Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

***Staphylococcus aureus* resistente a la vancomicina (VRSA): mecanismos de resistencia y perspectivas terapéuticas – una revisión bibliográfica**

Staphylococcus aureus resistente à vancomicina (VRSA): mecanismos de resistência e perspectivas terapêuticas – uma revisão bibliográfica

Vancomycin-resistant Staphylococcus aureus (VRSA): resistance mechanisms and therapeutic perspectives – a literature review

Beatriz da Silva Lopes – Instituto de Ensino Superior de Brasília (IESB), estudiante de Biomedicina.
Thais Santana de Oliveira – Instituto de Ensino Superior de Brasília (IESB), docente de Biomedicina con título de maestría.
Artículo científico presentado como requisito parcial para obtener el título de grado en Biomedicina en el Centro Universitário Instituto de Ensino Superior de Brasília (IESB), bajo la dirección de la profesora Thais Santana de Oliveira, MSc. Brasilia, DF, 2026.

Resumen:
INTRODUCCIÓN: La resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina (VRSA) supone un desafío para la salud pública y la microbiología clínica debido a la reducción de las opciones terapéuticas y la diseminación de determinantes genéticos de resistencia. Este estudio tuvo como objetivo analizar los mecanismos implicados en la resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina, con énfasis en la función del operón *vanA*, y examinar las principales perspectivas terapéuticas descritas en la literatura. **METODOLOGÍA:** Se realizó una revisión integradora de la literatura entre marzo y abril de 2026 en PubMed Central y Google Académico. Se emplearon los descriptores *Staphylococcus aureus*, Vancomycin, Resistance, Mechanisms y Therapeutics, combinados mediante el operador booleano AND. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 13 artículos para el análisis. **RESULTADOS:** Los estudios destacaron la importancia del operón *vanA* en la resistencia a la vancomicina, asociada a la modificación de los precursores de la pared celular bacteriana, que reduce la afinidad del antimicrobiano por su diana. También se identificaron evidencias de la diseminación horizontal de genes de resistencia y de mecanismos adicionales asociados a la resistencia antimicrobiana. Entre las alternativas terapéuticas, el linezolid destacó como opción para determinadas infecciones causadas por bacterias grampositivas resistentes. Los compuestos naturales, como el aceite de *Nigella sativa*, y sus combinaciones con sustancias adyuvantes mostraron resultados experimentales prometedores, aunque su eficacia clínica aún no se ha establecido plenamente. **CONSIDERACIONES FINALES:** Abordar el VRSA requiere vigilancia microbiológica, uso racional de los antimicrobianos y fortalecimiento de las medidas de prevención y control de infecciones. Se necesitan nuevos estudios para ampliar las opciones terapéuticas y validar la seguridad y eficacia de los compuestos investigados.

Palabras clave:
Staphylococcus aureus resistente a la vancomicina; resistencia bacteriana; operón *vanA*; mecanismos de resistencia; terapéutica antimicrobiana.

Resumo:
INTRODUÇÃO: A resistência do *Staphylococcus aureus* à vancomicina (VRSA) representa um desafio para a saúde pública e para a microbiologia clínica, devido à redução das opções terapêuticas e à disseminação de determinantes genéticos de resistência. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo analisar os mecanismos envolvidos na resistência do *Staphylococcus aureus* à vancomicina, com ênfase na atuação do operon *vanA*, bem como discutir as principais perspectivas terapêuticas descritas na literatura para o enfrentamento. **METODOLOGIA:**

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada entre março e abril de 2026, nas bases PubMed Central, e Google Acadêmico. Foram utilizados os descritores *Staphylococcus aureus*, Vancomycin, Resistance, Mechanisms e Therapeutics, combinados pelo operador booleano AND. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 13 artigos para análise. **RESULTADOS:** Os estudos evidenciaram a importância do operon *vanA* na resistência à vancomicina, relacionada à alteração dos precursores da parede celular bacteriana, que reduz a afinidade do antimicrobiano pelo seu alvo. Também foram identificadas evidências sobre a disseminação horizontal de genes de resistência e a presença de mecanismos adicionais associados à resistência antimicrobiana. Entre as alternativas terapêuticas, a linezolida destacou-se como opção para determinadas infecções causadas por bactérias Gram-positivas resistentes. Além disso, compostos naturais, como o óleo de *Nigella sativa*, e associações com substâncias adjuvantes apresentaram resultados experimentais promissores, embora ainda existam limitações quanto à comprovação de sua eficácia clínica. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** O enfrentamento do VRSA requer vigilância microbiológica, uso racional de antimicrobianos e fortalecimento das medidas de prevenção e controle de infecções. Novos estudos são necessários para ampliar as alternativas terapêuticas e validar a segurança e a eficácia dos compostos investigados.

Palavras-chave:
Staphylococcus aureus resistente à vancomicina; Resistência bacteriana; Operon *vanA*; Mecanismos de resistência; Terapêutica antimicrobiana.

Abstract:
INTRODUCTION: Vancomycin resistance in *Staphylococcus aureus* (VRSA) represents a challenge to public health and clinical microbiology due to the reduction in therapeutic options and the dissemination of genetic determinants of resistance. In this context, this study aimed to analyze the mechanisms involved in vancomycin resistance in *Staphylococcus aureus*, with an emphasis on the role of the *vanA* operon, as well as to discuss the main therapeutic perspectives described in the literature for addressing this issue. **METHODOLOGY:** This is an integrative literature review conducted between March and April 2026 using the PubMed Central and Google Scholar databases. The descriptors *Staphylococcus aureus*, Vancomycin, Resistance, Mechanisms, and Therapeutics were combined using the Boolean operator AND. After applying the inclusion and exclusion criteria, 13 articles were selected for analysis. **RESULTS:** The studies highlighted the importance of the *vanA* operon in vancomycin resistance, which is associated with alterations in bacterial cell wall precursors that reduce the antimicrobial agent's affinity for its target. Evidence of the horizontal dissemination of resistance genes and the presence of additional mechanisms associated with antimicrobial resistance was also identified. Among the therapeutic alternatives, linezolid stood out as an option for certain infections caused by resistant Gram-positive bacteria. Furthermore, natural compounds, such as *Nigella sativa* oil, and combinations with adjuvant substances showed promising experimental results, although limitations remain regarding the clinical validation of their efficacy. **FINAL CONSIDERATIONS:** Addressing VRSA requires microbiological surveillance, the rational use of antimicrobial agents, and the strengthening of infection prevention and control measures. Further studies are needed to expand therapeutic alternatives and validate the safety and efficacy of the compounds investigated.

Keywords:
Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*; Bacterial resistance; *vanA* operon; Resistance mechanisms; Antimicrobial therapy.

Descriptores: *Staphylococcus aureus*; Vancomicina; Resistencia; Mecanismos; Terapéutica.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

1. Introducción

La resistencia bacteriana a los antimicrobianos constituye uno de los principales desafíos para la salud pública mundial, pues el uso inadecuado e indiscriminado de estos fármacos favorece la selección de microorganismos resistentes y reduce la eficacia de distintas opciones terapéuticas. La exposición frecuente a los antibióticos ejerce una presión selectiva sobre las poblaciones bacterianas, favoreciendo la supervivencia y multiplicación de las cepas mejor adaptadas. Este escenario contribuye al aumento de la morbimortalidad, de los costos de la atención sanitaria y de las dificultades para controlar las infecciones bacterianas, por lo que es necesario adoptar estrategias de vigilancia y desarrollar nuevas alternativas terapéuticas (Li et al., 2022; Caetano; Silva, 2025).

Entre los microorganismos de importancia clínica en este contexto destaca *Staphylococcus aureus*, una bacteria grampositiva que se encuentra con frecuencia en la microbiota humana, principalmente en la piel y las mucosas. Tiene un elevado potencial patógeno y puede causar desde infecciones cutáneas hasta cuadros graves como neumonía, sepsis, osteomielitis y endocarditis infecciosa. Su capacidad de adaptación, junto con los factores de virulencia y la adquisición de genes de resistencia antimicrobiana, contribuye a su relevancia en las infecciones hospitalarias y dificulta el tratamiento de determinadas cepas (Touaitia et al., 2025; Vivekanandan et al., 2025).

Durante décadas, la vancomicina ha sido una de las principales opciones terapéuticas para las infecciones graves causadas por bacterias grampositivas multirresistentes, en especial por cepas de *S. aureus* resistentes a la meticilina (MRSA). Su mecanismo de acción consiste en inhibir la síntesis de la pared celular bacteriana al interferir en la formación adecuada del peptidoglucano. Sin embargo, la disminución de la sensibilidad y la aparición de cepas de *S. aureus* resistentes a la vancomicina (VRSA) representan un importante problema clínico y epidemiológico, ya que comprometen la eficacia de este antimicrobiano y pueden limitar las opciones disponibles para tratar las infecciones (Amer et al., 2025; Wu et al., 2021).

Entre los mecanismos relacionados con la resistencia del VRSA destaca la adquisición del operón *vanA*, identificado inicialmente en especies de *Enterococcus*. La transferencia horizontal de genes, principalmente por conjugación bacteriana, permite el paso de elementos genéticos que contienen genes de resistencia entre distintas especies bacterianas. Tras su incorporación a *S. aureus*, *vanA* se asocia con la producción de proteínas que modifican la diana de la vancomicina. En este proceso, el extremo D-Ala-D-Ala de los precursores del

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

peptidoglucano se sustituye por D-Ala-D-Lac, lo que reduce considerablemente la afinidad de la vancomicina por su diana y compromete su capacidad de inhibir la síntesis de la pared celular bacteriana (Tao et al., 2023; Tabashsum et al., 2024).

Estos mecanismos de resistencia representan un desafío para la terapéutica antimicrobiana, ya que pueden ocasionar fracasos del tratamiento, estancias hospitalarias más prolongadas y una mayor morbimortalidad. Ante esta limitación se investigan y utilizan distintas alternativas frente a las infecciones por cepas resistentes, como la combinación de vancomicina con otros antimicrobianos. También se estudian las terapias combinadas, los péptidos antimicrobianos, los bacteriófagos y las sustancias que interfieren con los mecanismos de resistencia como posibles vías para aumentar la eficacia terapéutica y hacer frente a la diseminación de cepas resistentes (Davis et al., 2024; Taha et al., 2023).

El objetivo de este estudio fue analizar los mecanismos de resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina, con énfasis en la función del operón *vanA*, y examinar las principales perspectivas terapéuticas para abordar el VRSA descritas en la literatura.

2. Metodología

Se realizó una revisión integradora descriptiva, con una búsqueda bibliográfica estructurada en PubMed Central y Google Académico entre marzo y abril de 2026, sin restricciones de idioma. Se seleccionaron artículos publicados en los últimos cinco años (2021 –2026) utilizando los siguientes términos obtenidos de los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS): «*Staphylococcus aureus*», «Vancomycin», «Resistance», «Mechanisms», «Therapeutics» y «VRSA», combinados mediante el operador booleano AND.

Los criterios de inclusión abarcaron artículos científicos completos, disponibles íntegramente de forma gratuita, publicados en los últimos cinco años y directamente relacionados con el tema. Se incluyeron estudios originales, revisiones de la literatura y revisiones sistemáticas sobre los mecanismos moleculares de resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina, la presencia y función del operón *vanA*, las alternativas terapéuticas para las cepas de VRSA o los efectos clínicos de la resistencia antimicrobiana.

Se excluyeron los artículos duplicados entre bases de datos, los estudios incompletos, los resúmenes sin texto completo, los trabajos ajenos al tema, las publicaciones fuera del periodo delimitado, los materiales sin el rigor científico adecuado y los estudios realizados exclusivamente en modelos animales.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

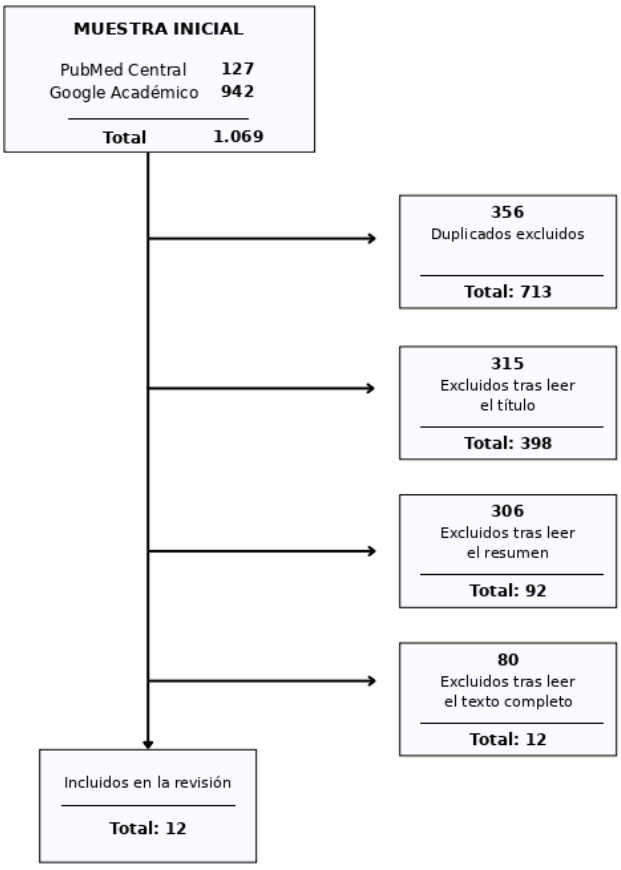
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

3. Resultados

La búsqueda estructurada en PubMed Central y Google Académico identificó inicialmente 1.069 estudios, 127 de PubMed Central y 942 de Google Académico. Primero se excluyeron 356 duplicados, con lo que quedaron 713 estudios para la siguiente etapa. Tras leer los títulos, se excluyeron 315 por carecer de relación directa con el tema o por incumplir los criterios de selección, y quedaron 398 artículos.

La lectura de los resúmenes condujo a la exclusión de 306 estudios, principalmente porque no abordaban directamente los mecanismos moleculares de resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina o las perspectivas terapéuticas relacionadas con el VRSA. Quedaron 92 artículos. Tras la lectura íntegra, se excluyeron otros 80 por no cumplir los criterios de inclusión establecidos. El corpus final de esta revisión integradora quedó formado por 12 artículos (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama de flujo de la selección de artículos



Fuente: Elaboración de la autora.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

En los 12 artículos incluidos se analizaron los mecanismos moleculares implicados en la resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina (VRSA), con énfasis en la presencia de los genes *vanA* y *vanB*, la transferencia horizontal de genes de resistencia y la aparición de cepas resistentes en muestras clínicas. También se examinaron las perspectivas terapéuticas para estas infecciones, entre ellas el uso de antimicrobianos alternativos, péptidos antimicrobianos, compuestos de origen vegetal y combinaciones de sustancias con potencial actividad antibacteriana.

Los enfoques principales de los estudios fueron la caracterización de los mecanismos de resistencia, la investigación de la diseminación de cepas resistentes y la evaluación de nuevas opciones terapéuticas. El Cuadro 1 presenta los títulos, los autores, los años de publicación, los objetivos y los resultados.

Cuadro 1 – Características de los artículos científicos seleccionados según título, autores, año de publicación, objetivo y resultados

Título	Año	Autores	Objetivo	Resultados
Prevalencia y manejo de *Staphylococcus aureus* no susceptible a la vancomicina: revisión narrativa	2026	Aroonlug Lulitanond; Aroonwadee Chanawong; Chikara Kaito	Presentar datos actuales sobre la prevalencia, los mecanismos de resistencia, la detección y las estrategias terapéuticas frente a *S. aureus* no susceptible a la vancomicina.	La resistencia a la vancomicina varía entre regiones, dificulta el tratamiento y exige alternativas terapéuticas y una mejor detección de las cepas resistentes.
Efecto de los ácidos orgánicos y los probióticos sobre *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina y la vancomicina aislado de pacientes de la gobernación de Dhi Qar: efecto de los ácidos orgánicos y los probióticos sobre *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina y la vancomicina	2026	Riyadh M. J. Alzamili; Hiyam A. Altaii	Determinar la eficacia de algunos ácidos orgánicos y probióticos para eliminar aislados clínicos de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) y a la vancomicina (VRSA).	Los ácidos orgánicos mostraron una eficacia antibacteriana muy superior a la del tratamiento con probióticos.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

Título	Año	Autores	Objetivo	Resultados
Actividad antibacteriana de la leche y el suero de camella combinados con algunos antibióticos frente a *Staphylococcus aureus* resistente a la vancomicina	2025	Abdallah et al.	Observar la actividad antibacteriana de la leche y el suero de camella combinados con antibióticos frente al VRSA.	La leche de camella se considera un producto natural prometedor que desempeña un papel importante en el aumento de la sensibilidad bacteriana a algunos antibióticos.
Espectro de la resistencia a la vancomicina en *Staphylococcus aureus* procedente de infecciones urinarias hospitalarias (HA-UTI) en pacientes cardíacos	2025	Asghar et al.	Investigar los genes de resistencia a la vancomicina en aislados de VRSA y relacionarlos con la virulencia, las bombas de eflujo y la sensibilidad a los antimicrobianos.	La resistencia mediada por *vanA* en el VRSA se asoció con la actividad de las bombas de eflujo y la expresión de genes de virulencia. Los estudios genómicos y transcriptómicos son esenciales para desarrollar terapias eficaces y mejorar el control de las infecciones.
Evaluación *in silico* de la crisina: farmacocinética, toxicidad y potencial como adyuvante frente a *Staphylococcus aureus* resistente a la vancomicina	2024	Harika Mudumbai; Lakshmi Velaga; Sri Ramya Balijepalli	Evaluar la farmacocinética, la toxicidad y la eficacia de la crisina frente a infecciones por MRSA y VRSA.	La alta absorción gastrointestinal, la permeabilidad moderada de la barrera hematoencefálica y el bajo potencial de inhibición del citocromo P450 sugirieron un riesgo mínimo de interacciones farmacológicas.
Fitocompuestos de la planta medicinal saudí *Ziziphus nummularia* frente a *Staphylococcus aureus* resistente a la vancomicina (VRSA) causante de dermatitis atópica (DA)	2023	Muhammad Musthafa Poyil; Mohammed H. Karrar Alsharif	Utilizar la nueva propiedad antibacteriana de la planta saudí *Ziziphus nummularia* para tratar la dermatitis atópica.	*Ziziphus nummularia* presentó fitocompuestos con actividad frente al VRSA.
Actividad sinérgica de la luteolina y la vancomicina frente a *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina	2022	Sun et al.	Investigar la actividad antibacteriana *in vitro* de la luteolina combinada con vancomicina frente al MRSA.	La luteolina mostró actividad *in vitro* frente al MRSA y, combinada con vancomicina, puede potenciar la actividad antibacteriana, favorecer efectos sinérgicos o aditivos y reducir la selección de bacterias resistentes.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

Título	**Año**	**Autores**	**Objetivo**	**Resultados**
Extracto de aceite de *Nigella sativa*: un nuevo inhibidor natural y específico de la transferencia conjugativa de resistencia a la vancomicina desde *Enterococcus faecium* resistente por *vanA/B* a *Staphylococcus aureus*	2022	Ahmad et al.	Investigar el efecto del aceite de *Nigella sativa* sobre la transferencia conjugativa de genes de resistencia a la vancomicina de *Enterococcus faecium* a *S. aureus* sensible a la vancomicina.	La transferencia del transposón Tn1546 y sus marcadores de resistencia a la vancomicina al VSSA se inhibió eficazmente en cepas donantes de VREtfm tratadas con una concentración subinhibitoria mínima de aceite de *N. sativa*.
Detección de los genes *vanA* y *vanB* en *Staphylococcus aureus* resistente a la vancomicina aislado de muestras clínicas en hospitales de Bagdad	2022	Ansam Basil AbdulRazzaq; AbdulMuhsin Moslim Shami; Kais Kassim Ghaima	Identificar los genes de resistencia a la vancomicina (*vanA* y *vanB*) en aislados clínicos de VRSA de pacientes hospitalizados en Bagdad, Irak, mediante análisis microbiológicos y moleculares.	Todos los aislados mostraron resistencia a la vancomicina asociada a la presencia de *vanA*, mientras que *vanB* se detectó en el 66,6 % de los casos.
Resistencia a la vancomicina en *Enterococcus* y *Staphylococcus aureus*	2022	Gen Li; Mark J. Walker; David M. P. De Oliveira	Analizar la epidemiología y los mecanismos de resistencia a la vancomicina en *Enterococcus spp.* y *Staphylococcus aureus*, e investigar alternativas terapéuticas para tratar las infecciones por estas bacterias resistentes.	*Enterococcus spp.* y *Staphylococcus aureus* pueden causar infecciones graves y desarrollar resistencia a la vancomicina mediante mecanismos genéticos y mutaciones. Pese a la existencia de alternativas terapéuticas, se necesitan nuevos antibióticos y estrategias de tratamiento para combatir la creciente resistencia bacteriana.
Péptidos antimicrobianos con actividad antibacteriana frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la vancomicina: clasificación, estructuras y mecanismos de acción	2021	Isabella Hernández-Aristizábal; Iván Darío Ocampo-Ibáñez	Revisar la investigación sobre péptidos antimicrobianos (AMP) activos frente a cepas de *S. aureus* resistentes o con resistencia intermedia a la vancomicina, considerando su clasificación, origen, características estructurales y mecanismos de acción.	Diversos péptidos antimicrobianos producidos naturalmente por distintas especies animales y bacterianas demostraron actividad antibacteriana *in vitro* e *in vivo* frente a cepas de VRSA y VISA.
Seguridad y eficacia del linezolid en comparación con la vancomicina para la infección nosocomial por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina: estudio prospectivo en la ciudad de Mysore, sur de la India	2021	MK Jayanthi; VK Jatin; Ramith Ramu	Evaluar la evidencia clínica del tratamiento con linezolid en pacientes con infección por MRSA en Mysore.	El linezolid ofreció el mismo beneficio que la vancomicina, con muchos menos efectos adversos.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

Fuente: Elaboración de la autora.

4. Discusión

El análisis de los artículos seleccionados permitió identificar distintos aspectos de la resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina (VRSA), entre ellos los mecanismos moleculares implicados, la diseminación de genes de resistencia, la aparición de cepas resistentes en muestras clínicas y las perspectivas terapéuticas investigadas. Los estudios subrayan la importancia de comprender los mecanismos genéticos, especialmente los asociados a *vanA* y *vanB*, y de buscar alternativas para hacer frente a estas infecciones.

La vancomicina es un antibiótico glucopéptido que se utiliza principalmente en el tratamiento de infecciones graves por bacterias grampositivas, incluidas las cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (MRSA). Inhibe la síntesis de la pared celular bacteriana al unirse con alta afinidad al dipéptido terminal D-Ala-D-Ala de los precursores del peptidoglucano. La aparición de cepas resistentes a la vancomicina supone un desafío terapéutico, ya que compromete la eficacia de este antimicrobiano (Sun et al., 2022).

Según Li, Walker y Oliveira (2022), la resistencia a la vancomicina puede relacionarse con la adquisición de determinantes genéticos y con alteraciones en los mecanismos bacterianos implicados en la acción del fármaco. El desarrollo de esta resistencia está directamente relacionado con la adquisición de genes de resistencia, entre los que destaca el operón *vanA* (AbdulRazzaq, Shami y Ghaima, 2022). Según Lulitanond, Chanawong y Kaito (2026), *S. aureus* puede adquirir *vanA* por transferencia horizontal, con frecuencia a partir de especies de *Enterococcus* portadoras del transposón Tn1546. El operón modifica la síntesis de la pared celular bacteriana al sustituir el extremo D-Ala-D-Ala por D-Ala-D-Lac. Este cambio reduce considerablemente la afinidad de la vancomicina por su sitio de acción y confiere a la bacteria un alto nivel de resistencia (Li, Walker y Oliveira, 2022).

La importancia de este mecanismo se observó en el estudio de AbdulRazzaq, Shami y Ghaima (2022), quienes analizaron aislados clínicos hospitalarios y constataron que el 100 % de las cepas resistentes a la vancomicina presentaba el gen *vanA*, mientras que *vanB* se detectó en el 66,6 % de los casos. Los autores indicaron que *vanA* era el principal determinante del establecimiento de la resistencia y que *vanB* por sí solo era insuficiente para conferir el mismo perfil.

Asghar et al. (2025) investigaron aislados procedentes de infecciones urinarias asociadas a la atención sanitaria y vincularon la resistencia a la vancomicina con la presencia

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

de genes de resistencia, bombas de eflujo y factores de virulencia. La revisión de Lulitanond, Chanawong y Kaito (2026) también destaca la importancia de la vigilancia epidemiológica, la detección adecuada de cepas resistentes y la búsqueda de alternativas terapéuticas. En conjunto, los estudios destacan la relevancia de *vanA* para la resistencia a la vancomicina y la necesidad de vigilar su diseminación, especialmente en el medio hospitalario, donde otros mecanismos de resistencia y virulencia pueden dificultar el tratamiento.

Ante la pérdida de eficacia de la vancomicina, el manejo clínico de las infecciones por cepas de VRSA ha requerido nuevas estrategias terapéuticas y antibióticos alternativos. La revisión de Lulitanond, Chanawong y Kaito (2026) señala que, una vez confirmada la disminución de la sensibilidad a la vancomicina, se debe cambiar sin demora a otros antimicrobianos. Destaca el linezolid como una opción viable y con buena actividad contra las cepas resistentes.

Jayanthi, Jatin y Ramu (2021) demostraron la eficacia clínica de este enfoque en un estudio prospectivo que comparó la seguridad y la eficacia del linezolid y la vancomicina en el tratamiento de infecciones nosocomiales por *S. aureus* multirresistente. Los autores observaron que el linezolid, administrado por vía oral o intravenosa, alcanzó una tasa de curación clínica del 100 %, equivalente a la eficacia esperada con vancomicina, con una incidencia significativamente menor de eventos adversos graves, como tromboflebitis y diarrea. Estas evidencias respaldan el linezolid como antibiótico de rescate y como alternativa más segura y clínicamente equivalente en los protocolos actuales.

El linezolid es un antibiótico de la clase de las oxazolidinonas que inhibe la síntesis de proteínas bacterianas, mientras que la vancomicina interfiere en la formación de la pared celular (Li, Walker y Oliveira, 2022). Según Jayanthi, Jatin y Ramu (2021), el linezolid detiene el crecimiento bacteriano al alterar la producción de proteínas y, en consecuencia, las funciones celulares. Por ello, constituye una alternativa terapéutica para determinadas infecciones por bacterias grampositivas resistentes, según el perfil de sensibilidad del microorganismo.

Además de los antimicrobianos ya utilizados en la práctica clínica, los estudios seleccionados investigaron sustancias capaces de interferir en la diseminación de genes de resistencia. Ahmad et al. (2022), por ejemplo, evaluaron el efecto del aceite de *Nigella sativa* sobre la transferencia conjugativa de determinantes de resistencia a la vancomicina de *Enterococcus faecium* a *S. aureus*. El aceite de *Nigella sativa* es un producto natural accesible y rico en ácidos grasos insaturados, que contiene compuestos bioactivos cuyas propiedades antimicrobianas se han investigado (Ahmad et al., 2022). Los resultados indicaron una

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

inhibición de la transferencia del transposón Tn1546 asociado a los genes de resistencia tras tratar las bacterias donantes con concentraciones subinhibitorias del aceite.

Esta estrategia suscita interés científico porque actúa sobre un proceso relacionado con la diseminación de la resistencia, en lugar de limitarse a inhibir el crecimiento bacteriano. Los resultados indican un potencial experimental para reducir la transferencia horizontal de genes, pero son insuficientes para afirmar que el compuesto previene la diseminación del VRSA en pacientes o en el ámbito hospitalario. Su posible aplicación depende de investigaciones adicionales sobre su seguridad, eficacia y viabilidad en condiciones clínicas (Ahmad et al., 2022).

Otra perspectiva estudiada consiste en combinar compuestos naturales con antimicrobianos convencionales para potenciar la actividad antibacteriana. Sun et al. (2022) estudiaron la luteolina combinada con vancomicina frente a cepas de *S. aureus* resistentes a la meticilina (MRSA) y comunicaron resultados sobre la actividad antibacteriana de la combinación. Asimismo, Mudumbai, Velaga y Balijepalli (2024) investigaron la crisina como posible adyuvante frente a *S. aureus* resistente a la vancomicina mediante análisis computacionales de las interacciones moleculares, las propiedades farmacocinéticas previstas y la toxicidad. Estos resultados ayudan a identificar moléculas candidatas a futuras investigaciones. Las predicciones computacionales por sí solas no demuestran la eficacia terapéutica ni la seguridad en seres humanos.

Otros estudios analizaron el potencial antibacteriano de los fitocompuestos de *Ziziphus nummularia* (Poyil y Alsharif, 2023), los ácidos orgánicos (Alzamili y Altaii, 2026) y la leche de camella combinada con antibióticos convencionales (Abdallah et al., 2025). Aunque estas investigaciones amplían las posibilidades de estudiar sustancias con actividad antimicrobiana, sus resultados deben interpretarse teniendo en cuenta los modelos experimentales, las concentraciones probadas, los microorganismos evaluados y los desenlaces observados. Demostrar actividad antibacteriana en el laboratorio no basta para establecer que estas sustancias traten eficazmente las infecciones por VRSA. Del mismo modo, un efecto combinado es insuficiente para caracterizar una sinergia sin aplicar métodos adecuados para evaluarla.

Pese a los resultados prometedores, la literatura analizada presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar las perspectivas terapéuticas. Algunas investigaciones utilizan ensayos *in vitro* para evaluar la actividad antibacteriana en condiciones controladas. Otras emplean enfoques *in silico* para predecir interacciones moleculares y propiedades

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

farmacocinéticas. Si bien estas metodologías son importantes para identificar candidatos terapéuticos, no reproducen íntegramente la complejidad del organismo humano.

Por ello, siguen siendo necesarias investigaciones adicionales sobre toxicidad, biodisponibilidad, eficacia, dosificación y posibles interacciones con otros medicamentos, así como estudios *in vivo* y ensayos clínicos cuando proceda. En síntesis, el linezolid y otros antimicrobianos con actividad demostrada frente al agente y en el cuadro clínico correspondiente son opciones que cabe considerar en la práctica clínica. Los compuestos naturales y las estrategias adyuvantes se encuentran en distintas fases de investigación. El avance de estos enfoques depende de evidencias sólidas que permitan determinar su efectividad y seguridad y aclarar su posible contribución frente a las infecciones por *S. aureus* resistente a la vancomicina.

5. Consideraciones finales

Esta revisión mostró que la resistencia de *Staphylococcus aureus* a la vancomicina (VRSA) constituye un desafío para la salud pública y la microbiología clínica, principalmente por la adquisición de determinantes genéticos de resistencia, entre los que destaca el operón *vanA*. Este mecanismo modifica los precursores de la pared celular bacteriana, reduce la afinidad de la vancomicina por su diana y compromete su actividad antimicrobiana. La posibilidad de transferencia horizontal de genes de resistencia refuerza la importancia de vigilar estas cepas, especialmente en el ámbito hospitalario.

En cuanto a las perspectivas terapéuticas, los estudios analizados destacaron el linezolid como alternativa para determinadas infecciones por bacterias grampositivas resistentes. Su uso debe considerar el perfil de sensibilidad del microorganismo y el estado clínico del paciente. También se identificaron investigaciones prometedoras sobre compuestos naturales capaces de interferir en la transferencia de genes de resistencia y sustancias con potencial para potenciar la actividad de los antimicrobianos convencionales. Estas estrategias aún presentan limitaciones, pues una parte importante de la evidencia procede de experimentos *in vitro* y análisis *in silico*. Se requieren estudios adicionales para determinar su eficacia, seguridad y aplicabilidad clínica.

En este contexto, los profesionales de la biomedicina contribuyen a combatir la resistencia antimicrobiana mediante pruebas de laboratorio, identificación de microorganismos resistentes, investigación de determinantes genéticos y procedimientos de control de calidad. Su trabajo también apoya la vigilancia epidemiológica y aporta información de laboratorio

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

fiable a los equipos asistenciales y a los servicios de control de infecciones asociadas a la atención sanitaria.

Por último, se destaca la importancia de realizar nuevos estudios sobre los mecanismos de resistencia, la dinámica de diseminación horizontal de los genes van y la validación clínica de los compuestos adyuvantes, para avanzar en las estrategias terapéuticas y preservar la eficacia de los antimicrobianos.

Referencias

ABDALLAH, Lubna et al. Antibacterial Activity of Camel Milk and Whey in Combination with some Antibiotics Against Vancomycin Resistant *Staphylococcus Aureus*. **An-Najah University Journal for Research - A (Natural Sciences)**, [s. l.], vol. 40, no. 1, pp. 71–76, 2026.

AHMAD, Adel Attia M. et al. *Nigella sativa* oil extract: A natural novel specific conjugal transfer inhibitor of vancomycin resistance from *vanA/B*-resistant *Enterococcus faecium* to *Staphylococcus aureus*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 133, n. 2, p. 619–629, 2022

ALZAMILI, Riyadh M. J.; ALTAII, Hiyam A.; IVANOVSKI, Igor. Effect of Organic Acids and Probiotics on Methicillin and Vancomycin-Resistant *Staphylococcus aureus* Isolated from Patients in the Dhi Qar Governorate. **Rafidain Journal of Science**, [s. l.], vol. 35, no. 2, pp. 60–69, 2026.

AMER, Ali A. et al. Development of Vancomycin, a Glycopeptide Antibiotic, in a Suitable Nanoform for Oral Delivery. **Molecules**, [s. l.], vol. 30, no. 7, 2025.

ASGHAR, Muhammad Umer et al. Unveiling the spectrum of vancomycin resistance in *Staphylococcus aureus* from Hospital-acquired urinary tract infections (HA-UTI) in cardiac patients. **Molecular Biology Reports**, [s. l.], vol. 52, no. 1, 2025.

BASIL ABDULRAZZAQ, Ansam; MOSLIM SHAMI, AbdulMuhsin; KASSIM GHAIMA, Kais. Detection of *vanA* and *vanB* genes Among Vancomycin Resistant *Staphylococcus aureus* Isolated from Clinical Samples in Baghdad Hospitals. **Iraqi Journal of Biotechnology**. [S. l.]: [s. d.], 2022.

CAETANO, Giselle Soares; SILVA, Fernanda Gonçalves. RESISTÊNCIA BACTERIANA E O IMPACTO DO USO INDISCRIMINADO DE ANTIBIÓTICOS: Revisão narrativa da literatura. **Scientia Generalis**, [s. l.], vol. 6, no. 2, pp. 212–220, 2025.

DAVIS, Kathleen P. et al. *In vitro* identification of underutilized β-lactam combinations against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia isolates. **Microbiology Spectrum**, [s. l.], vol. 12, no. 8, 2024.

HERNÁNDEZ-ARISTIZÁBAL, Isabella; OCAMPO-IBÁÑEZ, Iván Darío. Antimicrobial peptides with antibacterial activity against vancomycin-resistant *staphylococcus aureus* strains: Classification, structures, and mechanisms of action. [S. l.]: MDPI, 2021.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026

JATIN, VK; JAYANTHI, MK; RAMU, Ramith. Safety and efficacy of linezolid treatment in comparison with vancomycin for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nosocomial infection: A prospective study in Mysore City, South India. **International Journal of Health & Allied Sciences**, [s. l.], vol. 10, no. 1, p. 23, 2021.

LI, Gen; WALKER, Mark J.; DE OLIVEIRA, David M.P. Vancomycin Resistance in *Enterococcus* and *Staphylococcus aureus*. [S. l.]: MDPI, 2023.

LULITANOND, Aroonlug; CHANAWONG, Aroonwadee; KAITO, Chikara. Prevalence and management of vancomycin non-susceptible *Staphylococcus aureus*: A narrative review. [S. l.]: Elsevier Ltd, 2026.

MUDUMBAI, Harika; VELAGA, Lakshmi; BALIJEPALLI, Ramya. *In Silico* Evaluation of Chrysin: Pharmacokinetics, Toxicity, and Potential as an Adjuvant in Combating Vancomycin-Resistant *Staphylococcus aureus*. Harika Mudumbai et.alAJBR **Afr. J. Biomed. Res**, [s. l.], vol. 27, no. 4s, p. 2024

POYIL, Muhammad Musthafa; ALSHARIF, Mohammed H. Karrar. Phytocompounds from Saudi Medicinal Plant *Ziziphus nummularia* against Vancomycin-Resistant *Staphylococcus aureus* (VRSA) Causing Atopic Dermatitis (AD). **International Journal of Pharmacology**, [s. l.], vol. 19, no. 5, pp. 655–664, 2023.

SUN, Yixuan et al. Luteolin and Vancomycin Synergistically Resisted Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. **International Journal of Pharmacology**, [s. l.], vol. 18, no. 1, pp. 164– 170, 2022.

TABASHSUM, Zajeba et al. Palmitoleic acid sensitizes vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* to vancomycin by outpacing the expression of resistance genes. **Microbiology Spectrum**, [s. l.], vol. 13, no. 1, 2025.

TAHA, Mariam et al. Combining bacteriophage and vancomycin is efficacious against MRSA biofilm-like aggregates formed in synovial fluid. **Frontiers in Medicine**, [s. l.], vol. 10, 2023.

TAO, Shuan et al. Targeted elimination of Vancomycin resistance gene *vanA* by CRISPR-Cas9 system. **BMC Microbiology**, [s. l.], vol. 23, no. 1, 2023.

TOUAITIA, Rahima et al. *Staphylococcus aureus*: A Review of the Pathogenesis and Virulence Mechanisms. [S. l.]: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 2025.

VIVEKANANDAN, K.E. et al. Exploring molecular mechanisms of drug resistance in bacteria and progressions in CRISPR/Cas9-based genome expurgation solutions. **Global Medical Genetics**, [s. l.], vol. 12, no. 2, p. 100042, 2025.

WU, Qianxing et al. RETRACTED ARTICLE: Systematic review and meta-analysis of the epidemiology of vancomycin-resistance *Staphylococcus aureus* isolates. **Antimicrobial Resistance and Infection Control**, v. 10, n. 1, 2021.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.