



Efecto antibacteriano del extracto etanólico de la corteza de *Bertholletia excelsa* (castaña) sobre *Staphylococcus aureus*

Antibacterial effect of the hydroalcoholic extract of *Bertholletia excelsa* (chestnut) bark on *Staphylococcus aureus*

Héctor Alexander Vilchez-Cáceda¹ <https://orcid.org/0000-0001-7094-0821>

Jesús Edson Trejo-Levy¹ <https://orcid.org/0000-0002-6297-6346>

Ketty Rojas-Berastein² <https://orcid.org/0000-0001-8521-5737>

Carolina Mayo Takahashi-Ferrer³ <https://orcid.org/0000-0002-9441-0056>

Juan Carlos Benites-Azabache³ <https://orcid.org/0000-0003-0228-4994>

¹Universidad Autónoma del Perú. Lima, Perú.

²Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Lima, Perú.

³Universidad Norbert Wiener. Lima, Perú.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: hvilchez@autonoma.edu.pe

RESUMEN

Introducción: *Bertholletia excelsa* Bonpl. posee principios activos que pueden afectar el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, principal agente que provoca infecciones cutáneas.

Objetivos: Evaluar el efecto antibacteriano del extracto etanólico de la corteza de *Bertholletia excelsa* sobre *Staphylococcus aureus*.

Métodos: Estudio experimental, *in vitro* y comparativo. Se efectuó el análisis fitoquímico inicial del extracto. Se utilizaron 48 placas de agar Müller-Hinton (Merck®), repartidas en 6 grupos (n= 8): grupo I (agua destilada), grupo II (alcohol etílico al 96 %), grupo III (clindamicina 2 µg), grupo IV (*Bertholletia excelsa* al 25 %), grupo V (*Bertholletia excelsa* al 50 %) y grupo VI (*Bertholletia*





excelsa al 75 %). Se utilizó el método de difusión en disco descrito por Bauer y Kirby; la bacteria usada fue *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y las mediciones de las zonas de inhibición se realizaron a las 24 horas, para indicar efecto antibacteriano.

Resultados: En el tamizaje fitoquímico se detectaron taninos, compuestos fenólicos, saponinas y alcaloides. Se comprobó el efecto antibacteriano del grupo VI (*Bertholletia excelsa* al 75 %) con $20,266 \pm 0,0647$ mm (99,17 %), comparable con clindamicina 2 ug (grupo III) $20,434 \pm 0,0448$ mm (100 %) sobre *Staphylococcus aureus*.

Conclusiones: El extracto etanólico de *Bertholletia excelsa* Bonpl. al 75 % presenta efecto antibacteriano *in vitro* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 con valores semejantes a clindamicina 2 µg.

Palabras clave: agente antibacteriano; *Bertholletia*; clindamicina; piel; *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT

Introduction: *Bertholletia excelsa* Bonpl. contains active ingredients that can affect the growth of *Staphylococcus aureus*, the main agent that causes skin infections.

Objectives: To evaluate the antibacterial effect of the ethanolic extract of *Bertholletia excelsa* bark on *Staphylococcus aureus*.

Methods: Experimental, *in vitro*, and comparative study. An initial phytochemical analysis of the extract was performed. Forty-eight Müller-Hinton agar plates (Merck®) were used, divided into six groups (n = 8): group I (distilled water), group II (96% ethyl alcohol), group III (2 µg clindamycin), group IV (25% *Bertholletia excelsa*), group V (50% *Bertholletia excelsa*), and group VI (75% *Bertholletia excelsa*). The disk diffusion method described by Bauer and Kirby was used; the bacteria used was *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, and inhibition zone measurements were made after 24 hours to indicate the antibacterial effect.

Results: Phytochemical screening revealed tannins, phenolic compounds, saponins, and alkaloids. The antibacterial effect of group VI (*Bertholletia excelsa* 75%) was confirmed with 20.266 ± 0.0647 mm (99.17%), comparable to clindamycin 2 µg (group III) 20.434 ± 0.0448 mm (100%) on *Staphylococcus aureus*.



Conclusions: The 75% ethanolic extract of *Bertholletia excelsa* Bonpl. exhibits an antibacterial effect in vitro against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, with levels similar to clindamycin 2 µg.

Keywords: anti-bacterial agents; *Bertholletia*; clindamycin; skin; *Staphylococcus aureus*.

Recibido: 02/08/2025

Aprobado: 12/11/2025

INTRODUCCIÓN

Las infecciones bacterianas representan una de las principales causas de morbilidad en todo el mundo, y dentro de ellas, las provocadas por bacterias grampositivas tienen particular relevancia clínica.⁽¹⁾ *Staphylococcus aureus* es un patógeno oportunista, capaz de causar, desde infecciones cutáneas leves, hasta enfermedades graves como endocarditis y sepsis.⁽¹⁾ Su capacidad para adaptarse al ser humano, formar biopelículas y adquirir resistencia a múltiples antibióticos, lo ha convertido en una amenaza crítica para la salud pública.⁽²⁾

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS),^(3,4) esta especie es un patógeno prioritario a nivel global, por su alta mortalidad y su propagación, con una prevalencia creciente de cepas resistentes. En EE. UU.,⁽⁵⁾ los costos anuales derivados del tratamiento de infecciones por este patógeno superan los 13 mil millones de dólares. Asimismo, un estudio realizado en el Hospital Nacional “Cayetano Heredia”, de Lima,⁽⁶⁾ reportó que el 14,8 % de los aislamientos de esta especie provenían de muestras de piel y entre ellos se observó una alta tasa de resistencia a meticilina, del 46,1 %. Además, estas cepas mostraron alta corresponsencia a clindamicina, superior al 75 %.⁽⁶⁾

Perú es un país megadiverso, que alberga gran variedad de especies vegetales, entre las que destacan numerosas plantas medicinales de uso tradicional en la Amazonía.^(7,8) Estas especies han sido utilizadas desde tiempos ancestrales para tratar diversas enfermedades, incluidas infecciones cutáneas.⁽⁸⁾ Del mismo modo, trabajos previos evidencian que ciertos metabolitos secundarios,



aislados de plantas nativas, presentan actividad antibacteriana a través de distintos mecanismos de acción.^(8,9,10)

Existen diversas soluciones antibacterianas de uso tópico para tratar infecciones cutáneas.⁽¹¹⁾ Un ejemplo es la clindamicina, que pertenece al grupo de las lincosamidas, que inhiben la síntesis proteica uniéndose a la subunidad 50S del ribosoma.⁽¹¹⁾ No obstante, diferentes estudios^(12,13) reportan que el uso prolongado puede provocar irritación, descamación local, ardor, etc. Por esta razón se requiere promover investigaciones que se centren en la búsqueda de nuevas alternativas naturales.

Bertholletia excelsa Bonpl., conocida de manera habitual como castaña o nuez del Brasil, es una especie nativa de la Amazonía sudamericana, perteneciente a la familia *Lecythidaceae*.⁽¹⁴⁾ Si bien su semilla es ampliamente reconocida por su alto valor nutricional y contenido en selenio, estudios recientes han empezado a explorar el potencial farmacológico de otras partes de la planta, como la corteza.^(14,15,16) Por su contenido de flavonoides, taninos, compuestos fenólicos y saponinas^(14,15,17) se le atribuyen diversas propiedades medicinales. Además, *Luza J* y otros,⁽¹⁸⁾ han demostrado que la resina de la corteza presenta efecto antibacteriano frente a *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990.

Se realiza esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto antibacteriano del extracto etanólico de la corteza de *Bertholletia excelsa* sobre *Staphylococcus aureus*.

MÉTODOS

Diseño

Se desarrolló un estudio experimental, *in vitro* y comparativo, en el laboratorio de biología celular y microbiología de la Universidad Autónoma del Perú, entre abril y noviembre del 2024.

Material vegetal

La recolección de la especie fue aleatorizada en el centro poblado Mayor Alerta, ubicado en el distrito de Tahuamanu, provincia de Tahuamanu, departamento de Madre de Dios. A 121 km al norte de Puerto Maldonado, a 320 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La clasificación del





espécimen se realizó por un especialista en identificación taxonómica de especies de flora silvestre del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Lima, Perú, expediente N° 015-WFC-2024.

Variables

La variable independiente fue la concentración del extracto etanólico de la corteza de *Bertholletia excelsa* Bonpl; la concentración empleada corresponde al 25 %, 50 % y 75 %. La variable dependiente fue el efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

Procedimientos

Las cortezas se limpiaron y lavaron con agua destilada estéril, se escogieron y los investigadores se cercioraron de que no hubieran signos visibles de daño mecánico, enfermedades o infestación por plagas y fueran de color uniforme.^(7,9) Las cortezas se dividieron en porciones pequeñas, con un cuchillo de acero inoxidable; se prosiguió con el secado a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 200 horas; después se redujo a polvo con un molino de acero quirúrgico.⁽⁷⁾ El extracto se obtuvo mediante la técnica de maceración en 5600 mL de alcohol etílico al 96 % y 700 g de muestra, por 10 días, con movimientos cada 12 h;⁽⁹⁾ luego se filtró con papel Whatman N° 40 y se llevó a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en horno (Memmert®), hasta agotar el alcohol y lograr un peso constante; de esta manera se alcanzó 186 g de extracto seco. Después se elaboraron disoluciones con alcohol etílico al 96 %, hasta alcanzar concentraciones de 25 %, 50 % y 75 %.⁽¹⁸⁾

Los metabolitos secundarios se identificaron mediante tamizaje fitoquímico preliminar, a través de reacciones químicas de color o precipitación, como Dragendorff (alcaloides), espuma (saponinas), Rosenheim (antocianinas), tricloruro férrico (compuestos fenólicos), ninhidrina (aminoácidos libres), Lieberman-Burchard (triterpenoides y esteroides), Bornträger (quinonas), gelatina con sal (taninos), Baljet y Legal (lactonas sesquiterpénicas) y Shinoda (flavonoides).^(7,9)

La activación del *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 se realizó según las recomendaciones de *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI).⁽¹⁰⁾ Se efectuó la siembra por estrías sobre agar Müller-Hinton (Merck®) con el fin de obtener colonias aisladas; luego se trasladó el cultivo sembrado a un equipo de incubación (Memmert®) a $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.⁽⁹⁾ La preparación y normalización del inóculo se llevó a cabo conforme al procedimiento descrito por Vilchez H y otros.⁽¹⁰⁾



El estudio *in vitro* se llevó a cabo en el laboratorio de biología celular y microbiología, se cumplieron de manera rigurosa los lineamientos de bioseguridad.⁽⁷⁾ Se emplearon placas de Petri con agar Müller-Hinton los cuales se prepararon con anterioridad, según Merck®.⁽¹⁰⁾

Se realizaron 48 siembras y se dividieron en 6 grupos de n= 8 placas, con el uso de hisopos asépticos que se sumergieron en los inóculos normalizados.⁽⁹⁾ La siembra se ejecutó de manera uniforme y paralela sobre toda la superficie del agar; se rotó la placa 60° en dos ocasiones consecutivas, para asegurar una distribución homogénea del inóculo. Se dejó reposar por 10 minutos antes de colocar los discos.⁽¹⁰⁾

Se prepararon discos de papel filtro Whatman N° 3, estériles, de 6 mm de diámetro, los cuales se colocaron en los cultivos mediante una pinza quirúrgica a 15 mm de los márgenes de las placas;⁽⁹⁾ se colocaron de manera cuidadosa sobre la superficie del agar para favorecer una adecuada adherencia; se repartieron 4 discos por medio.

Antes, los discos se impregnaron con 30 uL de los extractos en evaluación, equivalentes a 7,5 mg, 15 mg y 22,5 mg, correspondientes a concentraciones del 25 %, 50 % y 75 %, en el orden dado, y una vez secos, el estudio se realizó en condiciones asépticas.⁽¹⁸⁾ Las siembras se dividieron en grupos:

- Grupo I: discos con agua destilada.
- Grupo II: discos con alcohol etílico al 96 %.
- Grupo III: discos con clindamicina 2 ug.
- Grupo IV: discos con extracto de *Bertholletia excelsa* al 25 %.
- Grupo V: discos con extracto de *Bertholletia excelsa* al 50 %.
- Grupo VI: discos con extracto de *Bertholletia excelsa* al 75 %.

Luego, los medios con los discos se incubaron en posición invertida a 37 °C por 24 h en un equipo (Memmert®).⁽⁷⁾ Finalizada la incubación, las áreas de ausencia de crecimiento bacteriano alrededor de los discos se interpretaron como zonas de inhibición y se cuantificaron mediante un calibrador Vernier marca Truper.⁽¹⁰⁾



Procesamiento

Para la evaluación cualitativa se empleó la escala de *Duraffourd*,⁽⁹⁾ para cuantitativa se consideró la medición de los diámetros de las zonas de inhibición y el cálculo del porcentaje de efecto inhibitorio respecto a clindamicina. Las mediciones se expresan como media aritmética \pm error estándar de la media, con un nivel de confianza del 95 % y un error relativo del 5 %; se aplicó el test de Levene, seguido del análisis de varianza (ANOVA) de una vía y la prueba *post-hoc* T3 de Dunnett. Se consideró como nivel de significación $p < 0,05$. El procesamiento se realizó a través del software IBM-SPSS Statistic for Windows, versión 21.

Aspectos bioéticos

El trabajo contó con la aprobación del comité de ética para la investigación de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Resolución 091-2023-DFCFB.

RESULTADOS

El tamizaje fitoquímico inicial identificó metabolitos como taninos, compuestos fenólicos, saponinas, alcaloides, flavonoides y quinonas (tabla 1).

Los resultados a las 24 horas (tabla 2) evidencian que las medias se encuentran dentro de los límites establecidos, con un intervalo de confianza del 95 % y un error relativo del 5 %. En consecuencia, no fue necesario excluir ningún dato del análisis.


Tabla 1 – Tamizaje fitoquímico del extracto de *Bertholletia excelsa* Bonpl

Metabolitos	Reactivo	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.
Taninos	Gelatina	+++
Compuestos fenólicos	FeCl ₃	+++
Saponinas	Espuma	+++
Alcaloides	Dragendorff	+++
Flavonoides	Shinoda	++
Quinonas	Bornträger	++
Lactonas	Legal	+
Triterpenoides	Liebermann	+
Antocianinas	Rosenheim	+
Glicósidos cardiotónicos	Baljet	-
Aminoácidos libres	Ninhidrina	-

+++ Abundante, ++ Moderado, + Escaso, - No presenta.

Tabla 2 – Análisis descriptivo de los diámetros de los halos de inhibición de los grupos de investigación frente a *S. aureus* ATCC 25923

Grupos	n	Media*	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95 %		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Grupo I	32	0,000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0	0,0
Grupo II	32	10,494	0,1999	0,0353	10,422	10,566	10,0	10,8
Grupo III	32	20,434	0,2535	0,0448	20,343	20,526	20,0	21,0
Grupo IV	32	15,684	0,2725	0,0482	15,586	15,783	15,2	16,1
Grupo V	32	18,122	0,3526	0,0623	17,995	18,249	17,5	18,5
Grupo VI	32	20,266	0,3660	0,0647	20,134	20,398	19,6	20,7
Total	192	14,167	7,1955	0,5193	13,142	15,191	0,0	21,0

*En milímetros.

Según los valores promedio consignados en la tabla 2, los grupos III y VI presentaron diámetros de inhibición superiores a 20 mm. Conforme a la escala de *Duraffourd* (tabla 3), estos resultados





se interpretan como sumamente sensible (= +++) y un efecto antibacteriano considerable, según el efecto inhibitorio en porcentaje frente a la bacteria evaluada.

Tabla 3 - Escala de *Duraffourd* y porcentaje del efecto inhibitorio de los grupos de ensayo frente a *S. aureus* ATCC 25923

Grupos	Escala de Duraffourd*	Porcentaje del efecto inhibitorio*
Grupo I	-	0,00
Grupo II	+	51,35
Grupo III	+++	100,00
Grupo IV	++	76,75
Grupo V	++	88,68
Grupo VI	+++	99,17

*De la media de las zonas de inhibición de 32 discos por grupo.

Al ejecutar el test de Levene se verificó que las varianzas no son similares ($p=0,000$). En la tabla 4, al utilizar el ANOVA de una vía, se determinó que $p<0,05$; que evidencia diferencias estadísticas significativas entre los grupos investigados frente a *S. aureus* ATCC.

Tabla 4 - ANOVA de un factor de los grupos investigados frente a *S. aureus* ATCC 25923

Análisis	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.*
Inter - grupos	9875,627	5	1975,125	27132,445	0,000
Intra - grupos	13,540	186	0,073	-	-
Total	9889,167	191	-	-	-

*De 192 discos por 6 grupos de ensayo.

Al aplicar la prueba *post-hoc* T3 de Dunnett se evidenció que todos los grupos exhiben diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$), a excepción del grupo VI: *Bertholletia excelsa* Bonpl. al 75 % con el grupo III: clindamicina 2 ug ($p=0,407$) que no evidencia diferencias significativas.



DISCUSIÓN

En el centro poblado Mayor Alerta se impulsa el cultivo de *Bertholletia excelsa*, cuyo aprovechamiento se considera una práctica ecológica sostenible, dado que no implica la tala de árboles y contribuye a la preservación del bosque primario.⁽¹⁹⁾ Por otra parte, las cortezas de la especie en estudio se utilizan por los habitantes del lugar, en preparaciones mediante maceración alcohólica o infusiones como antiinflamatorio, digestivo, etc.^(14,15,18) Por ello se utilizó alcohol etílico al 96 % en la técnica de maceración, para extraer los constituyentes químicos presentes en la corteza. Asimismo, *Akanmu A* y otros,⁽²⁰⁾ indican que usar alcohol etílico y agua son idóneos para extraer compuestos bioactivos de las plantas. Del mismo modo, al efectuar la prueba de solubilidad del extracto seco se comprobó su disolución en alcohol etílico y agua.^(14,18)

En el tamizaje fitoquímico preliminar (tabla 1) se identificaron abundantes taninos, compuestos fenólicos, saponinas, alcaloides y moderados flavonoides y quinonas. Estos resultados son parcialmente similares a los reportados por *Luza J* y otros,⁽¹⁸⁾ quienes no incluyeron las pruebas de Shinoda y Bornträger en su análisis. Además, realizaron el tamizaje con la resina extraída de la corteza. Asimismo, coinciden en parte con los señalado por *Silva MJ-A* y otros.⁽¹⁵⁾

El estudio se centró en la evaluación de extractos de *Bertholletia excelsa* Bonpl. en concentraciones del 25 %, 50 % y 75 %, según lo declarado con antelación por *Luza J* y otros.⁽¹⁸⁾ Por otro lado, la actividad antibacteriana del extracto se realizó mediante el método de difusión de Bauer–Kirby, reconocido como uno de los procedimientos más estandarizados y utilizados en trabajos microbiológicos.⁽²¹⁾

Los datos extraídos de la tabla 2 y tabla 3 muestran una correlación directa entre el incremento en la concentración del extracto etanólico y el aumento en el diámetro promedio de las zonas de inhibición. El extracto, a distintos porcentajes, tiene efecto sobre el crecimiento de *S. aureus*. Este hallazgo es consistente con lo declarado por *Vilchez H* y otros.⁽⁹⁾ Del mismo modo, en todos los ensayos, los diámetros de los halos de inhibición fueron superiores a los del grupo II, con excepción del grupo I, que utilizó agua destilada.

Diversos estudios,^(8,10,21) señalan que determinados metabolitos secundarios actúan de manera sinérgica para inhibir el crecimiento de *S. aureus*. Por otro lado, *Dahlem MA* y otros,⁽²²⁾ y *Zhang Z*



y otros,⁽²³⁾ describen que las quinonas pueden generar estrés oxidativo dentro de la célula bacteriana, mientras que los flavonoides alteran su replicación.

Luza J y otros,⁽¹⁸⁾ reportaron un halo de inhibición de $19,352 \pm 0,243$ mm con resina al 75 % sobre *S. epidermidis*. En el estudio se determinó un halo de $20,266 \pm 0,0647$ mm sobre *S. aureus* a la misma concentración. Esta comparación refuerza la hipótesis de que la corteza de *Bertholletia excelsa*, al presentar mayor diversidad de metabolitos secundarios, ejerce un efecto antibacteriano más pronunciado que el de la resina, al menos frente a bacterias del género *Staphylococcus*.

En la investigación se utilizó el *post-hoc* T3 de Dunnett, al hallarse ($p= 0,000$) con la prueba de Levene, lo cual indica que las varianzas no son homogéneas. En este sentido, se pudo apreciar que el grupo III y grupo VI no evidencian diferencia significativa. No obstante, este hallazgo se consideró preliminar, siendo fundamental determinar la base molecular del efecto observado sobre la bacteria analizada.

Tras una revisión en la base de datos PubMed-NCBI (mayo 2024 a mayo 2025) sobre estudios fitoquímicos, microbiológicos y farmacológicos de la corteza en el contexto peruano son escasos.^(15,16,24) Dado su potencial antimicrobiano, el ejemplar en estudio requiere una caracterización fitoquímica más detallada, que incluya la separación e identificación de metabolitos secundarios, la elucidación de sus estructuras químicas y el análisis de la relación estructura/bioactividad.^(10,14,18)

El trabajo presenta como limitaciones, no haber extraído los principales metabolitos secundarios del ejemplar vegetal y no haber evaluado de manera individual la actividad antibacteriana de taninos, compuestos fenólicos, saponinas, alcaloides, flavonoides y quinonas. Sin embargo, la principal fortaleza radica en generar evidencia científica del extracto etanólico de *Bertholletia excelsa* Bonpl. sobre *Staphylococcus aureus*, lo que permitirá iniciar investigaciones preclínicas de fase 0 en el ámbito de la farmacología.

Se concluye que el extracto etanólico de *Bertholletia excelsa* Bonpl. al 75 % presenta efecto antibacteriano *in vitro* sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 con valores semejantes a clindamicina 2 ug.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ikuta KS, Swetschinski LR, Robles Aguilar G, Sharara F, Mestrovic T, Gray AP, et al. Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [Internet]. The Lancet. 2022 [acceso: 29/07/2025];400(10369):2221-48. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(22\)02185-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)02185-7/fulltext)
2. Craft KM, Nguyen JM, Berg LJ, Townsend SD. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): antibiotic-resistance and the biofilm phenotype [Internet]. Med Chem Comm. 2019 [acceso: 29/07/2025];10(8):1231-41. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31534648/>
3. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Ginebra: WHO; 2020. [acceso: 29/07/2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
4. Al Kindi A, Alkahtani AM, Nalubega M, El-Chami C, O'Neill C, Arkwright PD, et al. *Staphylococcus aureus* internalized by skin keratinocytes evade antibiotic killing [Internet]. Front Microbiol. 2019 [acceso: 29/07/2025];10:2242. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31608046/>
5. Linz MS, Mattappallil A, Finkel D, Parker D. Clinical impact of *Staphylococcus aureus* skin and soft tissue infections [Internet]. Antibiotics. 2023 [acceso: 29/07/2025];12(3):557. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36978425/>
6. Cabrejos-Hirashima L, Vives-Kufof C, Inga-Salazar J, Astocondor L, Hinostroza N, García C. Frequency of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a tertiary care hospital in Peru [Internet]. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2021 [acceso: 29/07/2025];38(2):313-7. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/rpmesp/article/view/6867>
7. Vélchez Cáceda HA, Rojas Berastein K, Olortegui Quispe AR, Alvia Saldarriaga CA. Efecto antibacteriano de dos extractos hidroalcohólicos de plantas medicinales sobre *Streptococcus mutans* [Internet]. Rev Cub Med Mil. 2023 [acceso: 29/07/2025];52(3):e02302852. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/2852>



8. Roumy V, Ruiz Macedo JC, Bonneau N, Samaillie J, Azaroual N, Encinas LA, et al. Plant therapy in the Peruvian Amazon (Loreto) in case of infectious diseases and its antimicrobial evaluation [Internet]. J Ethnopharmacol. 2020 [acceso: 29/07/2025];249:112411. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31751651>
9. Vílchez-Cáceda HA, Rojas-Berastein K, Takahashi-Ferrer CM, Alvia-Saldarriaga CA. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Tillandsia maculata* (Bromeliaceae) sobre *Streptococcus mutans* [Internet]. Rev Cub Med Mil. 2024 [acceso: 29/07/2025];53(2):e024038860. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/38860/2586>
10. Vilchez-Cáceda HA, Rojas-Berastein K, Alvia-Saldarriaga CA, Takahashi-Ferrer CM. Efecto antibacteriano de nueve extractos hidroalcohólicos de plantas etnomedicinales de Huayucachi-Perú sobre bacterias grampositivas [Internet]. Rev Cub Med Mil. 2024 [acceso: 29/07/2025];53(3):e024043497. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/43497/2636>
11. Dallo M, Patel K, Hebert AA. Topical antibiotic treatment in dermatology [Internet]. Antibiotics. 2023 [acceso: 29/07/2025];12(2):188. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9952385/>
12. Armillei MK, Lomakin IB, Del Rosso JQ, Grada A, Bunick CG. Scientific rationale and clinical basis for clindamycin use in the treatment of dermatologic disease [Internet]. Antibiotics. 2024 [acceso: 29/07/2025];13(3):270. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6382/13/3/270>
13. Pelet del Toro NM, Strunk A, Wu JJ, Stein Gold L, Del Rosso JQ, Brodell RT, et al. Topical clindamycin for acne vulgaris: analysis of gastrointestinal events [Internet]. J Dermatolog Treat. 2024;35(1):2325603. DOI: 10.1080/09546634.2024.2325603
14. Da Silva FMA, Hanna ACS, de Souza AA, Da Silva Filho FA, Canhoto OMF, Magalhães A, et al. Integrative analysis based on HPLC-DAD-MS/MS and NMR of *Bertholletia excelsa* bark biomass residues: determination of ellagic acid derivatives [Internet]. J Braz Chem Soc. 2019 [acceso: 29/07/2025];30(4):830–36. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/jbchs/a/rt8mffMhGwPqCKDWbYSFXKF/>



15. Silva MJ-A, Boleti APA, Acho LDR, Campos JF, Neto JPM, Guimaraes A, et al. Propiedades antiinflamatorias y antioxidantes del extracto de corteza de *Bertholletia excelsa* [Internet]. Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat. 2023 [acceso: 29/07/2025];22(4):472-487. Disponible en: <https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/353>
16. Silva MJA, Acho LDR, Carneiro SB, Guimarães AC, Lima ES. Cosmetic application of the stem-bark extract of *Bertholletia excelsa* H.B.K. [Internet]. Int J Cosmet Sci. 2024 [acceso: 29/07/2025];46(5):643–656. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38229481/>
17. Sangama D. Isolamento de substâncias ativas, atividade antimalárica *in vitro* e antioxidante da *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanha-do-Brasil) [Internet]. [Tesis de posgrado]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Botânica – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2020. [acceso: 29/07/2025]. Disponible en: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8197/2/Tese_DianaMozombite_PPGBOTEC.pdf
18. Luza-Leiva JD, Parillo-Mamani DA. Efecto Antibacteriano *In vitro* de la resina de *Bertholletia excelsa* (castaña) frente a la cepa de *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 [Internet]. [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad María Auxiliadora; 2022. [acceso: 29/07/2025]. Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/818>
19. Rosales ER. Valorización económica ecológica de árboles de *Bertholletia excelsa* por el método producción-daños en Madre de Dios (Perú) [Internet]. Revista Forestal del Perú. 2020 [acceso: 29/07/2025];35(1):42-53. Disponible en: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1476>
20. Akanmu A, Sodipo O, Sandabe U, Shamaki B, Balogun S, Akinwunmi K. Proximate and elemental analyses, phytochemical screening and antioxidant activities of aqueous and ethanol extracts of *Solanum incanum* Linn [Internet]. Fruits. Bull. Pharm. Sci. 2021 [acceso: 29/07/2025];44(1):49-62. Disponible en: https://bpsa.journals.ekb.eg/article_174130.html
21. Gallardo-Vásquez GJ, Chávez-Flores JE, Contreras-Torvisco M. Evaluación del efecto antibacteriano del látex de *Jatropha curcas* “piñón” frente a *Staphylococcus aureus* [Internet]. Duazary. 2019 [acceso: 29/07/2025];16(1):105-14. Disponible en: <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/duazary/article/view/2533>



22. Dahlem Junior MA, Nguema Edzang RW, Catto AL, Raimundo JM. Quinones as an efficient molecular scaffold in the antibacterial/antifungal or antitumoral arsenal [Internet]. Int J Mol Sci. 2022 [acceso: 29/07/2025];23(22):14108. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36430585/>

23. Zhang Z, Cao M, Shang Z, Xu J, Chen X, Zhu Z, et al. Research Progress on the Antibacterial Activity of Natural Flavonoids [Internet]. Antibiotics. 2025 [acceso: 29/07/2025];14(4):334.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/4/334>

24. Takeda LN, Omine A, Laurindo LF, Araújo AC, Machado NM, Dias JA, et al. Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in health and disease: A narrative review [Internet]. Food Chem. 2025 [acceso: 29/07/2025];477:143425. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40107122/>

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés. No hubo subvenciones involucradas en este trabajo.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Héctor Alexander Vilchez-Cáceda*.

Curación de datos: *Jesús Edson Trejo-Levy, Juan Carlos Benites-Azabache, Ketty Rojas-Berastein*.

Análisis formal: *Héctor Alexander Vilchez-Cáceda, Ketty Rojas-Berastein, Carolina Mayo Takahashi-Ferrer*.

Investigación: *Jesús Edson Trejo-Levy, Juan Carlos Benites-Azabache*.

Metodología: *Héctor Alexander Vilchez-Cáceda, Jesús Edson Trejo-Levy*.

Administración del proyecto: *Héctor Alexander Vilchez-Cáceda*.

Recursos: *Carolina Mayo Takahashi-Ferrer, Ketty Rojas-Berastein*.

Supervisión: *Héctor Alexander Vilchez-Cáceda*.





Validación: *Jesús Edson Trejo-Levy, Juan Carlos Benites-Azabache, Carolina Mayo Takahashi-Ferrer.*

Visualización: *Carolina Mayo Takahashi-Ferrer, Ketty Rojas-Berastein.*

Redacción – Elaboración del borrador original: *Jesús Edson Trejo-Levy, Carolina Mayo Takahashi-Ferrer, Ketty Rojas-Berastein, Juan Carlos Benites-Azabache, Héctor Alexander Vilchez-Cáceda.*

Redacción – Revisión y edición: *Jesús Edson Trejo-Levy, Carolina M. Takahashi-Ferrer, Ketty Rojas-Berastein, Juan Carlos Benites-Azabache, Héctor Alexander Vilchez-Cáceda.*

Disponibilidad de datos

Los datos que avalan los hallazgos de esta investigación pueden consultarse en Zenodo. Base de datos de investigación. Disponible en: <https://zenodo.org/records/16593620>. Los datos están disponibles según los términos de licencia Creative Commons BY-NC-SA 4.0.