

Actividad antimicrobiana del extracto metanólico de los tallos de Verbena Litoralis

Antimicrobial activity of methanol extract of Verbena Litoralis stems

Atividade antimicrobiana do extrato metanólico dos caules de Verbena litoralis

ARTÍCULO ORIGINAL



Juddy Anabel Guamán Ordoñez 
juddy_1995@hotmail.com

Carmen Elizabeth Silverio Calderón 
csilverio@utmachala.edu.ec

Jonathan Morán 
jonathanmoranzizzo@gmail.com

Jessica Vanessa Alvarado Caceres 
jvalvarado@utmachala.edu.ec

Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistavive.v8i22.362>

Artículo recibido 16 de octubre 2024 / Aceptado 20 de noviembre 2024 / Publicado 22 de enero 2025

RESUMEN

La herbolaria, también conocida como fitoterapia, ha sido reconocida como la forma más antigua para prevenir y tratar disímiles enfermedades. Más del 80% de la población mundial recurre al uso de las plantas medicinales para el cuidado de la salud. La Verbena litoralis se ha utilizado en diversas culturas por sus propiedades medicinales. **Objetivo:** Evaluar la actividad antibacteriana de los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico del tallo de Verbena litoralis K, mediante el método de pozos en agar para la inhibición de Staphylococcus aureus. **Materiales y métodos:** Se utilizó un estudio experimental, tipo exploratorio, con una muestra de 60 tallos de la planta estudiada, recolectada en la Provincia de El Oro, Cantón Santa Rosa. **Resultados:** Se realizó un análisis de varianza, ANOVA, que mostró un valor de $p < 0.05$, lo que permite rechazar la hipótesis nula y sugiere diferencias significativas en, al menos, una de las concentraciones evaluadas, lo que implica un 5% de probabilidad de que los resultados sean atribuibles al azar, minimizando así el riesgo de error tipo I. **Conclusiones:** la investigación reveló que los tallos de Verbena litoralis Kunth presentan una humedad promedio del 8.15% y un contenido de cenizas totales del 3.39%, lo que asegura tanto la estabilidad como la alta pureza del producto, características fundamentales para su aplicación terapéutica, debido a su alto potencial antibacteriano. El análisis fitoquímico y la cromatografía en capa delgada han permitido identificar metabolitos secundarios, incluyendo alcaloides, azúcares reductores, fenoles y taninos, que sugiere posibles usos terapéuticos.

Palabras clave: Actividad antimicrobiana; Extracto metanólico; Verbena Litoralis; Staphylococcus aureus; Resistencia bacteriana

ABSTRACT

Herbalism, also known as phytotherapy, has been recognized as the oldest way to prevent and treat dissimilar diseases. More than 80% of the world's population uses medicinal plants for health care. Verbena litoralis has been used in various cultures for its medicinal properties. **Objective:** To evaluate the antibacterial activity of the secondary metabolites present in the methanolic extract of the stem of Verbena litoralis K, using the agar well method for the inhibition of Staphylococcus aureus. **Materials and methods:** An experimental, exploratory study was used with a sample of 60 stems of the plant studied, collected in the Province of El Oro, Canton Santa Rosa. **Results:** An analysis of variance, ANOVA, was carried out, which showed a value of $p < 0.05$, which allows us to reject the null hypothesis and suggests significant differences in at least one of the concentrations evaluated, which implies a 5% probability that the results are attributable to chance, thus minimizing the risk of type I error. **Conclusions:** the investigation revealed that the stems of Verbena litoralis Kunth have an average humidity of 8.15% and an ash content totals of 3.39%, which ensures both the stability and high purity of the product, fundamental characteristics for its therapeutic application, due to its high antibacterial potential. Phytochemical analysis and thin layer chromatography have identified secondary metabolites, including alkaloids, reducing sugars, phenols and tannins, suggesting possible therapeutic uses.

Key words: Antimicrobial activity; Methanolic extract; Verbena Litoralis; Staphylococcus aureus; Bacterial resistance

RESUMO

A fitoterapia, também conhecida como fitoterapia, tem sido reconhecida como a forma mais antiga de prevenir e tratar doenças diferentes. Mais de 80% da população mundial utiliza plantas medicinais para cuidados de saúde. Verbena litoralis tem sido utilizada em diversas culturas por suas propriedades medicinais. **Objetivo:** Avaliar a atividade antibacteriana dos metabólitos secundários presentes no extrato metanólico do caule de Verbena litoralis K, utilizando o método de poços de ágar para inibição de Staphylococcus aureus. **Materiais e métodos:** Foi utilizado um estudo experimental e exploratório com uma amostra de 60 hastes da planta estudada, coletadas na província de El Oro, Cantão Santa Rosa. **Resultados:** Foi realizada uma análise de variância, ANOVA, que revelou um valor de $p < 0,05$, o que permite rejeitar a hipótese nula e sugere diferenças significativas em pelo menos uma das concentrações avaliadas, o que implica uma probabilidade de 5% de que os resultados são atribuíveis ao acaso, minimizando assim o risco de erro tipo I. **Conclusões:** a investigação revelou que os caules da Verbena litoralis Kunth apresentam uma humidade média de 8,15% e um teor de cinzas. totais de 3,39%, o que garante tanto a estabilidade quanto a alta pureza do produto, características fundamentais para sua aplicação terapêutica, devido ao seu alto potencial antibacteriano. A análise fitoquímica e a cromatografia em camada delgada identificaram metabólitos secundários, incluindo alcalóides, açúcares reductores, fenóis e taninos, sugerindo possíveis usos terapêuticos.

Palavras-chave: Atividade antimicrobiana; Extrato metanólico; Verbena Litoralis; Staphylococcus aureus; Resistência bacteriana

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que existen al menos 119 fármacos derivados de plantas, de los cuales aproximadamente el 74% se utiliza en la medicina moderna, lo que refleja una conexión directa con los usos tradicionales que las culturas nativas han dado a estas hierbas medicinales. Desde tiempos remotos, la herbolaria ha sido reconocida como la forma más antigua de curar o aliviar dolencias gracias a las propiedades de diversas sustancias (1).

Actualmente, más del 80% de la población mundial recurre a las plantas medicinales para el cuidado de la salud, y esta tendencia está en aumento, especialmente en los países industrializados. Este crecimiento en el uso de fitoterapia como alternativa terapéutica se debe no solo a cambios culturales en muchas comunidades, sino también al elevado costo de los medicamentos convencionales (2).

La Verbena litoralis, también conocida como verbena de playa, es una planta perenne que pertenece a la familia Verbenaceae. Se ha utilizado tradicionalmente en diversas culturas debido a sus propiedades medicinales, que incluyen efectos diuréticos, antiinflamatorios, sedantes, digestivos y antioxidantes, entre otros. Se caracteriza por alcanzar una altura de 40cm hasta 1 metro, las hojas tienen forma lanceolada

con bordes aserrados y las flores presenta inflorescencias en espigas densas, con flores pequeñas de color púrpura. Es significativo tener en cuenta que, aunque la verbena litoralis tiene muchas propiedades beneficiosas, su uso debe ser moderado, ya que en grandes cantidades puede provocar efectos adversos como vómitos. Además, se recomienda evitar su uso durante el embarazo hasta las últimas semanas de gestación debido a sus efectos estimulantes sobre el útero (3).

La relevancia de los compuestos antibacterianos frente a *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) se debe a varios factores críticos. Este patógeno, en particular, presenta un desafío considerable para la salud pública debido a su capacidad para desarrollar resistencia a múltiples clases de antibióticos, especialmente en cepas como el MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente a metilina). La alta incidencia de infecciones por *S. aureus* en hospitales y comunidades resalta la necesidad apremiante de nuevos agentes antimicrobianos. Por lo tanto, la investigación y el desarrollo de estos compuestos son fundamentales para mejorar los resultados clínicos y disminuir la morbilidad asociada con estas infecciones bacterianas (4).

Al evaluar esta variable compleja se identifican limitaciones que pueden afectar los resultados y su interpretación. Factores como la composición química del extracto metanólico puede fluctuar en función de la época de recolección, las condiciones

climáticas y el método de extracción, estas variaciones pueden afectar tanto la concentración como la efectividad de los metabolitos secundarios. Además, aunque el método de pozos en agar es ampliamente utilizado, presenta ciertas limitaciones, ya que puede no reflejar con precisión la actividad antibacteriana en condiciones fisiológicas reales; el entorno *in vitro* no reproduce completamente las condiciones del cuerpo humano (5). Reconocer estas limitaciones no solo fortalece la validez del estudio, sino que también proporciona un contexto más claro para futuras investigaciones en este campo crítico de la microbiología.

El desarrollo de resistencia bacteriana por parte de diversos agentes infecciosos representa una amenaza creciente para la salud pública entre estas bacterias se encuentran *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae*, así como *Salmonella spp*, cuya rápida propagación a nivel mundial es alarmante. Una de las principales recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud es fomentar la investigación y el desarrollo de nuevos principios activos que contribuyan al tratamiento de enfermedades causadas por cepas resistentes (6). Teniendo en cuenta lo expuesto, es necesario cuestionarse: ¿cuál es la eficacia de los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico del tallo de *Verbena litoralis* K. en la inhibición del crecimiento de *Staphylococcus aureus*?

Según el Ministerio de Salud Pública de Ecuador en el 2016, se reportó 21 casos de morbilidad asociados a infecciones gastrointestinales, 18 casos relacionados con infecciones del tracto urinario, 60 casos por amigdalitis y 45 por faringitis, todos provocados por diversos patógenos como *Escherichia coli*, *S. aureus* y *Streptococcus pyogenes*. El informe elaborado destaca que existen casos de enfermedades transmitidas por alimentos contaminados, siendo *S. aureus* el principal agente causal, por lo tanto, es fundamental actualizar la investigación utilizando tecnología de punta para proporcionar nuevos hallazgos a la comunidad científica. Es por ello que la presente investigación se propuso evaluar la actividad antibacteriana de los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico del tallo de *Verbena litoralis* K, mediante el método de pozos en agar para la inhibición de *Staphylococcus aureus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la entidad territorial subnacional ecuatoriana Cantón Santa Rosa, de la Provincia de El Oro. Se adoptó un enfoque mixto con un diseño experimental, tipo exploratorio. Las variables del estudio son: sensibilidad y resistencia de *Staphylococcus aureus* antes el extracto metanólico de *Verbena litoralis* Kunth y concentración de los metabolitos secundarios de esta planta. Se aplicaron los

siguientes métodos en la investigación: para el análisis cualitativo, se realizaron el tamizaje fitoquímico y la cromatografía en capa delgada; para el análisis cuantitativo, se utilizaron los métodos gravimétrico y volumétrico; y, por último, se aplicó un enfoque mixto mediante el método de pozos en agar. La población y la muestra coinciden, están constituida por: 60 tallos de las plantas de Verbena litoralis Kunth, recolectada en la Provincia de El Oro en el Cantón Santa Rosa.

Criterio de inclusión

Tallos de las plantas de Verbena litoralis Kunth, recolectada en la Provincia de El Oro en el Cantón Santa Rosa.

Criterio de exclusión

Tallos que presenten: insectos, contaminación, tierra y materia extraña.

Prueba estadística

Los resultados del control de calidad de la droga se procesaron utilizando el software IBM SPSS versión 21, que es ampliamente reconocido por su capacidad para realizar análisis estadísticos complejos y proporcionar resultados precisos en investigaciones científicas. Los datos obtenidos se expresaron como media y desviación estándar, lo que permite resumir la tendencia central y la variabilidad de los resultados, respectivamente. Para asegurar la validez de los hallazgos, se realizó análisis de Varianza, ANOVA, al seleccionar la

variable dependiente: sensibilidad y resistencia de *Staphylococcus aureus* antes el extracto metanólico de Verbena litoralis Kunth y la variable independiente (concentración de los metabolitos secundarios).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta el análisis de las concentraciones de los metabolitos secundarios en los tallos de las plantas de Verbena litoralis Kunth, se obtuvieron los siguientes resultados de la actividad antimicrobiana contra el *Staphylococcus aureus* ante el extracto metanólico de esta planta.

En la Tabla 1, se presentan los resultados del análisis de calidad de los tallos de Verbena litoralis Kunth, se determina una media de 8.15% de la humedad con una desviación estándar (SD) de 0.105, lo que se encuentra dentro de los rangos establecidos para reflejar un resultado óptimo en el proceso de secado de la droga e indica que la droga tiene menos posibilidades de verse atacada por microorganismos, que podrían provocar una pérdida o rechazo del material y garantizar la estabilidad del producto.

Por otro lado, las cenizas totales registran un 3.39% con una SD de 0.25, que se encuentra dentro del parámetro establecidos por la farmacopea española en 2002 lo que muestra que la droga cruda no excede en contenido de material inorgánico; como sales, carbonatos y metales pesados, es decir, baja cantidad de

materia inorgánica y una mayor pureza del material vegetal. En cuanto a las cenizas solubles en agua, se observa una media de 1.9% con una SD de 0.0, reflejo de los rangos establecidos, el cual evidencia una escasa presencia de impurezas solubles. Además, las cenizas insolubles en ácido clorhídrico solo corresponden al 0.5% con una SD de 0.0, sugiriendo así una mínima cantidad de componentes minerales no deseados como sílice o componentes sílicos derivados de la contaminación por piedras, tierra, y arena.

Los resultados de humedad y las cenizas totales no mostraron variaciones entre los datos analizados, sin embargo, en cenizas solubles en agua y cenizas insolubles en ácido clorhídrico se observó dispersión en los resultados obtenidos. En conjunto, estos resultados indican que los tallos de *Verbena litoralis* poseen un perfil de calidad aceptable, siendo adecuados para su uso en fitoterapia o como materia prima para productos derivados. Esta calidad es crucial para su aplicación terapéutica.

Tabla 1. Análisis de calidad de la droga cruda (media/SD; n=3).

	Muestra	Tallos de <i>Verbena litoralis</i> Kunth
Humedad	%	8,15
	Desviación estándar	0,105
Cenizas Totales	%	3,39
	Desviación estándar	0,25
Cenizas Solubles Agua	%	1,9
	Desviación estándar	0,0
Cenizas Insolubles en Ácido Clorhídrico	%	0,5
	Desviación estándar	0,0

El análisis de la Tabla 2, representa los resultados del tamizaje fitoquímico y cromatografía en capa delgada del extracto metanólico de *Verbena litoralis* Kunth que revela la presencia de varios metabolitos secundarios. Se detectaron alcaloides a través de los ensayos de Dragendorff, Mayer y Wagner, aunque con poca evidencia. Por otro lado, la prueba de Feling mostró una alta evidencia de azúcares reductores, con una

concentración significativa de estos compuestos en el extracto.

Además, el ensayo Cl_2Fe_3 indicó la presencia de fenoles y taninos con alta evidencia, conocidos por sus propiedades antioxidantes. Las saponinas fueron detectadas con evidencia moderada en la prueba de espuma, lo que sugiere sus potenciales propiedades antimicrobianas. También se identificaron flavonoides con poca evidencia en

el ensayo de Shinoda, así como triterpenos y esteroides, que mostraron evidencia moderada en el ensayo de Lieberman-Burchard.

En conjunto, estos resultados indican que el extracto metanólico de Verbena litoralis contiene

una variedad de compuestos bioactivos que podrían contribuir a sus propiedades terapéuticas. Sin embargo, es importante señalar que algunos metabolitos presentan concentraciones que podrían no ser muy altas.

Tabla 2. Resultados de tamizaje fitoquímico.

Ensayo	Metabolitos	Extracto Metanólico
Dragendorff(Alcaloides)	Alcaloides	Poca evidencia
Mayer(Alcaloides)	Alcaloides	Poca evidencia
Waner(Alcaloides)	Alcaloides	Poca evidencia
Feling	Azucres reductores	Alta evidencia
Cl ₂ Fe ₃	Fenoles y Taninos	Alta evidencia
Espuma	Saponina	Evidencia
Shinoda	Flavonoides	Poca evidencia
Lieberman-Buchard	Triterpenos y Esteroides	Evidencia

En la Figura 1, se observa cualitativamente la presencia de metabolitos bioactivos, que desempeñan funciones significativas en el organismo humano. El extracto metanólico de los tallos de Verbena litoralis Kunth, analizado mediante el revelado UV a 254 nm, muestra una fluorescencia de color rojo, característica de los grupos cromóforos conjugados. Esta coloración indica la presencia de compuestos con estructuras que incluyen anillos aromáticos, lo

que sugiere su potencial actividad biológica. Por otro lado, al realizar el revelado UV a 365 nm, se aprecian varias manchas que indican la presencia de metabolitos con coloración azul, los cuales parecen corresponder a compuestos de naturaleza fenólica. Estos metabolitos son conocidos por sus propiedades antioxidantes y su relevancia en la salud humana, lo que resalta el interés en el estudio de Verbena litoralis como fuente potencial de compuestos bioactivos.

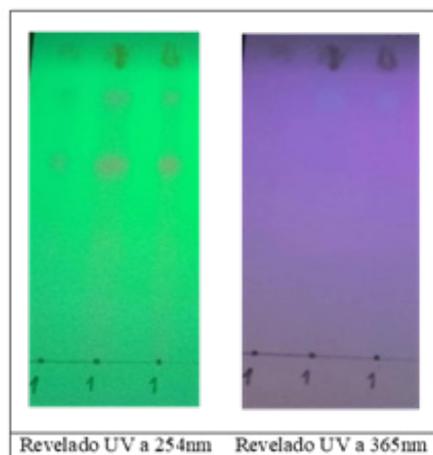


Figura 1. Cromatografía en Capa Delgada. Revelado con luz UV 254 nm.

En relación con el color y los metabolitos observados, la Figura 2 se muestra coloraciones verdes y azules, características de los compuestos glucósidos de flavonoides, que desempeñan un papel crucial en la protección de las plantas y la atracción de polinizadores. En contraste, también se presenta coloraciones violáceas, asociadas con compuestos triterpénicos, conocidos por sus

propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Además, las coloraciones amarillas indican la presencia de compuestos fenólicos, que son fundamentales para la defensa vegetal y la regulación del crecimiento. Este análisis resalta la diversidad de metabolitos presentes y sus funciones biológicas en las plantas.

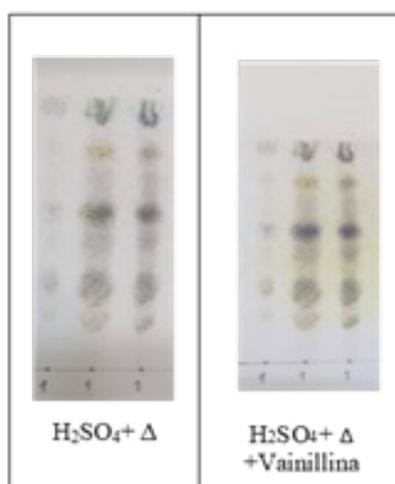


Figura 2. Cromatografía en capa delgada-revelador ácido sulfúrico.

La Tabla 3, presenta los resultados de la actividad antibacteriana del extracto puro de Verbena litoralis Kunth contra Staphylococcus aureus (ATCC 25923), que muestra los diámetros del halo de inhibición en milímetros para diferentes diluciones del extracto. En las diluciones más bajas, específicamente a 200.000 µg/ml, no se observó ningún halo de inhibición, lo que indica que esta concentración no tiene efecto antibacteriano sobre la cepa de S. aureus utilizada. Sin embargo, al aumentar la concentración a 400.000 µg/ml, se registraron halos de inhibición de 15 mm en las dos primeras réplicas y 14.8 mm en la tercera, lo que sugiere una actividad antibacteriana moderada.

A una concentración de 600.000 µg/ml, los diámetros del halo aumentaron a 16 mm en las dos primeras réplicas y 15.9 mm en la tercera, que indicó un incremento en la efectividad del extracto. Finalmente, a 800.000 µg/ml, se observó el mayor diámetro de halo de inhibición, alcanzando 18 mm en todas las réplicas, lo que demuestra una actividad antibacteriana significativa a esta concentración. El control metanólico no mostró actividad antibacteriana, evidenciado por la ausencia de halos de inhibición. Estos resultados revelan que el extracto metanólico de Verbena litoralis Kunth tiene un potencial considerable como agente antibacteriano contra S. aureus, siendo más efectivo a concentraciones más altas.

Tabla 3. Actividad antibacteriana del extracto puro de Verbena litoralis Kunth.

Diluciones	Diámetros del halo de inhibición (mm)		
	S. aureus (ATCC 25923)		
	No. Replicas		
Extracto seco de V. litoralis Kunth	1	2	3
200.000 µg/ml	-	-	-
400.000 µg/ml	15	15	14,8
600.000 µg/ml	16	16	15,9
800.000 µg/ml	18	18	18
Metanol	-	-	-

Para garantizar la validez de los hallazgos obtenidos en este estudio, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA), que reveló un valor de $p < 0.05$. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula, lo que indica que existen diferencias significativas en al menos una de las concentraciones evaluadas. Además, se establece

que hay un 5% de probabilidad de que los resultados observados sean atribuibles al azar. Al fijar este nivel de significancia, se busca minimizar el riesgo de cometer un error tipo I. Este enfoque riguroso asegura que las conclusiones del estudio sean robustas y confiables.

Los datos demuestran firmemente el potencial significativo del extracto metanólico de *Verbena litoralis* Kunth como agente antibacteriano en concentraciones elevadas contra el *Staphylococcus aureus*.

Discusión

Los resultados obtenidos por Cruz et al. (7), evidencian que el extracto de *Verbena litoralis* presenta un notable potencial antimicrobiano contra cepas patógenas responsables de infecciones gastrointestinales, en particular, *Escherichia coli* la que mostró la mayor sensibilidad al extracto etanólico de tallo, con una concentración mínima inhibitoria de 5 mg/mL evaluado mediante análisis fitoquímicos que incluyen cromatografía en capa fina y espectrofotometría de luz visible. Los extractos metanólicos de hojas y los extractos etanólico y cetónico de tallos demostraron una capacidad efectiva para inhibir el crecimiento de todas las cepas, estos hallazgos respaldan la validación del uso de *V. litoralis* como una alternativa viable para inhibir el crecimiento de las cepas evaluadas.

También Ravines (8), reconoce que el extracto etanólico de *Verbena officinalis*, la cual aunque no sea la misma especie si pertenece al mismo género de plantas y con metabolitos secundarios similares, que existe una notable capacidad para inhibir el crecimiento de todas las cepas de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*

analizadas en este estudio, dato que se confirma mediante el Método de Difusión en Agar, se registraron promedios de halos de inhibición que alcanzaron hasta 7.22 mm, lo que resalta el potencial antimicrobiano del extracto y su posible aplicación en el desarrollo de tratamientos contra estas infecciones bacterianas.

De manera similar Aguilar et al. (9), han demostrado que la extracción acuoetanólica de las cáscaras de aguacate, cacao, coco y tuna, han demostrado que el método de extracción asistida por ultrasonido, permite una caracterización efectiva de su contenido fenólico. Estos metabolitos secundarios son reconocidos por su notable potencial antioxidante, así como por su capacidad para secuestrar radicales libres. Además, presentan actividad antimicrobiana significativa contra patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae* y *Candida albicans*. La identificación y cuantificación de estos compuestos en los extractos no solo subraya su importancia en la salud humana, sino que también resalta el valor de estos residuos agrícolas como fuentes potenciales de agentes bioactivos.

La investigación de Braga et al. (10), presentan un protocolo efectivo para la micropropagación de *Verbena litoralis*, así como un análisis de las actividades antinociceptivas y antioxidantes de sus extractos. En el proceso de establecimiento in vitro, se evidenció que los procedimientos de esterilización de superficies y el uso de PVPP

lograron un alto nivel de eficiencia en el control de la contaminación fúngica y bacteriana, así como en la reducción de la oxidación del fenol. Este enfoque no solo resalta la importancia de mantener condiciones estériles, sino que también subraya el potencial antimicrobiano de Verbena litoralis, lo que sugiere su viabilidad como una opción prometedora en aplicaciones farmacéuticas y terapéuticas.

Del mismo modo, Canche et al. (11), destacan que los compuestos fenólicos extraídos de residuos agrícolas de la industria del aloe representan alternativas orgánicas efectivas, tanto como agentes antimicrobianos como colorantes para textiles. Estos compuestos fueron evaluados en relación con diversas cepas de bacterias fitopatógenas, se observó que la desoxieritrolaccina y el ácido lacaico D metil éster mostraron actividad significativa contra *Xanthomonas campestris*, con concentraciones mínimas inhibitorias de 46.86 y 93.75 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente. Estos resultados no solo subrayan el potencial de los residuos del aloe como fuentes valiosas de compuestos bioactivos, sino que también abren nuevas posibilidades para su aplicación en el desarrollo de productos sostenibles en la industria textil y en el control biológico de enfermedades agrícolas.

Por su parte, Díaz et al. (12), han revelado que todos los extractos analizados de *Morus alba* L. presentan una abundante

concentración de flavonoides y fenoles con actividad antimicrobiana, sin que se hayan observado diferencias significativas entre ellos. Este hallazgo sugiere que *Morus alba* puede ser una alternativa saludable para enriquecer la dieta animal. Además, se recomienda la aplicación de estos extractos de hojas con fines farmacéuticos, dado su potencial para combatir enfermedades causadas por patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Streptococcus β -hemolítico*. La riqueza en compuestos fenólicos y flavonoides no solo resalta el valor nutricional de esta planta, sino que también subraya su importancia en el desarrollo de tratamientos naturales para infecciones bacterianas, lo que podría contribuir a una mayor sostenibilidad en la medicina veterinaria y humana.

En el contexto del análisis fitoquímico de Verbena litoralis de las zonas costeras y de sierra Silverio (13), reveló un bajo contenido de humedad y variaciones en las cenizas totales, siendo más altas en la variedad de sierra, salvo en las raíces. Las cenizas solubles fueron similares, excepto en las hojas de la verbena costera, que presentaron un porcentaje mayor. Aunque las cenizas insolubles se ajustaron a parámetros normales, las hojas superaron el umbral del 2%. Se identificaron flavonoides y glúcidos, conocidos por su actividad antimicrobiana, mientras que no se encontraron glucósidos cianogénicos, lo que es

relevante para la seguridad del consumo, ya que estos compuestos pueden liberar ácido cianhídrico, un veneno tóxico.

Rodríguez et al. (14) indican que las cromatografías realizadas sobre los extractos de las plantas *Bauhinia* sp, *Sambucus nigra*, *Eichhornia crassipes* y *Taraxacum officinale* revelaron la presencia de compuestos bioactivos como flavonoides, terpenos, saponinas, fenoles, quinonas y alcaloides, los cuales han sido asociados con propiedades antimicrobianas, durante estos ensayos de susceptibilidad antimicrobiana, se observó que estos extractos exhibían diferentes niveles de inhibición contra varios microorganismos patógenos, como: *Enterococcus faecium* resistente a vancomicina, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Providencia rettgeri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, entre ellos, los extractos de tallos de *T. officinale* demostraron ser los más efectivos.

De acuerdo a la investigación realizada por Sariego et al. (15), se evidenció que las concentraciones de los 12 metales analizados en las hojas de *Petiveria alliacea* L. se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos para hierbas medicinales establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Este hallazgo sugiere que los extractos totales de esta planta podrían ser seguros para su uso terapéutico. Además, se registraron altas concentraciones de

fenoles y flavonoides totales en los extractos, lo que indica su posible contribución a la actividad antimicrobiana in vitro frente a patógenos relevantes para la salud humana. Estos metabolitos secundarios son reconocidos no solo por sus propiedades antioxidantes, sino también por su capacidad para combatir infecciones.

Además, Caballero (16), refleja en los resultados obtenidos que tras 24 horas de tratamiento en una concentración de 100 mg/mL del extracto metanólico de las flores de *Tessaria integrifolia* R. et P. provocó la lisis de las formas promastigotes de *Leishmania peruviana*, mientras que la misma concentración de estibogluconato de sodio solo inhibió la proliferación de los parásitos. Después de 72 horas, se observó que concentraciones más bajas del extracto también inmovilizaron las formas promastigotes, que mostró un efecto comparable al del estibogluconato. Además, el análisis fitoquímico reveló la presencia de esteroides, flavonoides y fenoles en el extracto, lo que sugiere que este último presenta una actividad antileishmanial superior a la del estibogluconato de sodio.

Los resultados de esta investigación concuerdan con los hallazgos de otros autores, lo que confirma que en la mayoría de los casos las altas concentraciones de fenoles y flavonoides totales en los extractos de las plantas indican su posible contribución a la actividad antimicrobiana in vitro frente a patógenos para la especie

humana; dentro de ellos el *Staphylococcus aureus*, de especial importancia como alternativa que pueden reducir los costos y abrir nuevas vías de investigación sobre todo en patógenos con resistencia bacteriana.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación muestran que los tallos de Verbena litoralis Kunth presentan una humedad media del 8.15% y un contenido de cenizas totales del 3.39%, ambos dentro de los rangos óptimos establecidos, además, las cenizas solubles en agua fueron del 1.9% y las cenizas insolubles en ácido clorhídrico alcanzaron solo 0.5%. Estos valores garantizan la estabilidad del producto, reducen el riesgo de contaminación microbiana e indican una alta pureza del material vegetal, fundamental para su uso en aplicaciones terapéuticas.

El análisis fitoquímico y la cromatografía en capa delgada del extracto metanólico de Verbena litoralis Kunth han revelado la presencia de varios metabolitos secundarios, entre los que se incluyen alcaloides, azúcares reductores, fenoles y taninos, aunque algunas concentraciones de estos metabolitos son moderadas, en conjunto, estos compuestos bioactivos sugieren que el extracto podría tener aplicaciones terapéuticas relevantes.

Los resultados de la actividad antibacteriana del extracto puro de Verbena litoralis Kunth

contra *Staphylococcus aureus* muestran que, a concentraciones más bajas, como 200.000 µg/ml, no se observó efecto antibacteriano. Sin embargo, al aumentar la concentración a 400.000 µg/ml, se registraron halos de inhibición de hasta 15 mm, que indicó una actividad moderada. A 600.000 µg/ml, la efectividad aumentó a 16 mm, y a 800.000 µg/ml, se alcanzó un halo máximo de 18 mm, con un potencial significativo como agente antibacteriano en concentraciones elevadas.

CONFLICTO DE INTERESES. La autora declara que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moreno G, Narváez H, González M. Plantas medicinales para el alivio del Dolor. 2015. <https://lc.cx/TTOmaz>
2. Vivot E, Sánchez C, Cacik F, Sequin C. Actividad antibacteriana en plantas medicinales de la flora de Entre Ríos (Argentina). Ciencia, docencia y tecnología. 2012(45):131-46. https://lc.cx/1_KKnQ
3. O'Leary N, Múlgura M, Morrone O. Revisión Taxonómica de las Especies del Género Verbena (Verbenaceae). II: Serie Verbena1. Annals of the Missouri Botanical Garden. 2010;97(3):365-424. <https://lc.cx/uHz8dJ>
4. Llor C, Boada A, Pons M, Grenzner E, Juvé R, Almeda J. Sensibilidad antibiótica de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae* en personas portadoras nasales sanas en atención primaria en el área de Barcelona. Atención primaria. 2018;50(1):44-52. <https://lc.cx/S1ECxn>
5. Herrera I, Martínez I, Valdés M, Díaz L, Villasusa I, Álvarez M. Recurso didáctico para la enseñanza de la asignatura Microbiología y Parasitología

Médicas. Panorama Cuba y Salud. 2020;15(1 (40)):18-21. <https://lc.cx/2LYrSu>

6. Jiménez A. Caracterización de la resistencia bacteriana de *E. faecium*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii* *P. aeruginosa*, *E. coli* y *E. cloacae* en pacientes menores de 15 años internados en la unidad de cuidados intensivos, Hospital del Niño "Dr. Ovidio Aliaga Uría", 2017. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; 2017. <https://lc.cx/VzmCxa>

7. Cruz R, Maldonado A, Castillo R, Salgado M, Hernández M. Estudio del Potencial Antimicrobiano de Extractos Orgánicos de Verbena litoralis. Espacio I+ D, Innovación más desarrollo. 2024;13(35). <https://lc.cx/87BhWS>

8. Ravines C. Efecto inhibitorio In Vitro de los extractos etanólicos de *Caesalpinia spinosa*, *Curcuma longa*, *Plantago major* Y *Verbena officinalis*, sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2019. <https://lc.cx/d63T44>

9. Aguilar M, Campos M, Quiroz C, Ronquillo E, Cruz M. Cáscaras de frutas como fuentes de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo. 2020;52(1):360-71. <https://lc.cx/Fwv3cl>

10. Braga V, Mendes G, Oliveira R, Soares C, Resende C, Pinto L, et al. Micropropagation, antinociceptive and antioxidant activities of extracts of *Verbena litoralis* Kunth (Verbenaceae). Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2012;84:139-48. <https://lc.cx/2jKnyX>

11. Canche G, Colli P, Borges R, Quintana P, May J, Cáceres M, et al. Extraction of phenolic components from an Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) crop and their potential as antimicrobials and textile dyes. Sustainable Chemistry. 2019; 14:100168. <https://lc.cx/LeqNFN>

12. Díaz M, Lugo Y, Fonte L, Castro I, López O, Montejó I. Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos frescos de hojas de *Morus alba* L. Pastos y forrajes. 2017;40(1):43-8. <https://lc.cx/YmLTN>

13. Silverio C. *Verbena litoralis* en costa y sierra de Ecuador como portadora de flavonoides y glucósidos. Dominio de las Ciencias. 2019;5(1):667-91. <https://lc.cx/PfLZ98>

14. Rodríguez C, Zarate A, Sánchez L. Actividad antimicrobiana de cuatro variedades de plantas frente a patógenos de importancia clínica en Colombia. Nova. 2017;15(27):119-29. <https://lc.cx/lcL9bL>

15. Sariego S, Marin J, Ochoa A, Rivero D, Sariego O. Determinación de metales, fenoles totales y flavonoides totales en extractos de las hojas de *Petiveria alliacea* L. (anamú). Revista CENIC Ciencias Químicas. 2015;46:155-63. <https://lc.cx/c2-hWS>

16. Caballero J. Evaluación fitoquímica y actividad antimicrobiana de *tessaria integrifolia*, recurso medicinal del Perú. Universidad Nacional de Trujillo; 2014. <https://lc.cx/cie4YF>

ACERCA DE LOS AUTORES

Juddy Anabel Guamán Ordoñez. Docente capacitadora de auxiliares de Farmacia, Ecuador.

Carmen Elizabeth Silverio Calderón. Bioquímica Farmacéutica. Máster en Docencia universitaria, Salud con enfoque en Ecosistemas, Biotecnología molecular. Docente titular e investigador, Ecuador.

Jonathan Morán. Perfumista. Ministerio de Salud. Representación Técnica en BPA de medicamentos y dispositivos médicos. Seguridad y Salud en el trabajo. Dosis Unitaria: pacientes Medicina interna, Neumología y Diálisis, Ecuador.

Jessica Vanessa Alvarado Cáceres. Bioquímica Farmacéutica. Medicina Forense, Ecuador.