, C., Carvalho, I., Capelo, J. L., Igrejas, G., Poeta, P. (2021). Clonal Diversity and Antimicrobial Resistance of Methicillin-Resistant *Staphylococcus pseudintermedius* Isolated from Canine Pyoderma. *Microorganisms*, 9(3), 482. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030482>

Skov, R., Varga, A., Matuschek, E., Åhman, J., Bemis, D., Bengtsson, B., Sunde, M., Humphries, R., Westblade, L., Guardabassi, L., Kahlmeter, G. (2020). EUCAST disc diffusion criteria for the detection of mecA-Mediated β -lactam resistance in *Staphylococcus pseudintermedius*: oxacillin versus cefoxitin. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 26(1), 122.e1–122.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.05.002>

Srednik, M. E., Perea, C. A., Giacoboni, G. I., Hicks, J. A., Schlater, L. K. (2023). First report of *Staphylococcus pseudintermedius* ST71-SCCmec III and ST45- Ψ SCCmec₅₇₃₉₅ from canine pyoderma in Argentina. *BMC research notes*, 16(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s13104-023-06285-3>

Stefanetti, V., Bietta, A., Pascucci, L., Marenzoni, M. L., Coletti, M., Franciosini, M. P., Passamonti, F., Casagrande Proietti, P. (2017). Investigation of the antibiotic resistance and biofilm formation of *Staphylococcus pseudintermedius* strains isolated from canine pyoderma. *Veterinaria italiana*, 53(4), 289–296. <https://doi.org/10.12834/VetIt.465.2275.6>

Suárez, C., Gudiol, F. (2009). Antibióticos betalactámicos. Enfermedades Infecciosas y *Microbiología Clínica*, 27(2), 116–129. [doi:10.1016/j.eimc.2008.12.001](https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.12.001)

van Duijkeren, E., Catry, B., Greko, C., Moreno, M. A., Pomba, M. C., Pyörälä, S., Ruzauskas, M., Sanders, P., Threlfall, E. J., Torren-Edo, J., Törneke, K., & Scientific Advisory Group on Antimicrobials (SAGAM) (2011). Review on methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius*. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 66(12), 2705–2714. <https://doi.org/10.1093/jac/dkr367>

Viegas, F. M., Santana, J. A., Silva, B. A., Xavier, R. G. C., Bonisson, C. T., Câmara, J. L. S., Rennó, M. C., Cunha, J. L. R., Figueiredo, H. C. P., Lobato, F. C. F., Silva, R. O. S. (2022). Occurrence and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus* spp. in diseased dogs in Brazil. *PloS one*, 17(6), e0269422. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269422>

Vigo, G.B., Giacoboni, G.I., Gagetti, P.S., Pasterán, F.G., Corso, A.C. (2015). Resistencia antimicrobiana y epidemiología molecular de aislamientos de *Staphylococcus pseudintermedius* de muestras clínicas de caninos. *Revista argentina de microbiología*, 47(3), 206-211. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2015.06.002>

Vincze, S., Brandenburg, A. G., Espelage, W., Stamm, I., Wieler, L. H., Kopp, P. A., Lübke-Becker, A., Walther, B. (2014). Risk factors for MRSA infection in companion animals: results from a case-control study within Germany. *International journal of medical microbiology: IJMM*, 304(7), 787–793. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2014.07.007>

Viñes, J., Cuscó, A., Francino, O. (2020). Hybrid Assembly from a Pathogenic Methicillin- and Multidrug-Resistant *Staphylococcus pseudintermedius* Strain Isolated from a Case of Canine Otitis in Spain. *Microbiol Resour Announc*, 9:10.1128/mra.01121-19. <https://doi.org/10.1128/mra.01121-19>

Wang, Y., Yang, J., Logue, C. M., Liu, K., Cao, X., Zhang, W., Shen, J., Wu, C. (2012). Methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from canine pyoderma in North China. *Journal of applied microbiology*, 112(4), 623–630. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05233.x>

Weese, J. S., van Duijkeren, E. (2010). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in veterinary medicine. *Veterinary microbiology*, 140(3-4), 418–429. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.01.039>

Windahl, U., Gren, J., Holst, B. S., Börjesson, S. (2016). Colonization with methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in multi-dog households: A longitudinal study using whole genome sequencing. *Veterinary microbiology*, 189, 8–14.

<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.04.010>

Wipf, J.R.K., Deutsch, D.R., Westblade, L.F., Fischetti, V.A. (2019). Genome Sequences of Six Prophages Isolated from *Staphylococcus pseudintermedius* Strains Recovered from Human and Animal Clinical Specimens. *Microbiol Resour Announc*, 8:10.1128/mra.00387-19.

<https://doi.org/10.1128/mra.00387-19>

Yepes, M. (2019). *Prevalencia de Staphylococcus aureus metilino resistente en mucosa nasal del Centro Médico Familiar Integral y de Especialidades, Diálisis “La Mariscal” 2018*. Trabajo de grado. Carrera de Bioquímica clínica. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.