

Artículo original

## **Acción antibacteriana del extracto de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* frente a *Escherichia coli***

Antibacterial Action of *Vaccinium Floribundum* and *Bacharis Linearifolia* Extracts against *Escherichia Coli*

Gerson Córdova Serrano<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5591-0322>

Dolin Silva Mora<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0000-4774-9252>

Jenny Rosalyn Huerta León<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4744-7830>

Jhonnell Williams Samaniego Joaquin<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0033-7119>

Javier Sánchez Siesquen<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1848-0255>

<sup>1</sup>Universidad María Auxiliadora (UMA), Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima, Perú.

\*Autor para la correspondencia: [jhonnell.samaniego@uma.edu.pe](mailto:jhonnell.samaniego@uma.edu.pe)

### **RESUMEN**

**Introducción:** Las infecciones urinarias, cuya principal causa es *Escherichia coli*, han presentado una creciente resistencia a los tratamientos antibacterianos tradicionales.

**Objetivo:** Evaluar la efectividad antibacteriana de los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Baccharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, en busca de alternativas terapéuticas naturales para el tratamiento de infecciones del tracto urinario.

**Métodos:** Se desarrolló un estudio experimental en el que se obtuvieron extractos hidroalcohólicos a partir de hojas y frutos de *Vaccinium floribundum* y de hojas de

*Bacharis linearifolia*. La actividad antibacteriana fue evaluada mediante el método de difusión en agar utilizando diferentes concentraciones de extractos. Los halos de inhibición se midieron para determinar el efecto antibacteriano, y sus datos fueron analizados estadísticamente.

**Resultados:** Los extractos hidroalcohólicos de ambas plantas mostraron actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 con diámetros de inhibición que variaron entre 6,0-10,9 mm. Las concentraciones intermedias de los extractos (2,5 %) mostraron los halos de mayor inhibición, lo que sugiere un posible efecto sinérgico entre los compuestos de las plantas. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los análisis realizados ( $p > 0,05$ ).

**Conclusiones:** Los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* demostraron tener un efecto inhibidor sobre *Escherichia coli*, especialmente cuando se emplearon concentraciones intermedias. Estos resultados sugieren que ambas plantas pueden representar una fuente potencial de nuevos agentes antibacterianos naturales, por lo que se recomienda realizar investigaciones adicionales para optimizar su proceso de extracción y evaluar su posible aplicación terapéutica.

**Palabras clave:** *Vaccinium floribundum*; *Bacharis linearifolia*; *Escherichia coli*; extractos hidroalcohólicos; actividad antibacteriana; plantas medicinales.

## ABSTRACT

**Introduction:** Urinary tract infections, mainly caused by *Escherichia coli*, have shown increasing resistance to traditional antibacterial treatments.

**Objective:** To evaluate the antibacterial effectiveness of hydroalcoholic extracts of *Vaccinium Floribundum* and *Baccharis Linearifolia* against *Escherichia coli* ATCC 25922, in search of natural therapeutic alternatives for the treatment of urinary tract infections.

**Methods:** An experimental study was conducted in which Hydroalcoholic extracts were obtained from the leaves and fruits of *Vaccinium Floribundum* and the leaves of

*Bacharis Linearifolia*. Antibacterial activity was evaluated using the agar diffusion method, with different concentrations of extracts. Inhibition halos were measured to determine the antibacterial effect, and the data were analyzed statistically.

**Results:** The Hydroalcoholic extracts of both plants showed antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922, with inhibition diameters ranging from 6.0 mm to 10.9 mm. Intermediate concentrations of the extracts (2.5%) showed the largest inhibition halos, suggesting a possible synergistic effect between the plant compounds. However, no statistically significant differences were found in the analyses performed ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** The hydroalcoholic extracts of *Vaccinium floribundum* and *Bacharis linearifolia* were shown to have an inhibitory effect on *Escherichia coli*, especially when intermediate concentrations were used. These results suggest that both plants may represent a potential source of new natural antibacterial agents. Further research is recommended to optimize the extraction process and evaluate its possible therapeutic application.

**Keywords:** *Vaccinium Floribundum*; *Bacharis Linearifolia*; *Escherichia Coli*; Hydroalcoholic extracts; antibacterial activity; medicinal plants.

Recibido: 10/10/2024

Aceptado: 01/10/2025

## Introducción

Las infecciones del tracto urinario (ITU) constituyen una de las patologías más comunes a nivel mundial y afectan principalmente a mujeres, niños y adultos mayores. En personas con comorbilidades como diabetes, inmunodeficiencias o insuficiencia renal pueden derivar en complicaciones severas e incluso, resultar potencialmente mortales.<sup>(1)</sup>

Las bacterias más frecuentemente implicadas en ITU no complicadas son *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis* y *Staphylococcus aureus*.<sup>(2)</sup>

En el Perú se reportaron aproximadamente 1143 casos de ITU por *Escherichia coli* en 2016 y representaron el 19 % de infecciones comunitarias, lo que evidencia su impacto epidemiológico.<sup>(3)</sup> Su tratamiento está basado en su etiología y sensibilidad esperada a los uropatógenos; sin embargo, la aparición de cepas productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) ha incrementado la dificultad terapéutica, e implicado un mayor riesgo clínico y económico.<sup>(4,5)</sup>

En América Latina, la resistencia de *Escherichia coli* a antibióticos como trimetoprim-sulfametoxazol, ciprofloxacina y cefalosporinas alcanza cifras superiores al 60 % en algunos casos, especialmente entre cepas de *Escherichia coli* uropatógenas (UPEC),<sup>(6)</sup> por lo que, frente a este panorama, el interés en alternativas naturales ha crecido.

La Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>(7)</sup> reconoce a las plantas medicinales como fuentes de compuestos terapéuticos, y en el Perú se estima que existen más de 1400 especies vegetales usadas en medicina tradicional, motivo para que la fitoterapia sea una de las prácticas complementarias más difundidas.

Entre las especies altoandinas con potencial terapéutico destacan *Vaccinium floribundum* (Mortiño), por su alto contenido de polifenoles<sup>(8)</sup> y *Baccharis linearifolia* (Sacha Thola), rica en flavonoides, lignanos y terpenoides con acción antibacteriana.<sup>(9,10,11,12,13,14,15)</sup>

El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad antibacteriana de los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Baccharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, en busca de alternativas terapéuticas naturales para el tratamiento de infecciones del tracto urinario.

## Métodos

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y de diseño experimental multifactorial, con el empleo del modelo estadístico *Box-Behnken* 3. Se manipularon como variables independientes los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* (Mortino) y *Baccharis linearifolia* (Sacha Thola) bajo condiciones controladas, con el propósito de evaluar su efecto sobre la variable dependiente actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922.<sup>(16)</sup>

La muestra vegetal consistió en 5 kg de hojas y frutos de *Vaccinium floribundum* y 5 kg de hojas de *Baccharis linearifolia* recolectadas en la localidad de Yacus, Huánuco. Las especies vegetales fueron identificadas taxonómicamente en el Herbario de la Universidad Nacional Agraria La Molina y registradas con el número de colección MOL-031972. Se seleccionaron 2 kg de cada especie para la elaboración de los extractos siguiendo los criterios de inclusión y exclusión. La muestra microbiológica consistió en cepas certificadas de *Escherichia coli* ATCC 25922 adquiridas en el laboratorio Genlab Perú. Se seleccionaron cultivos recientes, viables y libres de contaminación.

Los criterios de inclusión para la muestra botánica contemplaron frutos y hojas maduras en buen estado sanitario; mientras que para la muestra microbiológica se consideraron cultivos certificados sin contaminación.

Los criterios de exclusión descartaron muestras vegetales en mal estado, inmaduras o sin pedúnculos, así como cultivos microbiológicos no certificados o contaminados. Los extractos hidroalcohólicos de ambas especies fueron obtenidos por maceración discontinua con el uso de una solución hidroalcohólica al 70 % y agitación periódica durante 72 horas. La actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 se evaluó a través del método de difusión en agar de Kirby-Bauer y se registraron sus halos de inhibición en milímetros.<sup>(17)</sup>

Para el análisis estadístico, se utilizó el *software* STATISTICA con un diseño de superficie de respuesta y análisis de varianza (ANOVA). También se empleó Microsoft Excel para el registro y procesamiento preliminar de datos experimentales.

## Técnica y plan de recolección de datos

La recolección de hojas y frutos de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* se realizó en Huánuco, y cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión. Las muestras se almacenaron en un lugar fresco y seco para evitar alteraciones<sup>(18)</sup> y fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio, además de ser sometidas a blanqueo, mediante choque térmico en agua fría para prevenir la oxidación.<sup>(19)</sup> Mientras, su secado se realizó a temperatura ambiente y en estufa a 40°C hasta obtener pesos constantes y se determinó el porcentaje de humedad de las muestras.<sup>(20)</sup> Además, se realizaron ensayos preliminares sobre los extractos hidroalcohólicos, cuya extracción hidroalcohólica se hizo por maceración con etanol al 70 % durante tres días. Los extractos fueron filtrados, concentrados y evaporados en estufa y se obtuvieron 0,017 kg de extracto de frutos de *Vaccinium floribundum*, 0,024 kg de hojas y 0,034 kg de *Bacharis linearifolia*.<sup>(21)</sup>

En la marcha de solubilidad, los extractos se mezclaron con diferentes disolventes y se observó la formación de precipitados y colores. Se realizó un tamizaje fitoquímico cualitativo a los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Baccharis linearifolia*, utilizando extractos crudos disueltos en metanol. Para la identificación de grupos funcionales se aplicaron reacciones químicas específicas siguiendo el protocolo descrito por Olga Lock. Entre las pruebas realizadas se incluyeron la reacción de Shinoda para flavonoides; el ensayo de Liberman-Burchard para esteroides y triterpenos; la prueba de espuma para saponinas; el ensayo de Bornträger para quinonas; la reacción con cloruro férrico y gelatina para taninos; y los reactivos de Dragendorff, Mayer y Wagner para alcaloides.

Los resultados del tamizaje fitoquímico indicaron la presencia abundante (+++) de flavonoides y taninos en los extractos de hojas de *Vaccinium floribundum* y *Baccharis linearifolia*. Asimismo, se detectaron esteroides y saponinas en concentraciones moderadas (++). En los frutos de *Vaccinium floribundum*—se observó una alta concentración de flavonoides (+++), presencia moderada de taninos (++), y ausencia

de alcaloides y saponinas.<sup>(22)</sup> A partir del extracto seco obtenido, se agregó la solución hidroalcohólica y se diluyó a diferentes concentraciones y combinaciones de acuerdo con el diseño experimental cuadrático de Box-Behnken.<sup>(23)</sup>

Posteriormente, se activó la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922 en caldo Luria-Bertani (Merck®, Alemania). Para preparar el inóculo se utilizaron tres tubos de ensayo con 3 ml de caldo Luria-Bertani, se inocularon las cepas con un hisopo estéril y se mezcló hasta ajustar la turbidez a 0,5 en la escala de densidad óptica (equivalente a  $1,0 \times 10^8$  UFC/ml).<sup>(24)</sup>

Los medios de cultivo Mueller-Hinton se prepararon disolviendo 38 g de agar Mueller-Hinton (Merck®, Alemania) en 1000 ml de agua destilada, seguido por su esterilización en autoclave. Tras enfriar y solidificar a temperatura ambiente, se sembró el inóculo de *Escherichia coli* en el agar. Finalmente, se procedió a la interpretación de los resultados con los grupos experimentales.

## Resultados

Los análisis fitoquímicos realizados a los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* revelan la presencia significativa de metabolitos secundarios como taninos y flavonoides en todas las muestras analizadas (tabla 1). Tanto en las hojas como en los frutos de *Vaccinium floribundum* se evidenció la abundancia de flavonoides, mientras que los esteroides y saponinas fueron detectados en cantidades moderadas en las hojas y frutos de la planta. En el caso de *Bacharis linearifolia* se observó la presencia de taninos, flavonoides y saponinas, lo que podría sugerir un potencial efecto antibacteriano. No obstante, se destaca la ausencia de alcaloides y quinonas en esta planta, lo que limita ciertos mecanismos de acción antibacteriana que podrían esperarse de estas familias de compuestos. En resumen, ambos extractos presentaron metabolitos que son relevantes para investigaciones posteriores en búsqueda de actividades biológicas específicas. Se destacaron los flavonoides y taninos como los principales compuestos presentes.

**Tabla 1** - Análisis fitoquímico del extracto hidroalcohólico al 70 % de las hojas de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia*

Tipo de muestra	Tipo de ensayo	Metabolito secundario	Resultado
Extracto hidroalcohólico (70 %) de hojas de <i>Vaccinium floribundum</i>	Gelatina-sal	Taninos	+++
	Cloruro férrico 5 %	Taninos	+++
	Shinoda	Flavonoides	+++
	Lieberman-Burchard	Esteroides	++
	Bornträger	Quinonas	-
	Dragendorff	Alcaloides	+
	Wagner	Alcaloides	+
	Mayer	Alcaloides	+
	Espuma	Saponinas	++
Extracto hidroalcohólico (70 %) de hojas de <i>Bacharis linearifolia</i>	Gelatina-sal	Taninos	+++
	Cloruro férrico 5 %	Taninos	+++
	Shinoda	Flavonoides	+++
	Lieberman-Burchard	Esteroides	++
	Bornträger	Quinonas	-
	Dragendorff	Alcaloides	-
	Wagner	Alcaloides	-
	Mayer	Alcaloides	-
	Espuma	Saponinas	+++
Extracto hidroalcohólico (70 %) de frutos de <i>Vaccinium floribundum</i>	Gelatina-sal	Taninos	++
	Cloruro férrico 5%	Taninos	++
	Shinoda	Flavonoides	+++
	Lieberman-Burchard	Esteroides	+
	Bornträger	Quinonas	-
	Dragendorff	Alcaloides	-
	Wagner	Alcaloides	-
	Mayer	Alcaloides	-
	Espuma	Saponinas	-

En la tabla 2 se muestran los diámetros de los halos de inhibición al aplicar diferentes mezclas de diferentes concentraciones de extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922. Los diámetros más grandes se alcanzaron con concentraciones iguales de ambos extractos, lo que sugiere una posible sinergia.



**Tabla 2** - Evaluación de halos de inhibición en ensayo microbiológico con extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922

Muestra	Concentración <i>V. floribundum</i>	Concentración <i>B. linearifolia</i>	Diámetro de inhibición (mm)
Muestra 1	5,0 %	0,0 %	6,0
Muestra 2	0,0 %	5,0 %	6,0
Muestra 3	2,5 %	2,5 %	10,5
Muestra 4	5,0 %	5,0 %	9,6
Muestra 5	0,0 %	2,5 %	6,0

En la tabla 3 se puede observar que las concentraciones elevadas de extracto de *Bacharis linearifolia* en combinación con *Vaccinium floribundum* generan mayores diámetros de inhibición, lo que podría indicar un efecto aditivo en el control bacteriano.

**Tabla 3** - Resultados de halos de inhibición en ensayo microbiológico con extractos hidroalcohólicos al 70 % de frutos de *Vaccinium floribundum* y hojas de *Baccharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922

Muestra	Concentración extracto de frutos de <i>V. floribundum</i> (70 %)	Concentración extracto de hojas de <i>B. linearifolia</i> (70 %)	Diámetro de inhibición (mm)
Muestra 1	0,0 %	5,0 %	6,0
Muestra 2	5,0 %	0,0 %	6,0
Muestra 3	15,0 %	15,0 %	10,3
Muestra 4	0,0 %	0,0 %	6,0
Muestra 5	2,5 %	5,0 %	10,7

La tabla 4 muestra que los diámetros de inhibición mayores, cercanos a 10 mm, se obtuvieron al usar las concentraciones más altas de ambos extractos. Sin embargo, las concentraciones bajas produjeron halos de inhibición constantes de 6 mm, lo que indica una respuesta limitada a estas concentraciones.

**Tabla 4** - Medición de halos de inhibición con extractos hidroalcohólicos al 70 % de frutos de *Vaccinium floribundum* y hojas de *Bacharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922

Muestra	Concentración extracto de frutos de <i>V. floribundum</i> (70 %)	Concentración extracto de hojas de <i>B. linearifolia</i> (70 %)	Diámetro de inhibición (mm)
Muestra 1	2,5 %	0,0 %	6,0
Muestra 2	0,0 %	2,5 %	6,0
Muestra 3	5,0 %	5,0 %	9,8
Muestra 4	15,0 %	15,0 %	10,9
Muestra 5	0,0 %	5,0 %	6,0

En la tabla 5 se observa el análisis de varianza (ANOVA) realizado sobre los datos de inhibición bacteriana. Ninguno de los factores presenta significancia estadística ( $p < 0,05$ ); sin embargo, la planta 1 (hojas de *Vaccinium floribundum*) es el factor que se aproxima más a un efecto significativo en la inhibición bacteriana.

**Tabla 5** - Análisis estadístico de la actividad antimicrobiana de *Vaccinium floribundum* y *Bacharis linearifolia* en *Escherichia coli* ATCC 25922

Factor	SS	df	MS	p-value
Planta 1 (Hojas <i>V. floribundum</i> )	18,5	2	9,25	0,088
Planta 2 (Hojas <i>B. linearifolia</i> )	6,31	2	3,15	0,408
Planta 1F (Frutos <i>V. floribundum</i> )	7,19	2	3,59	0,362
Error	67,36	20	3,37	-
Total	99,37	26	-	-

Nota: Planta 1: *Vaccinium floribundum*. Planta 2: *Bacharis linearifolia*.

## Discusión

Los resultados del estudio muestran que los extractos hidroalcohólicos de *Vaccinium floribundum* y *Baccharis linearifolia* tienen una actividad antibacteriana frente a

*Escherichia coli* ATCC 25922, aunque esta no resultó estadísticamente significativa según el análisis ANOVA.

Los halos de inhibición variaron entre 6,0-10,9 mm, los cuales fueron los mayores diámetros con concentraciones equilibradas de ambos extractos, lo que podría indicar una sinergia entre estas dos especies. Es relevante destacar que las concentraciones más bajas o intermedias (2,5 %) produjeron una mayor actividad antimicrobiana. En particular, las combinaciones de extractos mostraron una tendencia favorable, lo que sugiere que proporciones específicas pueden generar un mayor efecto inhibidor. Sin embargo, concentraciones más altas no generaron un aumento proporcional en los halos de inhibición, lo que apunta a que más extracto no implica necesariamente mayor eficacia antibacteriana.

El análisis estadístico mostró que ninguno de los factores presentó una significancia estadística ( $p < 0,05$ ), aunque la planta 1 (*Vaccinium floribundum*) mostró una mayor tendencia a inhibir el crecimiento bacteriano. A pesar de no alcanzar una significancia global, esta especie podría representar una opción prometedora para investigaciones futuras que optimicen su capacidad antibacteriana, especialmente en combinación con *Baccharis linearifolia*.

Estos resultados contrastan con estudios como el de Llivisaca y otros,<sup>(25)</sup> en el cual el extracto al 5 % de *Vaccinium floribundum* produjo un halo de 25 mm. Esta diferencia podría explicarse por el uso de liofilización en dicho estudio y técnica no empleada en la investigación. Asimismo, factores como la altitud, el clima y las condiciones agroecológicas de recolección pueden haber influido en la composición fitoquímica de las plantas y afectar su actividad antimicrobiana.

Diversos estudios<sup>(6)</sup> han reportado que la resistencia de *Escherichia coli* a medicamentos de primera línea como trimetoprim-sulfametoxazol (61,2 %), ciprofloxacina (48,0 %) y ceftriaxona (más del 30 %) representa un desafío importante en el manejo clínico de las ITU. En América Latina, la producción de BLEE tipo CTX-M alcanza prevalencias de hasta el 65,2 % en *Escherichia coli*, y el 45,5 % en *Klebsiella pneumoniae* y *Proteus mirabilis*.

Las (UPEC) muestran niveles de resistencia aún mayores a cefotaxima (74,4 %) y a ciprofloxacina (82,9 %), además estas cepas expresan endotoxinas y genes de virulencia como *papA*, y facilita su diseminación sistémica.<sup>(6)</sup>

Frente a este panorama, el interés en alternativas naturales ha crecido y la fitoterapia ampliamente utilizada en Perú ha mostrado potencial terapéutico gracias a la riqueza de compuestos secundarios en plantas nativas como *Vaccinium floribundum*, la que contiene altos niveles de polifenoles y antioxidantes;<sup>(7,8)</sup> y la *Baccharis linearifolia*, que posee flavonoides, lignanos y terpenoides con reconocida actividad antimicrobiana.<sup>(9,10)</sup> Esta última pertenece a la familia Asteraceae y ha sido distribuida desde Canadá hasta Tierra del Fuego, en los que ha sido valorada por sus propiedades curativas y su uso tradicional.

Estudios<sup>(10,11)</sup> previos han evidenciado que extractos vegetales de especies como *Prunus salicifolia*, *Vaccinium floribundum* y *Vaccinium macrocarpon* muestran efectos comparables a la clorhexidina frente al *Streptococcus mutans* y otros patógenos transmitidos por alimentos. En Brasil, aceites esenciales de *Baccharis parvidentata* y hongos endófitos aislados de *Baccharis linearifolia* han demostrado actividad antifúngica contra *Botrytis cinérea*.<sup>(12)</sup> Adicionalmente, extractos etanólicos de *Tropaeolum tuberosum* (isaño) han mostrado actividad *in vitro* contra bacterias uropatógenas.<sup>(13)</sup>

Pese a estos antecedentes, no se han encontrado estudios que evalúen el efecto combinado de *Vaccinium floribundum* y *Baccharis linearifolia* frente a *Escherichia coli* ATCC 25922. Por ello, el estudio propone evaluar el potencial sinérgico de ambos extractos como alternativa natural para el tratamiento de ITU, especialmente en contextos de alta resistencia antibiótica.<sup>(14,15)</sup> La evaluación de nuevas técnicas de extracción, combinaciones y dosis podría mejorar su efectividad, y contribuir al desarrollo de alternativas naturales para el control de infecciones bacterianas.

## Referencias bibliográficas

1. García R, Panizo N, Vega B, Martos P, Rodríguez A. infección del tracto urinario en la enfermedad renal crónica. Revista Colombiana Nefrología. 2020;7(1):70-83. DOI: <https://doi.org/10.22265/acnef.7.1.264>
2. Aranguren F. Tratamiento de la infección del tracto urinario en pacientes con diabetes e insuficiencia renal. Revista de la Sociedad Argentina de diabetes. 2019;53(2):79. DOI: <https://doi.org/10.47196/diab.v53i2.149>
3. Reátegui A, Falcón N. Características epidemiológicas y clínicas de las infecciones por dengue y zika durante el fenómeno de el niño costero de 2017 en chincha, Perú. R Inv Vet Perú. 2021;32(2):e20005. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.2 0005>
4. Casales M, Molina V, Gloria L, Díaz M, Malo H. Resultados preliminares iniciativas hearts en México: facilitadores y barreras de los sistemas de información. Revista Panamericana Salud Pública. 2022;46:1. DOI: <https://doi.org/10.26633/.2022.167>
5. Chicaiza M, Gómez N, Vizuite E, Guacho C. Cuidados de enfermería en pacientes con aislamiento de contacto y portadores de infecciones multifármaco resistentes. Rev Interd C salud y Vida. 2022;6(2):276. DOI: <https://doi.org/10.35381/s.v.v6i2.2102>
6. Marcos P, Salvatierra G, Yareta J, Pino J, Vásquez N, Diaz P. et al. Caracterización microbiológica y molecular de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* uropatógenas de hospitales públicos peruanos. Rev Peruana Medicina Experimental y S Pública. 2021;38(1):119-23. DOI: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.20 21.381.6182>
7. Valverde G, Quispe U, Caballero C. Conocimientos ancestrales y uso de plantas medicinales en prevención y tratamiento de COVID- 19 en el Perú. Rev Investigación. 2022;46(108):210-26. DOI: <https://doi.org/10.56219/revistasdeinvestigacin.v4 6i108.1175>
8. Montero T. Situación actual de las tolas plantadas en la comunidad san José de Aymara, Huancavelica - Perú. Revista Forestal Del Perú. 2021;37(2):91-108. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i2.1951>
9. Llaure A, Ganoza M, Suárez L, Bussmann R. *Baccharis genistelloides* (lam.) pers. "carqueja": a review of uses in traditional medicine, phytochemical composition and

pharmacological studies. *Ethnobotany Research and Applications*. 2021;21(1). DOI: <https://doi.org/10.32859/era.21.50.1-37>

10. Santacruz S, González R. Inhibición de *Streptococcus mutans* con extractos de *Rubus ulmifolius*, *Passiflora mollissima* y *Vaccinium floribundum*. *Rev Espamciencia*. 2020;11(2):75-9. DOI: [https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v11i2.220](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i2.220)

11. Silva L, Silva J, Melo T, Silva D, Costa D, Vasconcelos T. Análise in vitro da atividade antimicrobiana do extrato de *Vaccinium macrocarpon* (cranberry) e óleo essencial de *Origanum vulgare* (orégano) frente à cepa de *Escherichia coli* / in vitro analysis of the antimicrobial activity of *Vaccinium macrocarpon* (cranberry) extract and essential oil from *Origanum vulgare* (oregan) in front of *Escherichia coli*. *Brazilian J of Development*. 2020;6(9):70057-69. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-451>

12. Moncayo S, Rondón M, Araujo L, Rojas L, Cornejo X, Guamán W, et al. Composición química y actividad biológica de los aceites esenciales de *Piper marginatum jacq.* y *Piper tuberculatum jacq.* de Ecuador. *Rev de la Facultad de Farmacia*. 2021;63(1):14-24. DOI: <https://doi.org/10.53766/refa/2021.63.01.02>

13. Heredia C, Orozco M, Pérez C. Actividad antibacteriana de extractos alcohólicos de hojas de *Solanum dolichosepalum* (bitter). *Informador Técnico*. 2019:121-30. DOI: <https://doi.org/10.23850/22565035.2061>

14. Guartazaca R. Frecuencia de *E. coli* y *Klebsiella spp* productoras de betalactamasas en cultivos procesados en un laboratorio clínico. *Revista Vive*. 2024;7(19). DOI: <https://doi.org/10.33996/revistavive.v7i19.285>

15. García W, Baquero L, Hernández P. Potencial antimicrobiano de extractos de plantas medicinales y sus mezclas frente a bacterias asociadas con conjuntivitis. *Nova*. 2021;19(36):95-108. DOI: <https://doi.org/10.22490/24629448.5294>

16. Huertas R, Gázquez J, Martínez F, Esteban I. Propuesta metodológica mediante diseños box-behnken para mejorar el rendimiento del análisis conjunto en estudios experimentales de mercado. *Rev Española Investigación Marketing Esic*. 2014;18(1):57-66. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1138-1442\(14\)60006-1](https://doi.org/10.1016/s1138-1442(14)60006-1)

17. Nieves I, Galé G. *Staphylococcus aureus* procedentes de quesos costeños de valledupar; susceptibilidad antibiótica y perfil plasmídico. Revista Médica de Risaralda. 2019;25(1):10. DOI: <https://doi.org/10.22517/25395203.16681>
18. Cruz E. Caracterización fisicoquímica y capacidad antioxidante del extracto de *Vaccinium floribundum kunth* "pushgay". Rev Soc Química De Perú. 2023;89(3) DOI: <https://doi.org/10.37761/rsqp.v89i3.437>
19. Cayo C, Rojas E, Nicho M, Ladera M, Aliaga A. Evaluación antibacteriana del peróxido de hidrógeno comparado con hipoclorito de sodio sobre cepillos dentales inoculados con *Streptococcus mutans*. Rev C de la Salud. 2021;19(1). DOI: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10226>
20. Mesía N, Silva E. Efecto de la cinética de secado en la actividad antioxidante de harina de morinda *Citrifolia l. "noni"*. Rev Científica Untrm Ciencias Naturales E Ingeniería. 2020;3(1):42. DOI: <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.591>
21. Isaza N, Hoyos J, Peláez C. Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de *Stevia rebaudiana* en varios modelos *in vitro*. Rev Eia. 2020;17(34):1-9. DOI: <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1282>
22. Gálvez H. Síntesis y caracterización de nanohojas y nanolistones de óxido de grafeno mediante oxidación química. Lat. Ame. Jour. App. Eng. 2020;3(1):1-7. DOI: <https://doi.org/10.69681/lajae.v3i1.16>
23. Silva C, Solano M. Sustitución de nitrito de sodio por antocianinas de flores de mastuerzo atomizado, en el color, capacidad antioxidante y aceptabilidad de salchichas tipo Frankfurt. Prospectiva Universitaria. 2020;14(1):21-8. DOI: <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2017.14.688>
24. González M, Chávez S, Gamarra R, Vásquez H, Quilcate C, Cueva M. Caracterización bioquímica y filogrupos de *Escherichia coli* aislados de heces de terneros con diarrea en la región Cajamarca, Perú. Rev Científica de la Facultad de C Veterinarias. 2022;XXXII(single):1-10. DOI: <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32112>
25. Llivisaca S, Manzano P, Ruales J, Flores J, Mendoza J, Peralta E, et al. Chemical, antimicrobial, and molecular characterization of mortiño (*Vaccinium floribundum*

*kunth*) fruits and leaves. Food Science & Nutrition. 2018;6(4):934-42. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.638>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribución de los autores**

*Conceptualización:* Dolin Silva Mora, Gerson Córdova Serrano, Jenny Huerta León, Jhonnel Samaniego Joaquín.

*Curación de datos:* Jenny Huerta León, Jhonnel Samaniego Joaquín.

*Análisis Formal:* Gerson Córdova Serrano, Dolin Silva Mora, Jenny Huerta León, Jhonnel Samaniego Joaquín.

*Investigación:* Gerson Córdova Serrano, Dolin Silva Mora, Jenny Huerta León, Javier Sánchez Siesquen, Jhonnel Samaniego Joaquín.

*Metodología:* Gerson Córdova Serrano, Jenny Huerta León.

*Administración del proyecto:* Jenny Huerta León.

*Recursos materiales:* Dolin Silva Mora.

*Supervisión:* Gerson Córdova Serrano.

*Validación:* Jhonnel Samaniego Joaquín, Javier Sánchez Siesquen.

*Visualización:* Jenny Huerta León, Jhonnel Samaniego Joaquín.

*Redacción-borrador original:* Gerson Córdova Serrano, Javier Sánchez Siesquen, Jenny Huerta León, Jhonnel Samaniego Joaquín.

*Redacción-revisión y edición:* Gerson Córdova Serrano, Javier Sánchez Siesquen, Jenny Huerta León, Jhonnel Samaniego Joaquín.

### **Disponibilidad de datos**

Los datos del estudio son confidenciales, por tanto, no pueden ser expuestos públicamente ni compartidos por lo que están almacenados en el repositorio de la



Universidad María Auxiliadora y para acceder a ellos se requiere de la autorización de dicha institución.