



III Taller nacional científico metodológico de profesores de la educación médica. Del 1 al 30 de septiembre 2025. EDUCIENCIAPDCL2025

CENCOMED (Actas del Congreso), educienciapdcl2025, (septiembre 2025) ISSN 2415-0282

Potencial de los productos de abejas sin aguijón frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes

Potential of stingless bee products against resistant *Staphylococcus aureus* strains

Est. Yazmín Elena Hernández Díaz¹ <https://orcid.org/0009-0001-9057-7182>

MSc. Nidia Elena Díaz Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0002-6859-2562>

MSc. Lidia Rosa Guerra Pérez³ <https://orcid.org/0000-0001-6860-604X>

Est. Nallaly Guerra García⁴ <https://orcid.org/0009-0008-6781-2106>

Est. Leandro Mikio Tsuchiya Portal⁵ <https://orcid.org/0009-0008-1290-2702>

Est. Ana Karla Gómez Ortega⁶ <https://orcid.org/0009-0003-0481-5098>

Est. Marcia Santos Rodríguez⁷ <https://orcid.org/0000-0002-1965-2346>

¹Estudiante de tercer año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: yazminelenahernandezdiaz@gmail.com

²Dra. Medicina Veterinaria. MSc. Medicina Veterinaria Preventiva. Profesora Auxiliar. Departamento Medios Diagnósticos, Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: nidiaelenadiaz70@gmail.com

³Licenciada en Psicología. MSc. Sexología Clínica Comunitaria. Profesora Asistente. Departamento de Medicina Natural y Tradicional, Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: lidyarosa@infomed.sld.cu

⁴Estudiante de tercer año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: nallaly.guerra@gmail.com

⁵Estudiante de primer año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: leandrotsuchiyaportalpro@gmail.com

⁶Estudiante de cuarto año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: anakarlag02004@gmail.com

⁷Estudiante de sexto año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: ms1227103@gmail.com

I RESUMEN

Introducción: *Staphylococcus aureus*, especialmente las cepas resistentes a meticilina (SARM), constituye una preocupación global en la salud pública por su resistencia a los antibióticos. Ello impulsa la búsqueda de alternativas terapéuticas, destacando los productos de abejas sin aguijón por su potencial antimicrobiano.

Objetivo: describir el potencial de los productos de abejas sin aguijón frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes. **Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica en PubMed, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, utilizando artículos publicados entre 2009-2025 en inglés y español. Se identificaron 45 artículos científicos sometidos a un cribado por título y resumen. Se excluyeron duplicados, artículos de opinión y aquellos sin resultados completos, un total de 36 estudios fueron incluidos en la revisión. **Resultados:** Los productos de las abejas sin aguijón demostraron una actividad antibacteriana. La miel de estas especies mostró eficacia atribuible a su acidez, osmolaridad, producción de peróxido de hidrógeno y la presencia de compuestos bioactivos y proteínas, logrando inhibir incluso cepas SARM. Los propóleos caracterizados por su riqueza en flavonoides y terpenos, manifestaron inducir la alteración de la membrana bacteriana, con eficacia comparable a la de los antibióticos convencionales. El geoprópolis reveló potencial antimicrobiano y capacidad para fortalecer el efecto de los antibióticos. **Conclusión:** los productos de las abejas sin aguijón representan una potencial fuente prometedora de compuestos bioactivos frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes. Sus mecanismos de acción multifactoriales los posicionan como alternativas terapéuticas naturales complementarias. No obstante, se requiere más investigación clínica para validar su aplicación médica segura y eficaz.

Palabras clave: Potencial antimicrobiano; abejas sin aguijón; *Staphylococcus aureus* resistente; SAMR.

I ABSTRACT

Introduction: *Staphylococcus aureus*, especially methicillin-resistant strains (MRSA), is a global public health concern due to its resistance to antibiotics. This is driving the search for therapeutic alternatives, with stingless bee products being particularly noteworthy for their antimicrobial potential. **Objective:** To describe the potential of stingless bee products against resistant *Staphylococcus aureus* strains. **Methods:** A literature review was conducted in PubMed, Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar, using articles published between 2009 and 2025 in English and Spanish. 45 scientific articles were identified and screened by title and abstract. Duplicates, opinion articles, and those without complete results were excluded. A total of 36 studies were included in the review. **Results:** Stingless bee products demonstrated antibacterial activity. Honey from these species showed efficacy attributable to its acidity, osmolarity, hydrogen peroxide production, and the presence of bioactive compounds and proteins, even inhibiting MRSA strains. Propolis, characterized by its richness in flavonoids and terpenes, was shown to induce bacterial membrane disruption, with efficacy comparable to that of conventional antibiotics. Geopropolis revealed antimicrobial potential and the ability to enhance the effect of antibiotics. **Conclusion:** Stingless bee products represent a promising potential source of bioactive compounds against resistant *Staphylococcus aureus* strains. Their multifactorial mechanisms of action position them as complementary natural therapeutic alternatives. However, further clinical research is required to validate their safe and effective medical application.

Keywords: antimicrobial potential; stingless bees; resistant *Staphylococcus aureus*; MRSA.

II INTRODUCCIÓN

Staphylococcus aureus es un microorganismo patógeno de distribución global, capaz de infectar a individuos de cualquier grupo de edad en todas las regiones geográficas.⁽¹⁾ Es responsable de una variedad de afecciones, que abarca desde infecciones leves hasta condiciones invasivas y graves como neumonía, bacteriemia, endocarditis, osteomielitis y sepsis.⁽²⁾

Esta bacteria actúa como un comensal habitual en los seres humanos, formando parte de su microbiota normal.⁽³⁾ Se calcula que alrededor del 30% de la población global está colonizada de manera asintomática, fundamentalmente en las fosas nasales.⁽¹⁾ También puede establecerse en otras zonas de la piel y membranas mucosas, como la superficie cutánea, la garganta, las axilas, la ingle y el periné.⁽⁴⁾

Clínicamente, es crucial clasificarla según su resistencia antibiótica, distinguiéndose entre *S. aureus* sensible a meticilina (SASM) y resistente a meticilina (SARM). Las cepas SARM portan el gen *mecA*, que produce la proteína PBP2a. Esta proteína tiene una afinidad reducida por los antibióticos betalactámicos, lo que las hace resistentes a meticilina, oxacilina y a la mayoría de las cefalosporinas.⁽²⁾

La emergencia y propagación de cepas SARM ha añadido complejidad a la situación epidemiológica. El SARM es una de las principales causas de infecciones relacionadas con la atención sanitaria y ha surgido también como un patógeno comunitario relevante (SARM-AC). Su prevalencia global es dispar, registrándose desde menos del 1% en ciertas zonas del norte de Europa hasta más del 50% en algunas regiones de Asia y América.⁽⁵⁾

En América Latina, la epidemiología de las infecciones es heterogénea. Un estudio multinacional prospectivo de cohorte en 24 hospitales de nueve países encontró que el SARM representaba el 44.7% de los casos de bacteriemia por *S. aureus*, con una distribución geográfica desigual.⁽⁶⁾

La prevalencia del SARM en esta región es muy diversa, oscilando entre un 6% en América Central y un 80% en ciertos países sudamericanos. Esta disparidad podría explicarse por variaciones en las medidas de control de infecciones, el consumo de antibióticos y la presencia de clones específicos de SARM.⁽⁷⁾

En cuatro hospitales de Cuba se detectó la circulación de clones específicos, entre ellos el USA300, un clon de SARM-AC muy virulento que se ha propagado a nivel global.⁽⁸⁾ Se ha calculado que la prevalencia de SARM es de un 6%, una cifra baja en comparación con otras naciones de la región.⁽⁷⁾ La detección de clones como el USA300 es alarmante por su potencial para generar brotes e incrementar la carga de enfermedad.

La resistencia antibiótica progresiva constituye un grave problema de salud pública, lo que hace imperioso explorar tratamientos alternativos de origen natural. Los productos naturales son considerados fuentes valiosas para el hallazgo y creación de medicamentos contra diversas enfermedades.

Los productos naturales elaborados por las abejas sin aguijón han despertado un interés considerable en la comunidad científica debido a su efecto antibacteriano. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es describir el potencial de los productos de abejas sin aguijón frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes.

III MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos de la literatura científica actualizada referente al potencial de los productos de abejas sin aguijón frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes. La búsqueda de información se llevó a cabo en PubMed, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar.

Se emplearon los descriptores en español e inglés: "abejas sin aguijón", " *Staphylococcus aureus*", "miel", "propóleos" y "geopropoleos", "honey" and " antimicrobial activity; a través de operadores booleanos AND y OR.

Inicialmente se identificaron 45 artículos científicos de diversas fuentes nacionales e internacionales, se realizó un cribado por título y resumen. Finalmente, 36 estudios fueron incluidos en la revisión.

Los artículos fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión:

Criterios de inclusión: publicaciones entre 2009 y 2025. Artículos originales (estudios in vitro e in vivo) y revisiones sistemáticas que evaluaran la actividad antimicrobiana en la miel, propóleos o geopropóleos derivados de abejas sin aguijón contra cepas de *S. aureus*, incluyendo cepas resistentes a meticilina (SARM). Prioridad a estudios de los últimos cinco años para garantizar actualidad y pertinencia.

Criterios de exclusión: artículos que no abordaran específicamente la interacción entre *Staphylococcus aureus* y los productos analizados. Opiniones, editoriales, cartas al editor o resúmenes de congresos sin publicación completa. Estudios duplicados o con datos redundantes.

Los hallazgos fueron sintetizados mediante un análisis cualitativo narrativo, agrupando los resultados de acuerdo con los tipos de productos estudiados (miel, propóleos, geopropóleos) y su potencial frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes.

IV RESULTADOS

Staphylococcus aureus es un patógeno de gran importancia clínica debido a su alta prevalencia y la creciente resistencia a antibióticos convencionales. Esta problemática ha incentivado la búsqueda de terapias alternativas, entre las cuales se destacan los productos naturales derivados de abejas sin aguijón, que han despertado considerable interés debido a su compleja composición bioquímica y sus comprobadas propiedades antimicrobianas.

A Actividad antimicrobiana de la miel

La miel está compuesta principalmente por azúcares y agua, aunque contiene en menor proporción proteínas, aminoácidos libres, enzimas, lípidos, vitamina C, minerales, ácidos fenólicos y flavonoides.⁽⁹⁾ La composición de la producida por abejas sin aguijón varía en función de factores como la especie de abeja, la ubicación geográfica y la diversidad de la flora local.

Aunque las proteínas y aminoácidos constituyen una fracción pequeña dentro de la miel, desempeñan un papel crucial como fuente de nitrógeno y péptidos antimicrobianos. Se ha identificado la presencia de defensinas como la Defensina-1 y la himenoptaecina, que tienen capacidad para inducir lisis bacteriana.⁽¹⁰⁾

Entre los factores que intervienen en la actividad antimicrobiana destacan la combinación de compuestos orgánicos e inorgánicos derivados del néctar floral, así como propiedades físico-químicas propias de la miel, tales como su elevada acidez y osmolaridad.⁽¹¹⁾

Los compuestos fenólicos son especialmente relevantes por sus propiedades antimicrobianas.⁽¹²⁾ Se han identificado ácidos clorogénicos, cafeicos, catequina, miricetina, quercetina y apigenina. Estos se encuentran implicados en mecanismos de acción microbicida que incluyen la interacción con la pared celular bacteriana, la inhibición de la síntesis proteica y el daño al ADN bacteriano.⁽¹³⁾

Estudios realizados en América Latina han confirmado que la miel de melipónidos presenta una actividad antimicrobiana superior a la miel de *Apis mellifera*, evidenciando su potencial para eliminar bacterias patógenas.⁽⁹⁾

La miel de *Melipona* ha demostrado eficacia significativa contra cepas de *Staphylococcus aureus*, incluso contra MRSA. Esta actividad se atribuye a su alta osmolaridad, pH ácido (rango 3.2-4.5), producción de peróxido de hidrógeno mediada por la glucosa oxidasa, y la presencia de flavonoides y ácidos fenólicos. La inhibición del crecimiento en heridas infectadas por *S. aureus* ha sido confirmada en estudios con *Melipona scutellaris*, mostrando superioridad frente a azúcares simples.⁽¹⁴⁾

Se ha documentado en estudios *in vitro* la capacidad antimicrobiana de mieles de distintas especies de abejas sin aguijón contra *S. aureus*, tras exposiciones de 12 a 24 horas.⁽¹²⁾ Los principales factores involucrados en esta actividad son la baja actividad de agua, elevada acidez, enzimas, peróxido de hidrógeno, compuestos no peroxídicos como el metilglioxal, péptidos antimicrobianos (defensina-1) y compuestos fenólicos.⁽¹⁵⁾

Se ha observado que algunas mieles de este tipo de abeja, provenientes de zonas periurbanas requieren concentraciones menores para inhibir el crecimiento bacteriano, lo que sugiere que el entorno de producción influye en la potencia antimicrobiana.⁽¹⁶⁾ En Yucatán, por ejemplo, se ha documentado la inhibición del crecimiento de *S. aureus* con concentraciones de miel menores al 15 % (p/v).⁽¹⁷⁾

Investigaciones con mieles de melipónidos han evidenciado alteraciones morfológicas en las bacterias que inhiben la división celular como fue observado en mieles producidas por *Melipona eburnea*, *Melipona grandis*, *Melipona flavolineata* y *Melipona seminigra*.⁽¹⁸⁾ Se han identificado compuestos fenólicos, ácidos alifáticos y alcoholes grasos en mieles *Heterotrigona itama*, que contribuyen a sus propiedades antibacterianas.⁽¹⁹⁾

Ensayos clínicos han mostrado halos de inhibición significativos en cepas clínicas de *S. aureus* tratadas con miel de *Melipona*, comparando favorablemente su eficacia con la de antibióticos convencionales.⁽²⁰⁾ En pacientes diabéticos con lesiones infectadas, la aplicación de miel de *Melipona* ha favorecido la cicatrización y control de la infección, aunque es necesario incrementar el número de estudios controlados para validar estos resultados.⁽²¹⁾

B Miel de Melipona beecheii

En la miel de *Melipona beecheii*, se han identificado aproximadamente 24 proteínas, de las cuales tres (dos con peso molecular de 25 kDa y una de 95 kDa) contribuyen directamente a la actividad antimicrobiana contra *S. aureus* ATCC 25923.⁽¹⁷⁾ Estas proteínas, junto con los compuestos fenólicos, actúan de manera sinérgica para inhibir el crecimiento bacteriano, incluso en ausencia de peróxido de hidrógeno, lo que indica la existencia de mecanismos adicionales de acción antibacteriana.⁽²²⁾

Ramírez-Miranda et al.,⁽²³⁾ han evaluado la calidad microbiológica y la actividad antimicrobiana de numerosas muestras de miel de *Melipona beecheii*, confirmando su eficacia frente a *S. aureus* y resaltando su potencial uso terapéutico. Otra investigación revisó los mecanismos antimicrobianos de la miel, destacando su efectividad incluso contra bacterias resistentes y resaltando el valor colectivo de mieles de distintas especies para combatir infecciones clínicas.⁽²⁴⁾

Grajales-Conesa et al.,⁽²⁵⁾ y Srolis-Andrade⁽²⁶⁾ evidenciaron la variabilidad en propiedades fisicoquímicas y actividad antibacteriana de mieles de melipónidos, confirmando la superioridad de la miel de *Melipona beecheii* en la inhibición de *S. aureus*, incluyendo cepas resistentes a meticilina. Estos hallazgos sustentan la viabilidad de la miel como una alternativa terapéutica natural con potencial para integrarse en el tratamiento complementario de infecciones bacterianas.

La miel de abejas sin aguijón, particularmente de *Melipona beecheii*, representa una fuente valiosa de compuestos bioactivos con efectos antimicrobianos complejos y multifactoriales. Su potencial para combatir cepas resistentes de *Staphylococcus aureus* amplía las opciones terapéuticas naturales y abre la puerta a estrategias combinadas que puedan reducir la dependencia de antibióticos convencionales y mitigar la emergencia de resistencias bacterianas.

C Geopropóleo

El geopropóleo es un producto natural formado por una mezcla compleja que incluye resinas vegetales, exudados de árboles, secreciones salivales, cera y partículas de tierra o arcilla. Las abejas sin aguijón utilizan esta mezcla en sus colmenas como un medio para evitar el crecimiento de bacterias. Esta capacidad se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos, con importantes propiedades antimicrobianas.⁽²⁷⁾

Esta sustancia ha demostrado en estudios preliminares un potencial como agente antimicrobiano especialmente contra *Staphylococcus aureus*. A pesar de que la evidencia directa es aún limitada en comparación con la miel y propóleo, su alto contenido en compuestos fenólicos y antioxidantes sugiere que puede favorecer la cicatrización y controlar infecciones en heridas.⁽²⁸⁾

En México y Brasil han identificado más de 600 compuestos bioactivos en el geopropóleo de diferentes especies de *Melipona*, principalmente terpenoides y compuestos fenólicos. Dentro de estos últimos, los fenoles y flavonoides totales destacan por su actividad antimicrobiana contra patógenos como *Staphylococcus aureus*, implicados en infecciones cutáneas e infecciones gastrointestinales.⁽²⁹⁾

En estudio de Yusop et al.,⁽³⁰⁾ reveló que el extracto de geopropóleo de *Trigona itama*, una especie distribuida en Malasia, ejerce un efecto antibacteriano contra *Staphylococcus aureus*. Extractos de geopropóleo de *Melipona subnitida* han mostrado buena actividad inhibitoria y capacidad de modulación de antibióticos en modelos experimentales sin toxicidad, sugiriendo que este producto puede potenciar el efecto de antibióticos.⁽³¹⁾

El geoprópóleo, aunque es un producto natural con evidencia todavía limitada en comparación con la miel y el propóleo, tiene un notable potencial como agente antimicrobiano, especialmente contra *Staphylococcus aureus*. Se destaca la riqueza en compuestos fenólicos y antioxidantes, que sugieren beneficios en la cicatrización y el control de infecciones. Además, señala que estudios preliminares respaldan su capacidad para potenciar antibióticos sin toxicidad, lo que abre posibilidades importantes para su uso terapéutico.

D Propóleo

El propóleo producido por abejas sin aguijón (SBP) es reconocido por su potente actividad antimicrobiana contra diversos microorganismos. Los extractos de SBP han demostrado una acción amplia contra bacterias Gram positivas como *Staphylococcus aureus*, mostrando una eficacia comparable o superior a antibióticos estándar.⁽³²⁾

En Brasil han identificado más de 50 compuestos químicos en el propóleo, especialmente terpenoides y fenoles. La composición química varía según la flora local y la especie de abeja, con un contenido aproximado entre 50-55% resinas y bálsamos, 30-40% cera, 5-10% aceites esenciales, 5% polen y otros materiales orgánicos y minerales. Entre los compuestos bioactivos destacan los flavonoides (flavonas, isoflavonas, flavononas), ácidos aromáticos, ésteres (como ácido cafeico y cinámico), aldehídos aromáticos (vainillina e isovainillina), cetonas, hidrocarburos, alcoholes, terpenos y vitaminas.⁽³³⁾

El propóleo de *Melipona* ha mostrado una marcada actividad antimicrobiana específica contra *S. aureus*, siendo esta bacteria la más susceptible ante extractos metanólicos y etanólicos. Esto se debe a la presencia de compuestos bioactivos que alteran la membrana bacteriana y afectan procesos metabólicos esenciales para la bacteria. Además, la actividad puede variar según la región y la temporada de recolección, lo que refleja la diversidad química del producto.⁽³⁴⁾

En la investigación de *Melipona beecheii* en Matanzas concluyeron que las extracciones con metanol y etanol permitieron obtener productos con alta actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*. Los propóleos contenían grupos funcionales responsables de esta acción, como flavonoides, antraquinonas y terpenos.⁽³⁵⁾

Yusop et al.,⁽³⁰⁾ evidenciaron que extractos de *Trigona itama* presentan acción antibacteriana contra *S. aureus*. El propóleo de abejas *Melipona* también demostró eficacia contra cepas resistentes a antibióticos, debido a su composición rica en ácido hidroxicinámico, flavonoides y sus derivados glucosilados. Extractos etanólicos de *Melipona solani* y otras especies presentaron concentraciones mínimas inhibitorias entre 3 y 8 mg/mL, con posibles efectos sinérgicos al combinarse con otros agentes naturales como el ajo (*Allium sativum*).⁽³⁶⁾

El propóleo producido por abejas sin aguijón, especialmente el de especies como *Melipona* y *Trigona itama*, posee una potente actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, incluyendo cepas resistentes a antibióticos. Esta acción se atribuye a su rica composición química en compuestos bioactivos como flavonoides, terpenos y ácidos hidroxicinámicos, que pueden alterar la membrana bacteriana y procesos metabólicos esenciales de la bacteria. Además, el propóleo puede tener efectos sinérgicos al combinarse con otros agentes naturales. La variabilidad en la actividad depende de la región, temporada y método de extracción, pero en general, los extractos metanólicos y etanólicos han mostrado alta eficacia comparable o superior a antibióticos estándar.

V CONCLUSIONES

El potencial de los productos de abejas sin aguijón frente a cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes es evidente, su efectividad se atribuye a la compleja composición de estos productos, que incluye compuestos bioactivos como flavonoides, ácidos fenólicos y proteínas antimicrobianas, que actúan mediante diversos mecanismos bactericidas. Estos hallazgos respaldan su potencial como alternativas terapéuticas naturales y complementarias en el manejo de infecciones bacterianas, especialmente en un contexto de creciente resistencia a los antibióticos convencionales. Es imperativo realizar investigaciones clínicas para validar su eficacia y seguridad en humanos. Se requiere un esfuerzo significativo en la estandarización de sus componentes bioactivos para garantizar calidad y reproducibilidad en sus aplicaciones médicas.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tong SYC, Davis JS, Eichenberger E, Holland TL, Fowler VG Jr. *Staphylococcus aureus* Infections: Epidemiology, Pathophysiology, Clinical Manifestations, and Management. Clin Microbiol Rev. 2015 [cited 2025 Sep 30]; 28(3):603-61. Available from: <https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14>
2. Taylor TA, Unakal CG. *Staphylococcus Aureus* Infection StatPearls Publishing; [Internet].2025 [cited 2025 Sep 30]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/>
3. Sordelli MS, Perez S, Gai C, Acevedo I, Fernandez L, Rodriguez ME. *Staphylococcus aureus* adaptation to the skin in health and persistent/recurrent Infections. Antibiotics (Basel). [Internet].2023 [cited 2025 Sep 30]; 12(10):1520. Available from: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12101520>
4. Li Y, Liu A, Garrett SR, Hong W, Zhang J, Wang Y. *Staphylococcus aureus* infections and human intestinal microbiome. Pathogens. [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 30]; 13(4):276. Available from: <https://doi.org/10.3390/pathogens13040276>
5. Hasanpour A. The global prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a systematic review and meta-analysis. Antimicrob Resist Infect Control. [Internet].2023 [cited 2025 Sep 30]; 12(1):10. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13756-023-01210-6>
6. Seas C, Garcia C, Salles MJ, Labarca J, Luna C, Mejía C, et al. *Staphylococcus aureus* bloodstream infections in Latin America: results of a multinational prospective cohort study. J Antimicrob Chemother. [Internet]. 2018 [cited 2025 Sep 30]; 73(1):212-222. Available from: <https://doi.org/10.1093/jac/dkx350>
7. Guzmán-Blanco M, Mejía C, Isturiz R, Alvarez C, Bavestrello L, Gotuzzo E, et al. Epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Latin America. Int J Antimicrob Agents. [Internet]. 2009 [cited 2025 Sep 30]; 34(4):304-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2009.06.006>

8. Hopman J, Toraño Peraza G, Espinosa F, Klaassen CH, Menéndez Velázquez D, Meis JF, et al. USA300 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Cuba. *Antimicrob Resist Infect Control*. [Internet]. 2012 [cited 2025 Sep 30]; 1(1):2. Available from: <https://doi.org/10.1186/2047-2994-1-2>
9. Villacrés-Granda I, Coello D, Proaño A, Ballesteros I, Roubik DW, Jijón G, et al. Honey quality parameters, chemical composition and antimicrobial activity in twelve Ecuadorian stingless bees. *LWT*. [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 30]; 140:110737. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110737>
10. Erban T, Shcherbachenko E, Talacko P, Harant K. The unique protein composition of honey revealed by comprehensive proteomic analysis: allergens, venomlike Proteins, Antibacterial Properties, Royal Jelly Proteins, Serine Proteases, and Their Inhibitors. *J Nat Prod*. [Internet]. 2019 [cited 2025 Sep 30]; 82(5):1217–26. Available from: <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.8b00968>
11. Jimenez M, Beristain CI, Azuara E, Mendoza MR, Pascual LA. Physicochemical and antioxidant properties of honey from *Scaptotrigona mexicana*. *J Apic Res*. [Internet]. 2016 [cited 2025 Sep 30]; 55(2): 151–160. Available from: <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1205294>
12. Álvarez-Suárez JM, Giampieri F, Brenciani A, Mazzoni L, Gasparrini M, González-Paramás AM, et al. *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polyfloral honeys: comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. *LWT*. [Internet]. 2018 [cited 2025 Sep 12]; 87:272-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.08.079>
13. Ramón-Sierra JM, Martínez-Guevara JL, Pool-Yam L, Magaña-Ortiz D, Hau YN, Rodríguez DC, et al. Effects of phenolic and protein extracts from *Melipona beecheii* honey on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*: Antibacterial activity and mechanisms. *Food Sci Biotechnol*. [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 12]; 29(7):1013-21. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00744-4>
14. Almasaudi S. The antibacterial activities of honey. *Saudi J Biol Sci*. [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 12]; 28(4):218821-96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.017>
15. Brudzynski K. Honey as an ecological reservoir of antibacterial compounds produced by antagonistic microbial interactions in plant nectars, honey and honey bee. *Antibiotics*. [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 12]; 10(5):551. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050551>
16. Chimal-Cahuich LA, Aragón-Moreno AA, Brito-Estrella EE, Rivero-Cruz JF, Rivero-Cruz BE, Xolalpa-Aroche A. Miel de Xunankab (*Melipona beecheii*): contribución sobre su capacidad antioxidante, actividad antibacteriana y la relación con la flora néctar-polinífera. Desde el Herbario CICY [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 30]; 15: 81-85. Disponible en: http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
17. Ramón-Sierra JM, Villanueva MA, Yam-Puc A, Rodríguez-Mendiola M, Arias-Castro C, Ortiz-Vázquez E. Antimicrobial and antioxidant activity of proteins isolated from *Melipona beecheii* honey. *Food Chem: X*. [Internet]. 2022 [cited 2025 Sep 30]; 13: 100177 Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100177>
18. Domingos SCB, Clebis VH, Nakazato G, de Oliveira AG Jr, Takayama Kobayashi RK, Peruquetti RC, et al. Antibacterial activity of honeys from Amazonian stingless bees of *Melipona* spp. and its effects on bacterial cell morphology. *J Sci Food Agric* [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 30]; 101(5): 2072-2077. Available from: <http://doi.org/10.1002/jsfa.10828>

19. Ngaini Z, Lim WT, Abdullah N, Mohd Yusoff MN, Kamisan FM, Sani NAM. High therapeutic properties of honey from the Borneo stingless bee, *Heterotrigona itama*: chemical profiling and bioactivity. *Int J Curr Res Rev*. [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 30]; 13(3):95-110. Available from: <http://ir.unimas.my/id/eprint/34568>
20. Feng Y, Jin C, Lv S, Zhang H, Ren F, Wang J. Molecular Mechanisms and applications of polyphenol-protein complexes with antioxidant properties: a review. *Antioxidants*. [Internet]. 2023 [citado 2025 Sep 30]; 12(8):1577. Available from: <http://doi/10.3390/antiox12081577>
21. Grajales-Conesa J, Ibarias-Toledo C, Ruíz-Toledo J, Sánchez D. Mieles de abejas sin aguijón en el tratamiento de úlceras de pie diabético. *Salud Pública Méx* [Internet]. 2018 [citado 2025 Sep 30]; 60(1): 102-4. Disponible en: <https://doi.org/10.21149/8604>
22. Ramón-Sierra J, Martínez-Guevara JL, Pool-Yam L, Magaña-Ortiz D, Yam-Puc A, Ortiz-Vázquez E. Effects of phenolic and protein extracts from *Melipona beecheii* honey on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*: Antibacterial activity and mechanisms. *Food Sci Biotechnol*. [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 30]; 29(7):1013-1021. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00744-4>
23. Ramírez-Miranda I, Moguel-Ordóñez Y, Acevedo-Fernández JJ, Betancur-Ancona D. Calidad microbiológica y actividad antibacteriana de miel producida por *Melipona beecheii* en Yucatán, México. *Revista MVZ Córdoba*. [Internet]. 2023[cited 2025 Sep 30]; 28(2): e3175. Disponible en: <https://doi.org/10.21897/rmvz.3175>
24. Ogwu MC. La miel como antimicrobiano natural y su efecto frente a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina: revisión. *Antibiotics*. [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 30]; 14(3):255. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antibiotics14030255>
25. Grajales-Conesa J, Vandame R, Santiesteban-Hernández A, López-García A, Guzmán-Díaz M. Propiedades fisicoquímicas y antibacterianas de mieles de abejas sin aguijón del sur de Chiapas, México. *IBCIENCIAS*, Univ Autónoma de Chiapas. [Internet]. 2023. [cited 2025 Sep 30]. Disponible en: <https://biociencias.unach.mx/ibciencias/doc/articulo1.pdf>
26. Srolis-Andrade SI. Actividad antimicrobiana de mieles de Melipónido frente a *Staphylococcus Aureus*, MRSA, *Staphylococcus epidermidis* y *Streptococcus agalactiae* en relación al antibiótico comercial [tesis]. Quito: Universidad de las Américas; 2020. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12601>
27. Pereira LR, Salatino ML y Salatino A. Production of propolis and geopropolis by stingless bees. *MOJ Food Process Technol*. [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 30]; 8(1):1-3. Available from: <http://medcraveonline.com/mojfpt/mojfpt-08-00234.pdf>
28. Surek M, Akin M, Hocaoglu F, Altun S, Karagoz A, Goktas G. Composición química, citotoxicidad y actividad antimicrobiana de geopropóleos. *Food Res Int*. [Internet]. 2021[cited 2025 Sep 30]; 140: 109861. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109861>
29. Al-Hatamleh MAI, Boer JC, Wilson KL, Plebanski M, Mohamud R, Mustafa MZ. Antioxidant-based medicinal properties of stingless bee products: recent progress and future directions. *Biomolecules*.

[Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 30]; 10(6):923. Available from: <https://doi.org/10.3390/BIOM10060923>

30. Yusop SATW, Sukairi AH, Sabri WMAW, Asaruddin MR. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxicity activities of propolis from Beladin, Sarawak stingless bees *Trigona itama* extract. *Mater Today: Proc*, [Internet]. 2019 [cited 2025 Sep 30]; 19(4): 1752- 60. Available from: <https://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/article/view/16118>
31. Borges MGSA, Oliveira LO, Veras ACM, Ferreira RC, Alves DN, Medeiros IA, et al. Cytotoxicity and biological activities of geopropolis extract against *Staphylococcus aureus*. *Chem Biodivers*. [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 30]; 21(6):e202301982. Available from: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202301982>
32. Abdullah NA, Ja'afar F, Yasin HM, Taha H, Petalcorin MIR, Mamit MH, et al. Physicochemical analyses, antioxidant, antibacterial, and toxicity of propolis particles produced by stingless bee *Heterotrigona itama* found in Brunei Darussalam. *Heliyon* [Internet]. 2019 [cited 2025 Sep 30]; 5(12): e02476. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02476>
33. Arnold N, Zepeda R, Vásquez M, Aldazoro M. Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México con catálogo de especies. 1a ed. México: Comité Editorial de El Colegio de la Frontera Sur; [Internet]. 2018 [citado 30 Sep 2025]. Disponible en: <https://www.ecosur.mx/abejas/wp-content/uploads/sites/4/2018/06/Abejas-sinaguijo%CC%81n-de-Oaxaca.pdf>
34. Fonte-Carballo L, Mancebo A, Santana LA. Potencialidad antimicrobiana y caracterización de propóleos de *Melipona beecheii*. *Rev Cubana Plantas Med*. [Internet]. 2016[cited 2025 Sep 30]; 21(2):157-164. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000200010
35. Fonte-Carballo L, Milián-Rodríguez YE, Díaz-Solares M. Potencialidad antimicrobiana y caracterización de propóleos de *Melipona beecheii* provenientes de dos fincas agroenergéticas. *Revista Pastos y Forrajes* [Internet]. 2016; [citado 30 Sep 2025]; 39(2):149-156. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000200010
36. Dos-Santos DC, David J, Neto OC, Lima BO, Yatsuda R, Moreira B, Marques L, Frazao RM. Chemical constituents and antibacterial activity of three types of Amazonian *Melipona* spp. Geopropolis. *Química Nova* [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 30]; 47 (2):e20230169. Available from: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230169>