

# Efecto antimicrobiano de extractos vegetales de plantas nativas de Moyobamba Frente a microorganismos patógenos

Antimicrobial effect of plant extracts from native plants of Moyobamba against pathogenic microorganisms

Roger Alberto Palomino Huarcaya<sup>1,a</sup>, Vilma Castillo Silva<sup>1,b</sup>, Hans Patrick Panduro Reategui<sup>1,b</sup>, Adan Romero Vargas<sup>1,b</sup>, Jack Junior Verastegui Vega<sup>1,b</sup>

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto antimicrobiano de extractos vegetales de plantas nativas de Moyobamba frente a microorganismos patógenos de relevancia clínica. **Material y Métodos:** Se recolectaron muestras de cinco especies y se obtuvieron extractos por maceración con solventes de diferente polaridad. Se realizó un análisis fitoquímico para identificar metabolitos secundarios y se evaluó la actividad antimicrobiana mediante difusión en pocillos y microdilución en caldo contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*. **Resultados:** Solo el extracto de corteza de Indano (*Byrsonima crassifolia*) mostró actividad antimicrobiana, inhibiendo exclusivamente a *S. aureus* con una CMI de 0,195 mg/mL. **Conclusiones:** La corteza de Indano presentó actividad específica contra *S. aureus*, lo que respalda su uso tradicional y sugiere potencial terapéutico. Se recomienda continuar con estudios de aislamiento de compuestos activos.

**Palabras clave:** Extractos vegetales, productos con acción antimicrobiana, fitoquímicos pruebas de sensibilidad microbiana, toxas.

<sup>1</sup> Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt. Huancayo, Perú.

<sup>a</sup> Docente, Magister. ORCID: 0000-0003-0333-7269

<sup>b</sup> Alumno

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the antimicrobial effect of plant extracts from native species of Moyobamba against clinically relevant pathogenic microorganisms. **Material and Methods:** Samples from five plant species were collected, and extracts were obtained through maceration with solvents of different polarities. A phytochemical analysis was performed to identify secondary metabolites, and antimicrobial activity was assessed using well diffusion and broth microdilution methods against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, and *Klebsiella pneumoniae*. **Results:** Only the bark extract of Indano (*Byrsonima crassifolia*) exhibited antimicrobial activity, inhibiting exclusively *S. aureus* with a minimum inhibitory concentration (MIC) of 0.195 mg/mL. **Conclusions:** The bark of *B. crassifolia* contains compounds with antibacterial potential against *S. aureus*, supporting its traditional use. Further studies are needed to isolate the active principles and evaluate their therapeutic application.

**Keywords:** Plant extracts, products with antimicrobial action, phytochemicals, microbial sensitivity tests, noxae.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus y otros patógenos representan una de las principales amenazas para la salud pública a nivel mundial. En particular, la resistencia antimicrobiana ha emergido como un problema crítico debido al uso indiscriminado de antibióticos y la capacidad de los microorganismos para desarrollar mecanismos de defensa contra estos compuestos. Esta situación ha generado la necesidad de buscar nuevas alternativas terapéuticas, entre las cuales el uso de extractos vegetales con propiedades antimicrobianas ha cobrado gran interés (1,2,3).

Las plantas han sido utilizadas tradicionalmente por diversas culturas como fuente de compuestos bioactivos con propiedades medicinales, incluyendo efectos antibacterianos, antifúngicos y antivirales. Entre los metabolitos secundarios responsables de esta actividad se encuentran los alcaloides, flavonoides, taninos y compuestos fenólicos, los cuales han demostrado ser eficaces contra distintos patógenos (4,5,6).

Diversos estudios han explorado el potencial biocida y antimicrobiano de los extractos vegetales en diferentes aplicaciones. Palma y Darling (7) analizaron la calidad microbiológica de la resina de *Croton lechleri* (sangre de drago) (7), mientras que Sosa et al. (8) investigaron la

capacidad antimicrobiana de extractos de plantas nativas de Sonora contra patógenos en vacas con mastitis, resaltando su potencial en la sanidad animal (8).

Asimismo, Santamaría demostró el efecto conservante del extracto de *Porophyllum ruderale* en carne de res (9), mientras que Quezada et al., identificaron metabolitos secundarios con impacto antibacteriano en plantas medicinales del Amazonas (10); otros estudios, como el de Ñañez y Vivas, analizaron la actividad antibacteriana de extractos de *Ficus citrifolia*, mostrando eficacia variable frente a *E. coli* y *P. aeruginosa* (11). En el ámbito agrícola, Giraldo y Mauricio documentaron el uso de plantas medicinales para el control de plagas (12), mientras que Ishuiza examinó la efectividad de extractos vegetales contra *Hypsipyla grandella*, plaga de la caoba (13), finalmente, Paredes estudió la actividad antibacteriana de *Hedyosmum sp.*, observando efectos inhibitorios sobre diversas cepas bacterianas (14).

Moyobamba, una región de gran biodiversidad en el Perú, alberga diversas especies vegetales con potencial uso en la medicina tradicional (15), aunque muchas de ellas aún no han sido estudiadas científicamente en términos de su actividad antimicrobiana; entre estas especies se encuentran *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth,

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

*Moringa oleifera* Lam, *Trema micranthum* (L.) Blume, *Passovia robusta* (Rusby) Kuijt y *Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry, las cuales han sido empleadas por comunidades locales para el tratamiento de diversas afecciones infecciosas, sin embargo, la validación científica de sus propiedades antimicrobianas sigue siendo limitada.

Los microorganismos patógenos de interés en esta investigación incluyen especies de importancia clínica como *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. y *Pseudomonas aeruginosa* (16). Estas bacterias son responsables de múltiples infecciones en humanos y pueden transmitirse a través de diferentes vías, representando un desafío significativo para el control de enfermedades infecciosas (17,18).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano de extractos vegetales obtenidos de plantas nativas de Moyobamba frente a microorganismos patógenos de relevancia clínica. Se plantea la hipótesis de que estos extractos poseen actividad antimicrobiana debido a la presencia de compuestos bioactivos. Para ello, se emplearán metodologías microbiológicas y químicas que permitan analizar su efectividad, con el fin de contribuir al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas y a la búsqueda de alternativas naturales para el control de infecciones.

## MATERIAL Y METODOS

### Material vegetal

Las muestras vegetales fueron recolectadas en los distritos de Jepelacio (provincia de Moyobamba) y Elías Soplín Vargas (provincia de Rioja), seleccionando especies con potencial antimicrobiano: *Suelda con suelda* (*Passovia robusta* (Rusby) Kuijt), *Atadijo* (*Trema micranthum* (L.) Blume), *Moringa oleifera* (*Moringa oleifera* Lam.), Ajo Sacha (*Mansoa alliacea*) e Indano (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) (Figura 1).

La recolección se realizó con guantes esterilizados y las muestras fueron almacenadas en bolsa de polietileno de primer uso para su transporte al laboratorio. Las especies fueron identificadas taxonómicamente por expertos en botánica.

### Obtención de extractos

Las muestras vegetales fueron secadas a temperatura ambiente en condiciones controladas y posteriormente trituradas con un mortero hasta obtener un polvo fino. La extracción de metabolitos bioactivos se realizó mediante maceración con solventes de diferente polaridad: agua, etanol y metanol. Cada muestra (200 g) se sometió a extracción secuencial con cada solvente en una proporción 1:5 (p/v).



Figura 1. Especies vegetales utilizadas en el estudio de actividad antimicrobiana

## Análisis fitoquímico

Con el objetivo de identificar metabolitos primarios y secundarios en los extractos vegetales, se realizó un análisis fitoquímico preliminar siguiendo la metodología propuesta por Olga Lock (19); se preparó un extracto etanólico al 2 % p/v con agua destilada según Miranda y Cuellar (20). La detección de metabolitos se realizó mediante pruebas específicas:

Azúcares reductores: pruebas de Fehling y Benedict.

Aminoácidos libres: reactivo de Ninhidrina.

Compuestos fenólicos: prueba de cloruro férrico.

Flavonoides: prueba de Shinoda y reacción con acetato de plomo.

Taninos: prueba de gelatina en NaOH al 1 %.

Antraquinonas: prueba de Borntrager.

Triterpenos y esteroides: ensayo de Liebermann-Bouchard.

Alcaloides: reactivos de Dragendorff y Mayer.

## Aislamiento y reactivación de microorganismos patógenos

Se evaluó el potencial antimicrobiano de los extractos frente a *Escherichia coli* (ATCC

25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Salmonella enterica* subsp. *enterica* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 13883), cepas obtenidas mediante el servicio de Bioconsultores SAC para la realización de pruebas de inhibición. Las cepas se inocularon en agar Tripticasa soya (TSA) y se incubaron en una incubadora de la marca Thermo Scientific a 37 °C. Posteriormente, se obtuvieron colonias aisladas y se inocularon en caldo Tripticasa soya (TSB) a 37 °C y 160 RPM. Las suspensiones se ajustaron a una D.O. de 0.8 en el espectrofotómetro con solución salina estéril al 0,85 %.

## Preparación de extractos

Se prepararon soluciones de 100 mg/mL en tubos Eppendorf con 1 mL de agua destilada estéril, utilizando vórtex para la disolución. Se realizaron diluciones hasta obtener concentraciones de 50 mg/mL y 25 mg/mL (figura 2).

## Pruebas microbiológicas

La actividad antimicrobiana de los extractos fue evaluada mediante el método de difusión en pocillos sobre placas de agar Mueller-Hinton

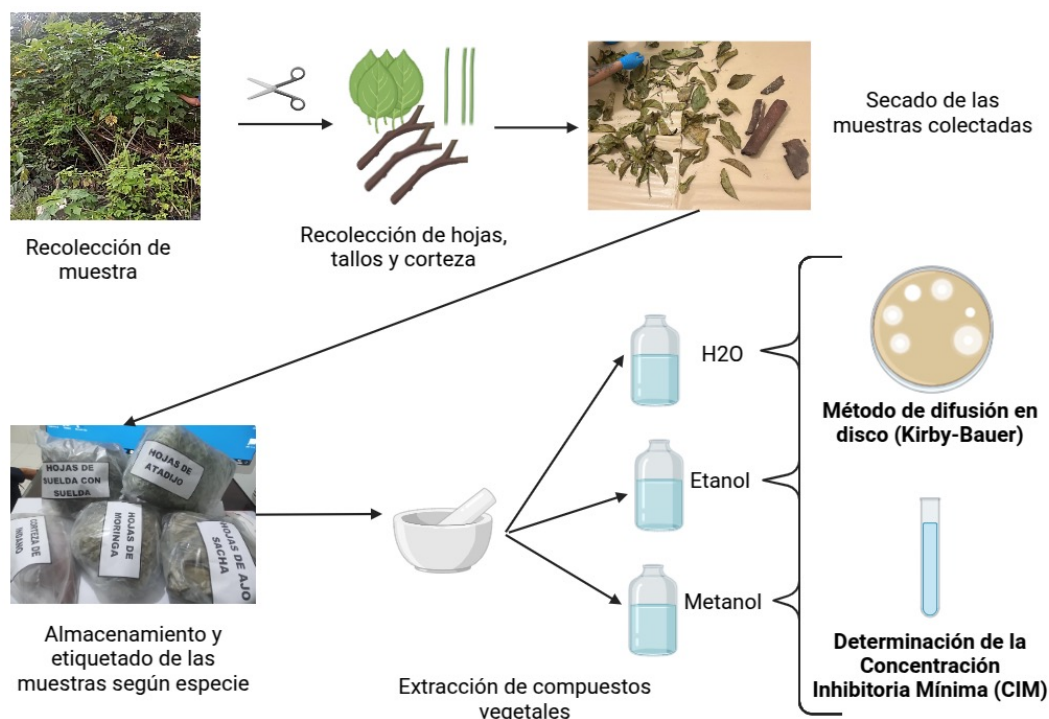


Figura 2. Flujograma de trabajo para la extracción de compuestos

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

inoculadas con una suspensión bacteriana ajustada a 0.5 en la escala de McFarland ( $1,5 \times 10^6$  UFC/mL). Se realizaron pocillos de 6 mm y se dispensaron 80  $\mu$ L de cada extracto. Las placas se incubaron en a 37 °C durante 3 días y se midieron los halos de inhibición con un vernier.

Adicionalmente, se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) mediante el método de microdilución en caldo en placas de 96 pozos. Se realizaron diluciones seriadas desde 50 mg/mL hasta 0,09 mg/mL, mezcladas en proporción 1:1 con una suspensión bacteriana ajustada a  $10^6$  UFC/mL. La lectura se realizó mediante comparación de la densidad óptica a 600 nm en espectrofotómetro KLAB MRX A2000, antes y después de la incubación.

Para la concentración mínima bactericida (CMB), se sembraron alícuotas de los pozos sin crecimiento en agar selectivo y se incubaron a 37 °C durante 18-24 h. La CMB se definió como la menor concentración de extracto sin crecimiento bacteriano.

### Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Universidad Privada de

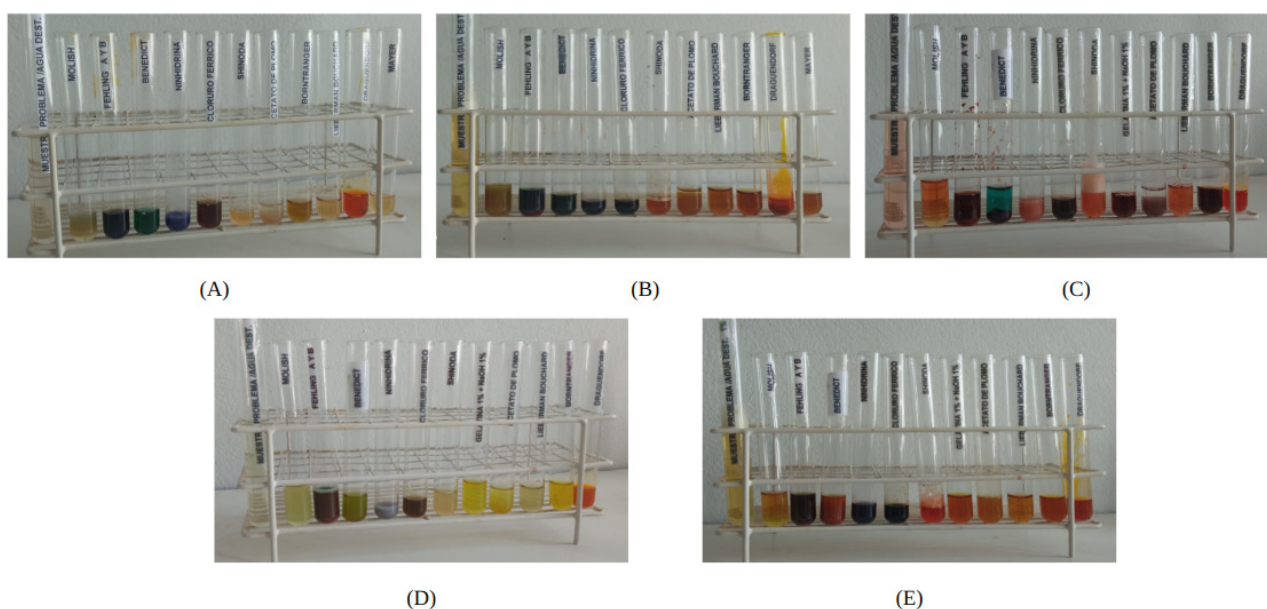
Huancayo Franklin Roosevelt, asegurando el respeto por la biodiversidad y el conocimiento tradicional. Se cumplieron las normativas de bioseguridad y manejo de material biológico, establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## RESULTADOS

### Pruebas fitoquímicas

Se realizó un análisis fitoquímico preliminar de los extractos obtenidos de cinco especies vegetales nativas de Moyobamba (figura 3), con el objetivo de identificar la presencia de metabolitos secundarios con potencial efecto antimicrobiano. Los resultados de las pruebas cualitativas se presentan en la tabla 1.

Además, se evaluó la presencia de flavonoides y alcaloides mediante las pruebas de Gelatina + NaOH al 1% y Mayer, respectivamente. Los resultados indicaron que la Corteza de Indano, Hojas de Moringa y Hojas de Atadijo dieron positivo para flavonoides, mientras que ninguna de las muestras presentó alcaloides en la prueba de Mayer (tabla 2).



**Figura 3.** Resultados de las pruebas fitoquímicas. De izquierda a derecha se observan los resultados de las siguientes pruebas: Agua destilada, Molisch, Fehling A y B, Benedict, Ninhidrina, Cloruro férrico, Shinoda, Acetato de plomo, Gelatina+NaOH 1%, Liebermann-Bouchard, Bornträger, Dragendorff y Mayer. (A) Hoja de Suelda con Suelda (B) Hojas de Ajo Sacha (C) Corteza de Indano (D) Hojas de Moringa (E) Hojas de Atadijo

**Tabla 1.** Tabla de resultados de las pruebas fitoquímicas para las muestras.

| REACTIVOS                                             |               |                     |                     |                      |                      |             |                  |                      |               |              |
|-------------------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------|------------------|----------------------|---------------|--------------|
| Agua destilada                                        | Molish        | Fehling A y B       | Benedict            | Ninhidrina           | FeCl3                | Shinoda     | Acetato de plomo | Liebermann -Bouchard | Borntrager    | Drangendorff |
| Saponinas                                             | Carbohidratos | Azúcares reductores | Azúcares reductores | Grupos Aminos libres | Compuestos fenólicos | Flavonoides | Taninos          | Triterpenos          | Antraquinonas | Alcaloides   |
| Hoja de Suelta con Suelta ( <i>Passovia robusta</i> ) | -             | +                   | +                   | +                    | +                    | -           | -                | -                    | -             | +            |
| Hojas de Ajo Sacha ( <i>Mansoa alliacea</i> )         | +             | +                   | -                   | +                    | +                    | +           | -                | -                    | -             | +            |
| CORTEZA DE INDANO ( <i>Byrsonima crassifolia</i> )    | +             | +                   | +                   | -                    | +                    | +           | +                | -                    | +             | +            |
| HOJAS DE MORINGA ( <i>Moringa oleifera</i> )          | -             | +                   | -                   | +                    | +                    | +           | -                | -                    | -             | +            |
| HOJAS DE ATADUJO ( <i>Trema micranthum</i> )          | +             | +                   | +                   | +                    | +                    | +           | -                | -                    | -             | +            |

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

**Tabla 2.**Tabla de resultados de las pruebas fitoquímicas para las muestras (Continuación... Tabla 1).

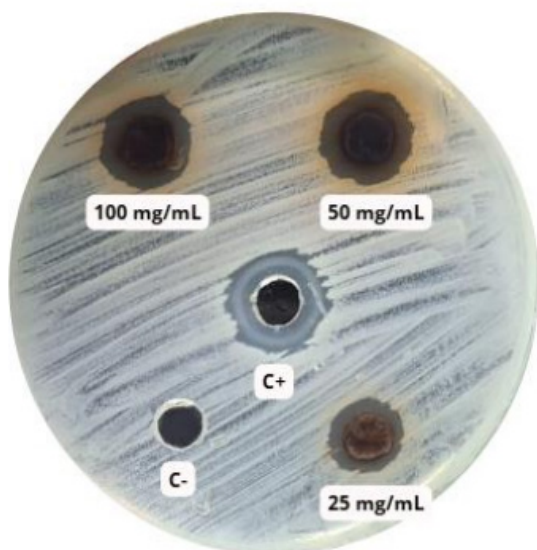
|                           | Gelatina+NaOH 1% | Mayer      |
|---------------------------|------------------|------------|
|                           | Flavonoides      | Alcaloides |
| Hoja de Suelda con Suelda | 0                | -          |
| Hojas de Ajo Sacha        | 0                | -          |
| CORTEZA DE INDANO         | +                | 0          |
| HOJAS DE MORINGA          | +                | 0          |
| HOJAS DE ATADIJO          | +                | 0          |

Nota: 0 = No se realizó prueba fitoquímica

### Actividad antimicrobiana

Los resultados obtenidos evidenciaron la ausencia de actividad antibacteriana en los extractos de *Moringa*, *Atadijo*, *Suelda con Suelda* y *Ajo Sacha*. En contraste, el extracto de *Indano* mostró actividad antibacteriana exclusiva contra *Staphylococcus aureus*, la única cepa Gram-positiva evaluada en este estudio.

La actividad antimicrobiana del extracto de *Indano* se observó en todas las concentraciones evaluadas, desde la más alta (100 mg/mL) hasta la más baja (25 mg/mL), presentando halos de inhibición en cada caso (Figura 4).

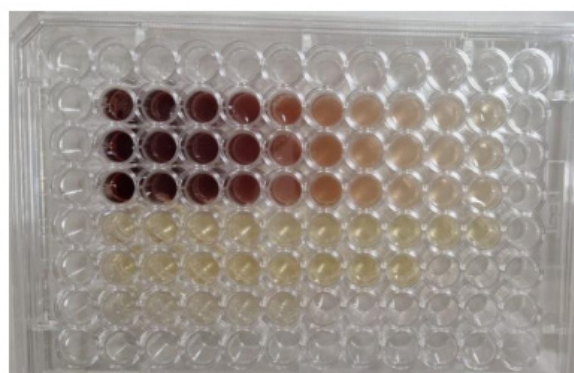


**Figura 4.** Actividad antimicrobiana del extracto de Indano frente a *Staphylococcus aureus*

### Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

La determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) (Figura 5) se realizó exclusivamente para el extracto de *Indano* frente a *S. aureus*, dado que fue el único extracto que presentó halos de inhibición (figura 4).

Los resultados indicaron que en la concentración de 6.25 mg/mL se produjo un ligero aumento en la densidad óptica, lo que sugiere un posible crecimiento bacteriano. No obstante, a partir de la concentración de 0.195 mg/mL (195 µg/mL) se observó un incremento significativo en la carga bacteriana en comparación con las concentraciones superiores. Este fenómeno se determinó mediante la comparación de la densidad óptica antes y después de la incubación (tabla 3).



**Figura 5.** Concentración mínima inhibitoria del extracto de Indano frente a *S. aureus*

## DISCUSIÓN

### Análisis Fitoquímico y Actividad

#### Antimicrobiana

Los resultados del análisis fitoquímico mostraron que sólo la corteza de Indano (*Byrsonima crassifolia*) contiene metabolitos con potencial actividad antimicrobiana. Se detectaron flavonoides, taninos, compuestos fenólicos, saponinas y antraquinonas, compuestos asociados con actividad bactericida. Estudios previos han reportado que flavonoides como quercetina e isoquercetina presentan actividad contra

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

**Tabla 3.** Densidad óptica a 600nm de la concentración mínima inhibitoria

| Concentración (mg/mL) | 50     | 25     | 12,5   | 6,25   | 3,125 | 1,56  | 0,78  | 0,39  | 0,195 | 0,09  |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\bar{x}$ de R        | -0,16  | -0,777 | -0,419 | -0,045 | 0,179 | 0,163 | 0,075 | 0,081 | 0,691 | 0,693 |
| $\bar{x}$ de C-       | 0,9417 |        |        |        |       |       |       |       |       |       |
| $\bar{x}$ de C+       | 0,0027 |        |        |        |       |       |       |       |       |       |

Nota: R: Repeticiones, C-: Control negativo, C+: Control positivo

bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, mientras que los taninos y saponinas pueden alterar la permeabilidad de la membrana celular bacteriana, generando un efecto inhibitorio (21). Además, las antraquinonas identificadas podrían estar relacionadas con mecanismos antifúngicos descritos en otras especies de *Byrsonima* (22).

En contraste, los análisis fitoquímicos de *Moringa oleifera*, *Trema micranthum*, *Passovia robusta* y *Mansoa alliacea* mostraron la presencia de diversos metabolitos secundarios sin evidencia de actividad antimicrobiana en este estudio. *Moringa oleifera* presentó flavonoides, taninos y compuestos fenólicos, asociados a propiedades antioxidantes y reguladoras del estrés oxidativo celular (23). *Trema micranthum* mostró triterpenos, esteroides y derivados de ácido cinámico, compuestos con potencial bioactivo en aplicaciones terapéuticas y cosméticas (24). Por su parte, *Passovia robusta* contenía compuestos fenólicos y aceites esenciales, como carvacril acetato y linalol, que han sido estudiados por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas (25). Finalmente, *Mansoa alliacea* mostró una alta concentración de compuestos fenólicos y flavonoides con potencial antioxidante, pero sin actividad antimicrobiana destacable, lo que sugiere que su acción está más orientada a la protección contra el estrés ambiental (26).

#### Actividad antimicrobiana de *Byrsonima crassifolia*

La actividad antimicrobiana del extracto de Indano contra *S. aureus* es consistente con estudios previos que resaltan el papel de los flavonoides y compuestos fenólicos en la inhibición del crecimiento bacteriano. Nascimento et al., reportaron que extractos metanólicos

de *Byrsonima crassifolia* mostraron actividad contra *S. aureus* con valores de CMI entre 125 y 500 µg/mL (27), mientras que en este estudio se obtuvo una CMI de 6.25 mg/mL, lo que indica una actividad moderada en comparación con extractos más purificados. De manera similar, Pío-León et al., encontraron que extractos de frutos silvestres como el arrayán inhibieron *S. aureus* y *Enterococcus faecalis* con CMI entre 2 y 8 mg/mL (28), lo que sugiere que el Indano posee una actividad antimicrobiana comparable a otras plantas estudiadas. Este efecto podría atribuirse a la presencia de flavonoides y taninos hidrolizables, los cuales han demostrado alterar la membrana celular bacteriana e interferir en procesos metabólicos esenciales (29).

Asimismo, estudios como el de Gellen y Silva reportan actividad de extractos de raíces de *B. crassifolia* frente a *S. aureus*, pero no frente a *E. coli* (30), lo cual refuerza la selectividad observada en este estudio hacia bacterias Gram-positivas. De igual forma, los resultados de Vázquez-Cahuich et al., mostraron que los aceites esenciales de *B. crassifolia* presentan efecto antimicrobiano sobre *S. aureus* y *S. Typhimurium*, aunque con variaciones atribuibles al tipo de extracto (esencial vs. metanólico) y al contenido de eugenol y otros compuestos volátiles (31).

Por otro lado, el hecho de que el extracto de Indano haya sido efectivo contra *S. aureus* pero no contra bacterias Gram-negativas como *E. coli* y *S. Typhimurium* sugiere que su mecanismo de acción puede estar influenciado por la estructura de la pared celular bacteriana, ya que la membrana externa de las Gram-negativas suele actuar como barrera protectora contra muchos compuestos antimicrobianos (32). Este patrón ha sido observado también en otros estudios, como el de

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH

Jung et al., quienes demostraron que fracciones ricas en flavonoides muestran mayor eficacia contra Gram-positivos, probablemente por una mayor accesibilidad a dianas celulares (33).

La ausencia de actividad en los extractos de Moringa, Atadijo, Suelda con Suelda y Ajo Sacha podría deberse a la baja concentración de compuestos bioactivos en las fracciones evaluadas, o a la falta de fraccionamiento selectivo. En línea con ello, Akinduti et al., reportaron que los extractos acuosos de *Moringa oleifera* solo presentaron actividad antibacteriana significativa a concentraciones elevadas ( $\geq 75$  mg/mL) (34), lo cual podría explicar la nula actividad observada en este estudio en condiciones no optimizadas.

## CONCLUSIONES

El extracto etanólico de la corteza de *Byrsonima crassifolia* mostró actividad antimicrobiana específica frente a *Staphylococcus aureus*, con una CMI de 6,25 mg/mL, atribuida a la presencia de flavonoides, taninos y otros compuestos fenólicos identificados en el análisis fitoquímico. En contraste, los extractos de *Moringa oleifera*, *Trema micranthum*, *Passovia robusta* y *Mansoa alliacea* no evidenciaron efecto antibacteriano bajo las condiciones evaluadas, posiblemente por baja concentración de metabolitos activos. Los resultados refuerzan la eficacia de compuestos vegetales frente a bacterias Gram-positivas y respaldan el uso tradicional de *B. crassifolia*, destacando su potencial como fuente de agentes antimicrobianos naturales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. World Health Organization. Laboratory biosafety manual, 4th edition: Laboratory design and maintenance. Washington DC: World Health Organization; 2020. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011397>
2. Cowan MM. Plant Products as Antimicrobial Agents. Clin Microbiol Rev. 1999; 12(4): 564-82. doi: 10.1128/CMR.12.4.564
3. Saeed F, Afzaal M. Tufail T, Ahmad A. Use of Natural Antimicrobial Agents: A Safe Preservation Approach. En: Var I, Uzunlu S (Edit). Active Antimicrobial Food Packaging IntechOpen; 2019. doi:10.5772/intechopen.80869.
4. Kalra, E. K. Nutraceutical-definition and introduction. AAPS PharmSci. 2003; 5(3):E25. doi: 10.1208/ps05032
5. Martin D. Los compuestos fenólicos, un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. RIAA. 2018; 9(1): 81-104. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.1968>
6. Hernandez L, Pabón L, Hernández-Rodríguez P. Estudio fitoquímico y actividad antimicrobiana de plantas medicinales empleadas para el control de infecciones urinarias. Revista Facultad de Ciencias Básicas. 2020; 16: 43-56. DOI: 10.18359/rfcb.4896
7. Alvarado P, Darling S. Análisis microbiológico de la resina de croton lechleri Müll Arg. (sangre de drago) para el consumo medicinal humano extraída de los cantones Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y Pangua, Provincia de Cotopaxi. Tesis de Grado. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6917>
8. Sosa-Castañeda J, Manzanares-Quin C, Valdez-Dominguez R, et al. Actividad antimicrobiana de plantas nativas de Sonora, México, contra bacterias patógenas aisladas de leche de vacas diagnosticadas con mastitis. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 2022; 13: 375-390.
9. Santamaria E. Efecto antimicrobiano de extractos de shuca ruda (Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.) en carne de res. Tesis de Grado. Amazonas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2022. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2954>
10. Rodríguez M, Gamarra O, Pérez F. Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana de los extractos de seis plantas medicinales usadas en Amazonas. Medicina naturista. 2021; 15: 32-37.
11. Ñañez J, Vivas E. Actividad antibacteriana

- del extracto hidroalcohólico de corteza de *Ficus citrifolia* Mill. frente a cepas de *Escherichia coli* ATCC 8739 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027. Lima, Perú: Universidad Maria Auxiliadora; 2021. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12970/452>
12. Giraldo J, Gutiérrez S, Merino F. Actividad emulsificante y de remoción de metales pesados del ramnolípido producido por *Pseudomonas aeruginosa* PB 25. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 2014; 80: 35–44.
  13. Tapullima A. Efecto de extractos vegetales en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller, establecido bajo sistemas agroforestales con caoba (*Swietenia macrophylla* King). Tesis de Grado. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín; 2024. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/4398>
  14. Valdivia M, Valentín M. Diversidad florística del pajonal, sometido a pastoreo, en el sector denominado Moyobamba, en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, Junín, Perú. Tesis de Grado. Lima, Perú: Universidad Católica Sedes Sapientiae; 2021. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14095/1309>
  15. Chávez S, Franco G. Flora medicinal empleada por el poblador de la provincia de Moyobamba, San Martín, Perú, 2023. Tesis de Grado. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo; 2024.
  16. Castro M, Vieira A, Knepper F, et al. Multidrug-Resistant Hospital Bacteria: Epidemiological Factors and Susceptibility Profile. *Microb Drug Resist*. 2021;27(3):433-440. doi: 10.1089/mdr.2019.0209
  17. Karungamye P, Rugaika A, Mtei K, Machunda R. Antibiotic Resistance Patterns of *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Hospital Wastewater. *Appl. Microbiol*. 2023; 3(3): 867-882. DOI: 10.3390/applmicrobiol 3030060
  18. Upreti N, Rayamajhee B, Sherchan S, Choudhari M, Banjar, M. Prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*, multidrug resistant and extended spectrum  $\beta$ -lactamase producing gram negative bacilli causing wound infections at a tertiary care hospital of Nepal. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2018;7:121. doi: 10.1186/s13756-018-0408-z
  19. Lock O. Investigación fitoquímica : Métodos en el estudio de productos naturales. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994.
  20. Miranda M, Cuéllar A. Farmacognosia y productos naturales. La Habana: Editorial Félix Varela; 2001.
  21. Hernández-López A, Roldán-Sabino C, Parra-Reyes A, Ávila-Alejandre A. Revisión del estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico de *Byrsonima crassifolia* (L.) KUNTH (MALPHIGIACEAE). *Acta Agrícola y Pecuaria*. 2022; 8, (2022). (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/353/132>
  22. Jesus T, Alves L, Lopes A, Mendes S, Serra I. Desenvolvimento de uma formulação tópica à base de *byrsonima crassifolia* para tratamento de candidíase cutânea. *REVISTA FOCO*. 2023; 16(6): e2260–e2260. DOI:10.54751/revistafoco.v16n6-076
  23. Saraiva L, Maia W, Leal F, Filho A, Feitosa C. Triagem fitoquímica das folhas de *Moringa oleifera*. *Boletim Informativo Geum*. 2018; 9 (12). (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geum/article/view/6360>
  24. dos Santos C, Damasceno R, Lucia S Perreli K. Microscopic and chemical characterization of leaves of *Trema micrantha* (L.) Blume. *Anales de Biología*. 2021; 43: 93–99. doi:10.6018/analesbio.43.09
  25. Peña I. Conocimiento etnobotánico en tres localidades de la Jurisdicción del Distrito de Las Pirias Jaén- Perú. Tesis de Grado. Jaén, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca; 2024. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/7768>
  26. Walag A, Cepeda A, Galenzoga A, Samba S. Initial phytochemical screening of the different parts of *Mansoa alliacea* L. (Garlic Vine). *Int. J. Biosci*. 2017; 11( 3): 219-223. DOI: 10.12692/ijb/11.3.219-223

27. Nascimento F, Reis M, Yang Z. A biologist's guide to Bayesian phylogenetic analysis. *Nat Ecol Evol.* 2017;1(10):1446-1454. doi: 10.1038/s41559-017-0280-x
28. Pío-León J, Díaz-Camacho S, Lopez-Lopez M, et al. Actividad antibacteriana de extractos de frutos de nanchi (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), arrayán (*Psidium sartorianum* (O. Berg) Nied.) y ayale (*Crescentia alata* Kunth). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.* 2013; 12(4), 356–364. (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85628141003>
29. Mendes F, Machado D, Almeida B, et al. Potencial antimicrobiano do extrato de *Byrsonima crassifolia* contra *Staphylococcus aureus* resistente: uma abordagem promissora no combate à resistência antibiótica. *REVISTA FOCO.* 2023; 16: e3201–e3201. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n10-117
30. Gellen L, Silva E, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Atividade antimicrobiana de extratos de raízes de *byrsonima crassifolia*. *J Bioen Food Sci.* 2016; 1: 63–71. doi:10.18067/jbfs.v3i2.88.
31. Vazquez D, Espinoza J, Centurion D, et al. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of *Malvaviscus arboreus* Cav, *Pimenta dioica* (L.) Merr., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth AND *Psidium guajava* L. *Trop Subtrop Agroecosyst* 2013; 16(3). (Citado el 15 de junio del 2024) Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93929595020>
32. Kumar R, Sharma S, Devi L. Investigation of total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity from extracts of *Azadirachta indica* of Bundelkhand Region. *Int J Life Sci Scienti Res.* 2018; 4: 1925–1933. DOI:10.21276/ijlssr.2018.4.4.10
33. Jung I, Jeong JY, Yum S, Hwang Y. Inhibitory Effects of Selected Medicinal Plants on Bacterial Growth of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Molecules.* 2022; 27(22):7780. doi:10.3390/molecules27227780
34. Akinduti P, Emoh-Robinson V, Obamoh-Triumphant H, Obafemi Y, Banjo T. Antibacterial activities of plant leaf extracts against multi-antibiotic resistant *Staphylococcus aureus* associated with skin and soft tissue infections. *BMC Complement Med Ther.* 2022 Feb 21;22(1):47. doi: 10.1186/s12906-022-03527-y

Recibido: 12/08/2024

Aceptado: 14/12/2024