La Granja: Revista de Ciencias de la Vida
pISSN:1390-3799; eISSN:1390-8596
https://doi.org/10.17163/lgr.n44.2026.06

Artículo científico / Scientific paper

Biotecnología

Potencial antimicrobiano del extracto fluido de *Vaccinium floribundum* frente a *Staphylococcus saprophyticus* causante de infecciones de vías urinarias

Antimicrobial potential of *Vaccinium floribundum* extract fluid against *Staphylococcus saprophyticus* causing urinary tract infections

Johana Meneses*, Stephanie Moncayo, María E. Maldonado y Ramiro Acurio

*Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. [*https://ror.org/00f11af73*]*

*Autor para correspondencia: jmeneses@ups.edu.ec

Manuscrito recibido el 26 de octubre de 2024. Aceptado, tras revisión el 06 de noviembre de 2025. Publicado el 1 de septiembre de 2026.

Resumen

Se evaluó *Vaccinium floribundum*, de la familia Ericaceae, por sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas, debido a su alto contenido de antocianinas. El objetivo de este estudio es determinar la cantidad de antocianinas presentes en el extracto fluido de *V. floribundum*, así como evaluar la actividad antimicrobiana en la prevención de infecciones del tracto urinario (IVU), estableciendo la concentración mínima inhibitoria (MIC) frente a *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, causante de infecciones urinarias. El estudio se realizó en los Laboratorios de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana, iniciando con la obtención de extractos etanólicos al 20 y 50 % a partir de frutos recolectados en la provincia de Cotopaxi, cantón Sigchos; los ensayos fueron aplicados a nivel *in vitro*. Se cuantificó la concentración de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu, obteniendo 537.26 mg AG/100 mL de extracto al 20 % y 621.04 mg AG/100 mL al 50 %. En la cuantificación de antocianinas totales se obtuvieron 11.6391 mg/L de extracto al 20 % y 43.63 mg/L al 50 %, respectivamente. Posteriormente, se evaluó la concentración mínima inhibitoria (MIC) y el porcentaje de inhibición de los extractos frente a *S. saprophyticus*; la MIC fue de 390.63 μg/mL para ambos extractos, con un 88.42 % de inhibición para el extracto al 20 % y un 88.44 % para el extracto al 50 %. Mediante cromatografía en capa fina (TLC), los factores de retención (R_f) fueron: 0.42 (cianidina 3-*O*-glucósido), 0.62 (malvidina) y 0.86 (cianidina). En conclusión, los extractos etanólicos de *V. floribundum* al 20 y 50 % presentan actividad antimicrobiana frente a *S. saprophyticus*.

Palabras clave: Control microbiano, Mortiño, *Vaccinium floribundum*, extractos etanólicos, antocianinas.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Abstract

Vaccinium floribundum, belonging to the Ericaceae family, was evaluated for its antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer properties due to its high anthocyanin content. The objective of this study was to determine the content of anthocyanins present in the fluid extract of *V. floribundum*, as well as to evaluate its antimicrobial activity in the prevention of UTIs, establishing the minimum inhibitory concentration (MIC) against *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, a causative agent of urinary tract infections. The study was conducted at the Life Sciences Laboratories of the Salesian Polytechnic University, beginning with the preparation of 20% and 50% ethanolic extracts from fruits harvested in the Province of Cotopaxi, Sigchos Canton; the assays were performed *in vitro*. The concentration of total phenols was quantified using the Folin-Ciocalteu method, yielding 537.26 mg AG/100 mL for the 20% extract and 621.04 mg AG/100 mL for the 50% extract. In the quantification of total anthocyanins, 11.6391 mg/L was obtained for the 20% extract and 43.63 mg/L for the 50% extract, respectively. Subsequently, the minimum inhibitory concentration (MIC) and the percentage of inhibition were evaluated for the extracts against *S. saprophyticus*; the MIC was 390.63 μg/mL for both extracts, with 88.42% inhibition for the 20% extract and 88.44% for the 50% extract. Using thin-layer chromatography (TLC), the retention factors (R_f) were 0.42 (cyanidin 3-*O*-glucoside), 0.62 (malvidin), and 0.86 (cyanidin). In conclusion, the 20% and 50% ethanolic extracts of *V. floribundum* exhibit antimicrobial activity against *S. saprophyticus*.

Keywords: Microbial control, Mortiño, *Vaccinium floribundum*, ethanolic extracts, anthocyanins.

Forma sugerida de citar: Meneses, J., Moncayo, S., Maldonado, M. E. y Acurio, R. (2026). Potencial antimicrobiano del extracto fluido de *Vaccinium floribundum* frente a *Staphylococcus saprophyticus* causante de infecciones de vías urinarias. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida.* Vol. 44(2):99-115. https://doi.org/10.17163/lgr.n44.2026.06.

Orcid IDs:

Johana Gabriela Meneses Morillo: https://orcid.org/0000-0001-9920-959X
Stephanie Abigail Moncayo Picerno: https://orcid.org/0000-0003-1614-0676
María Elena Maldonado Rodríguez: https://orcid.org/0000-0003-3658-5445
Ramiro Daniel Acurio Vásconez: https://orcid.org/0000-0002-2305-4349

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

1 Introducción

Vaccinium floribundum, conocido comúnmente como mortiño en Ecuador, es un arbusto silvestre de la familia Ericaceae perteneciente al género *Vaccinium*, el cual se distribuye entre los 3400 y 3800 msnm en la región andina. Al ser una especie perenne que habita en un ecosistema considerado sensible, actualmente no cuenta con un método de propagación que garantice uniformidad vegetal. No obstante, posee una amplia variedad de compuestos fenólicos y altas concentraciones de antocianinas en forma de pigmentos en sus bayas, hojas, flores y frutos, caracterizadas por presentar una aglicona y una sustitución glucosídica en la posición 3 (Llerena y cols., 2004; Pérez y cols., 2020).

Estudios recientes demuestran que las sustancias activas presentes en los frutos de mortiño, tales como la fructosa y las proantocianidinas, actúan impidiendo la adhesión de bacterias uropatógenas (como *Escherichia coli*) al urotelio en mujeres, aunque este efecto no se replica de la misma manera en pacientes con vejiga neurogénica. Por esta razón, se recomienda el uso de esta especie vegetal como agente preventivo en patologías urológicas (De León y cols., 2009). Dentro de las Infecciones del Tracto Urinario (ITU), se clasifica formalmente a la Infección de Vías Urinarias (IVU), cuya ocurrencia se sitúa entre el 1 y el 3% en adolescentes en edad escolar, incrementándose de forma significativa con el inicio de la actividad sexual y manifestando una alta prevalencia en mujeres de entre 20 y 50 años. Según estadísticas del Ministerio de Salud Pública (2013), 4 de cada 10 habitantes reportaron infecciones en las vías urinarias durante el año 2009. Asimismo, en el año 2019, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) reportó un total de 9916 casos de infecciones de vías genitourinarias en el grupo etario femenino de 18 a 29 años, de los cuales el 9.0% se registraron en la región Sierra y el 7.2% en la región Costa (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2019; Palacio Rojas y cols., 2018; Rengifo, 2013).

Al correlacionar el género *Vaccinium* con la actividad antimicrobiana en la prevención de infecciones del tracto urinario, se ha determinado que la acción de *V. floribundum* está estrechamente relacionada con la presencia de glucósidos de flavonol y polifenoles, tales como proantocianidinas, antocianinas y flavan-3-oles (Baenas y cols., 2020). Esta acción biológica se puede comprobar mediante el análisis de la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) a través de la técnica de diluciones seriadas en placas estériles. Este procedimiento expone concentraciones definidas de un extracto frente a diversos microorganismos para identificar el crecimiento más bajo y calcular su respectivo porcentaje de inhibición. Para la ejecución de esta técnica, es indispensable emplear colorantes químicos estables; entre ellos destaca el cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio (TTC) al 1%, el cual es reducido por la actividad metabólica celular formando sales de formazán. Esto permite la detección visual de las colonias microbianas mediante un viraje de incoloro a rojizo, evaluable a una longitud de onda de 450 nm (Condalab, 2019; Hemeg y cols., 2020).

Para alcanzar los objetivos analíticos, es necesario cuantificar la concentración de fenoles totales en las muestras de *V. floribundum*. Con este fin, los extractos fluidos de mortiño preparados al 20 y 50% de etanol se evalúan de forma colorimétrica mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu (F-C), utilizando ácido gálico como estándar de calibración. El reactivo de F-C se caracteriza por constituir complejos fosfomolíbdicos-fosfotúngsticos que, tras la formación de óxidos cromógenos en un medio con pH básico, sufren una reducción química y generan una coloración azul. La medición se realiza en un espectrofotómetro ultravioleta-visible (UV-Vis) para registrar la absorbancia de los compuestos fenólicos reducidos, siendo esta absorbancia directamente proporcional a la concentración del analito (Cortez y cols., 2018). Posteriormente, se determina la concentración de antocianinas monoméricas empleando el método de pH diferencial, evaluando las lecturas espectrofotométricas a las longitudes de onda máximas de 520 y 700 nm (Zapata y cols., 2014).

Con el propósito de separar las fracciones químicas de los extractos crudos de mortiño, se utiliza la técnica de cromatografía en capa fina (TLC), considerando al factor de retención (R_f) como un parámetro fundamental para identificar la naturaleza de los compuestos bioactivos separados. En esta matriz, dichos compuestos corresponden principalmente a derivados glicosilados de antocianinas, entre los que figuran la pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina y malvidina (Zapata

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

y cols., 2014). La técnica de TLC comprende una fase estacionaria de sílice gel (placas de 10×10 cm con indicador fluorescente a 254 nm) y una fase móvil compuesta por solventes de polaridad media en diversas proporciones. Los perfiles cromatográficos de los extractos de mortiño se comparan con un estándar de cianidina 3-*O*-glucósido, el cual exhibe un R_f de referencia de 0.44 (Santacruz, 2017).

Por último, la obtención de los extractos fluidos se lleva a cabo mediante técnicas de secado y extracción por maceración, un proceso que consiste en someter la especie vegetal a humectación con el solvente durante varios días a una temperatura afín al bioactivo que se desea preservar (Urquizo, 2016), empleando como sistemas disolventes soluciones de etanol a concentraciones del 20 y 50 %.

El objetivo principal de este proyecto de investigación es determinar la concentración de compuestos fenólicos presentes en el extracto fluido de *Vaccinium floribundum* y evaluar su actividad antimicrobiana *in vitro*. Se procura, además, identificar los metabolitos secundarios presentes en *V. floribundum* que poseen potencial antimicrobiano de interés en el control de patógenos causantes de infecciones de vías urinarias, y determinar la concentración mínima inhibitoria (MIC) de los extractos de *V. floribundum* frente a *Staphylococcus saprophyticus*.

2 Materiales y Métodos

2.1 Obtención de los extractos etanólicos

Los frutos de *Vaccinium floribundum* se recolectaron en el cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi a 3023 msnm, cuyas coordenadas geográficas corresponden a S 00°42'42.6" y W 078°53'22.1". Los frutos clasificados y limpios se colocaron en bandejas de aluminio y se secaron a 40 °C en una estufa por 6 días. La materia seca se trituró y se colocaron 100 g en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, hidratando con 200 mL de cada alcohol al 20 y 50 % respectivamente; la mezcla se llevó a agitación por 24 horas, se filtró y se concentró en un rotavapor hasta obtener un volumen final de 100 mL. Finalmente, los extractos se recogieron en envases ámbar para su posterior análisis (Narváez, 2016).

2.2 Cuantificación de fenoles totales

Se empleó el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Urbano, 2016). Partiendo de una solución madre de ácido gálico con una concentración de 2000 ppm, se prepararon soluciones estándar a siete concentraciones distintas (100, 150, 200, 250, 300, 350 y 400 ppm). Se tomó 0.5 mL de cada una de las soluciones, se añadieron 3.95 mL de agua destilada y 0.25 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu, dejándose reposar la mezcla por 2 minutos. Posteriormente, se agregó 0.75 mL de carbonato de sodio al 20 % (p/v) y se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765 nm luego de 2 horas de reposo en total oscuridad.

Con los datos obtenidos se construyó la curva de calibración. A continuación, se prepararon las muestras tomando 0.5 mL de cada uno de los extractos etanólicos de *Vaccinium floribundum* al 20 y 50 %, procediendo de la misma manera que con los estándares de la curva de calibración. Para cuantificar la concentración de fenoles totales en los extractos (expresada en mg AG/100 mL de extracto), se utilizó la siguiente ecuación 1 (Varela y Musuña, 2020):

$$\text{Abs} = mx + b \tag{1}$$

Donde: x: valor de polifenoles totales expresado en equivalentes de ácido gálico (en mg/mL). Abs: valor de la absorbancia a 765 nm. m: pendiente de la recta. b: intercepto con el eje y (Urbano, 2016).

2.3 Cuantificación de antocianinas

Se aplicó el método de pH diferencial (Giusti y Wrolstad, 2001). Se prepararon los buffers pH 1 y pH 4.5, cuya composición detallada se describe en la Tabla 1.

Se aforaron por triplicado 2.5 mL de cada uno de los extractos etanólicos de mortiño al 20 y 50 % a un volumen final de 5 mL y se llevaron a ultrasonido por 30 minutos. Los extractos se filtraron en tubos Falcon protegidos de la luz con papel de aluminio, se ajustó el pH a 2.3 con HCl 2M y se dejó reposar en la oscuridad por 4 horas, aplicando ultrasonido por 5 minutos cada 2 horas. Transcurrido este tiempo, se centrifugaron los tubos a 3500 rpm por 30 minutos.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Tabla 1. Preparación de los buffers empleados

Buffer	**Composición / Reactivos**
Buffer pH 1	0.076 g de cloruro de potasio en 40 mL de agua destilada.
Buffer pH 4.5	2.27 g de acetato de sodio en 40 mL de agua destilada.

A continuación, se tomó 0.5 mL del sobrenadante de cada tubo Falcon y se aforó a 5 mL con cada uno de los buffers preparados (pH 1 y pH 4.5) y se dejó en reposo por 45 minutos. Después, se agregaron 100 μL en una microplaca de 96 pocillos para medir las absorbancias a 510 y 700 nm. Aplicando las Ecuaciones 2 y 3, se determinó la concentración de antocianinas presente en cada extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* (Giusti y Wrolstad, 2001; Kayima, 2012).

$$\Delta A = (A_{\lambda max} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{\lambda max} - A_{700})_{pH4.5} \quad (2)$$

$$AT\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{\Delta A \times PM \times FD \times 1000}{\varepsilon \times 1} \quad (3)$$

Donde: ΔA: variación de absorbancia; $A_{\lambda max}$: absorbancia de la longitud de onda máxima; AT: antocianinas totales (unidades en mg/L); FD: factor de dilución; PM: peso molecular de la cianidina-3-glucósido (449.2 g/mol); 1000: factor de conversión de gramos a miligramos; ε: coeficiente de extinción molar de la cianidina-3-glucósido (26900 L/mol·cm) (Giusti y Wrolstad, 2001).

2.4 Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC)

Se reactivaron las cepas certificadas ATCC 15305 Microbiologics en presentación KWIK STIK de *Staphylococcus saprophyticus*, mediante hisopado y de perlas de cryobank en medio sólido y líquido Tripticasa Soya (TSA/TSB), y se incubaron por 24 horas a 37 °C a un pH de 7.3 ± 0.2.

Se obtuvo el *overnight* sembrando en caldo Müller-Hinton por 24 horas a 37 °C. Luego de este tiempo, se centrifugaron los tubos a 3500 rpm por 30 minutos, se desechó el sobrenadante y se agregaron 5 mL de solución fisiológica al 0.9% estéril, llevando la mezcla a vórtex por 3 minutos. Añadiendo pequeñas cantidades de la solución fisiológica, se ajustó a 0.5 en la escala de McFarland y se midió la absorbancia a 625 nm (debiendo situarse entre 0.08 y 0.2) para lograr una concentración de 10^8 UFC/mL.

Se preparó la solución del antibiótico comercial y natural a ser ensayados; adicionalmente, se diluyeron los extractos 1:10 hasta un aforo de 10 mL (Guzmán, 2018; Veloz, 2018). A continuación, con el material y el área de trabajo totalmente estériles, se procedió a realizar la siembra en la microplaca (León y cols., 2011), según se detalla en la Tabla 2.

La microplaca se incubó por 24 horas a 35 °C con agitación. Posterior al tiempo de incubación, se colocaron 30 μL de cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio (TTC) al 1% en cada uno de los 96 pocillos de la microplaca y se incubó a 37 °C por 40 minutos; por último, se midió la absorbancia a 450 nm en un lector de microplacas.

Para determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC), se aplicó la Ecuación 4:

$$\%\text{Inhibición} = 100 - \left(\frac{A \times 100}{B}\right) \quad (4)$$

Donde: A: promedio de las absorbancias de las tres réplicas; B: absorbancia del control positivo (Rosales, 2018).

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Tabla 2. Diseño del contenido de cada pocillo de la microplaca para la determinación de la MIC

Tratamiento	Ubicación	Contenido
Blanco	Columna A12-H12	200 μL MC
Control negativo (C_E)	Columna A11-H11	200 μL MC
Control positivo (C_C)	Fila H9-H1	150 μL MC + 50 μL del inóculo
Muestras de extractos etanólicos	Filas A9-B9-C9	150 μL MC + 50 μL Ext + 50 μL inóculo
	Filas A8-A1/B8-B1/C8-C1	150 μL MC + 50 μL del inóculo. Dilución seriada
Control positivo (antibiótico)	Filas D9-E9	150 μL MC + 50 μL Antb + 50 μL inóculo
	Filas D8-D1/E8-E1	150 μL MC + 50 μL del inóculo. Dilución seriada
Control positivo (natural)	Fila F9-G9	150 μL MC + 50 μL sol. timol + 50 μL inóculo
	Filas F8-F1/G8-G1	150 μL MC + 50 μL del inóculo. Dilución seriada

Nota. MC: medio de cultivo; Ext: extracto; Antb: antibiótico. Los 50 μL restantes de cada dilución se descartan.
Fuente. (León y cols., 2011).

2.5 Separación de compuestos por Cromatografía de Capa Fina (TLC)

Previo a la separación de componentes mediante la técnica de Cromatografía de Capa Fina (TLC), se concentraron los extractos etanólicos de mortiño al 20 y 50% en un rotavapor por 2 horas; a continuación, empleando un sistema de reflujo, se acidificaron con 10 mL de HCl 2M por una hora y posteriormente fueron filtrados y trasvasados a frascos ámbar.

La fase móvil utilizada fue una mezcla de acetato de etilo, ácido fórmico, ácido acético y agua en proporción (10:1.1:1.1:2.6), la misma que se usó para acondicionar la cámara cromatográfica por 30 minutos (Poole, 2015).

Se preparó el estándar de cloruro de cianidina-3-glucósido disolviendo 2 mg de estándar en 1 mL de metanol grado HPLC (Narváez, 2016).

En una placa de vidrio silica gel HPTLC Factor 254 de tamaño 10×10 cm se dibujó una línea a un centímetro del borde de la placa (Corzo, 2019; Pássaro Carvalho y cols., 2016), y con ayuda del aplicador TLC se sembraron 7 μL del estándar de cloruro de cianidina-3-glucósido y 10 μL de los extractos etanólicos del mortiño al 20 y 50%. Se llevó la placa a la cámara cromatográfica saturada previamente para la elución de sus componentes durante una hora y 15 minutos.

Se extrajo la placa de la cámara cromatográfica y con una secadora en frío se secó el disolvente. A continuación, se observaron las manchas generadas en la corrida utilizando un visualizador UV a 254 y 365 nm, luego se calcularon los factores de retención (R_f) del estándar y de los extractos etanólicos de mortiño utilizando la Ecuación 5 (Pássaro Carvalho y cols., 2016).

$$R_f = \frac{\text{dist. recorrida por el compuesto}}{\text{dist. recorrida por el solvente}} \qquad (5)$$

2.6 Análisis estadístico

Dentro del diseño experimental se trabajó con dos concentraciones de extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 20 y 50%, con tres repeticiones para cada una de las concentraciones de los extractos. Tanto para la determinación de fenoles totales como para la cuantificación de antocianinas, se realizó el procesamiento de datos utilizando el análisis de varianza (ADEVA) con el fin de establecer diferencias significativas con variables paramétricas. Para el análisis funcional con los factores de estudio, se utilizó la prueba de significancia de Tukey al 0.05% y la prueba de "t" para muestras independientes mediante el programa INFOSTAT.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

3 Resultados y Discusión

3.1 Cuantificación de fenoles totales

La curva de calibración se construyó con siete concentraciones de ácido gálico, cuyo coeficiente de regresión lineal (R^2) fue de 0.9975 (Figura 1).

A partir de la lectura de las absorbancias a 765 nm de cada una de las repeticiones de las muestras de los extractos etanólicos de *Vaccinium floribundum* a las concentraciones de 20 y 50 %, y utilizando la fórmula de la recta, se calcularon las concentraciones de compuestos fenólicos totales, representadas en mg de ácido gálico/100 mL de extracto. Se obtuvo un valor de 537.2624 para el extracto etanólico al 20 % y de 621.0393 para el extracto al 50 %.

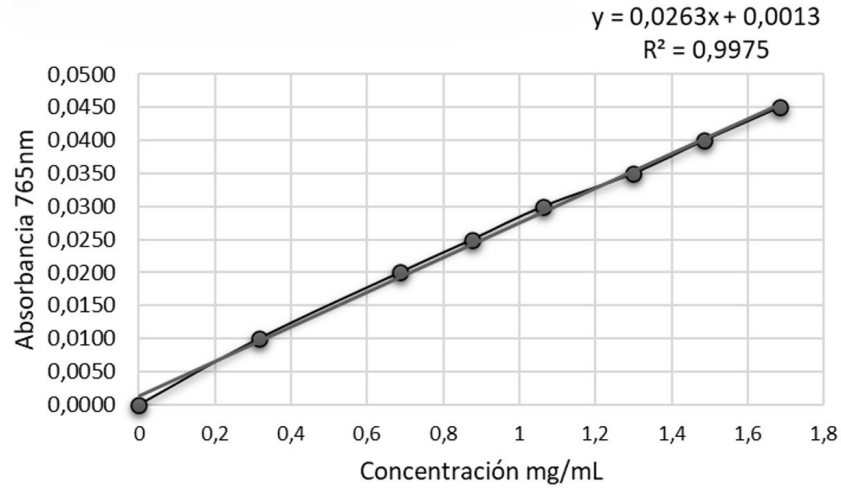


Figura 1. Curva de calibración con ácido gálico mg/mL.

En la Figura 2 se observa la cantidad de fenoles totales en las muestras de *Vaccinium floribundum* al 20 y 50 % de etanol.

Con base en las pruebas estadísticas paramétricas, podemos identificar que hay una diferencia significativa entre el contenido de compuestos fenólicos del extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 20 % y el extracto etanólico al 50 %. Siendo el valor de $p < 0.0001$, podemos afirmar que el extracto etanólico al 50 % posee un mayor contenido de compuestos fenólicos que el extracto etanólico al 20 %, como se puede evidenciar en el gráfico de barras representado en la Figura 2.

El contenido de compuestos fenólicos tanto del extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 20 como al 50 % de concentración se puede corroborar con el resultado reportado por Aaby y cols. (2013) en su estudio con el arándano, el cual presenta una concentración de fenoles totales de 564 mg AG/100 g de fruto seco; Grace y cols. (2015) analizaron varias especies del género *Vaccinium*, entre ellas *Vaccinium uliginosum* (arándano negro), en el cual se encontró 504.5 mg AG/100 g de fruto, mientras que Llivisaca y cols. (2018) reportaron un contenido de 146.10 mg AG/100 g de fruto en las muestras recolectadas en la provincia de Pichincha y 107.37 mg AG/100 g de fruto en las muestras provenientes de la provincia de Chimborazo, y mencionan que el contenido de polifenoles totales en las hojas de *Vaccinium floribundum* es significativamente mayor al contenido de polifenoles totales presentes en el fruto (Espinosa y cols., 2016).

3.2 Cuantificación de antocianinas

Aplicando las Ecuaciones 2 y 3, se obtuvieron diferentes concentraciones de antocianinas representadas en mg/L, como se detalla en la Tabla 3.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

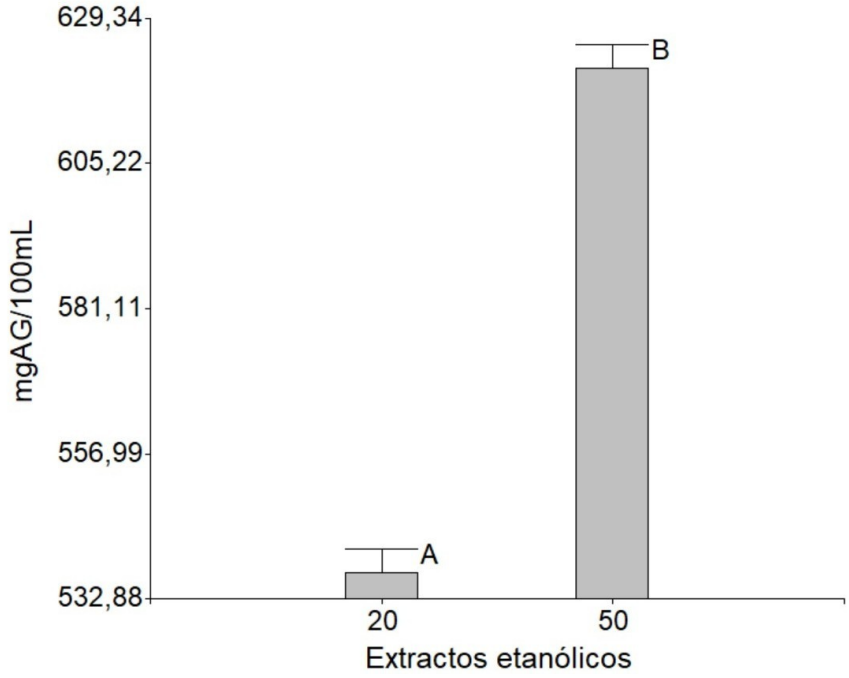


Figura 2. Comparación entre los extractos del 20 y 50% con la cantidad de fenoles totales.

Tabla 3. Cuantificación de antocianinas totales en los extractos de *Vaccinium floribundum* a la concentración de 20 y 50%

Muestras	Lectura Abs por pH diferencial				Concentración de antocianinas		
Ext. etanólico	pH 1		pH 4,5		Abs. prom.	mg/L	mg/mL
E20	0.1447	0.0383	0.1447	0.0393	0.0697	11.6391	0.0116
E50	0.4203	0.0413	0.1630	0.0437	0.2613	43.6342	0.0436

Nota. Las concentraciones corresponden a los resultados obtenidos de la ecuación 3 y se expresan en mg/L. Abs. prom.: promedio de absorbancias.

En la Figura 3 se observa la cantidad de antocianinas totales en las muestras de *Vaccinium floribundum* al 20 y 50% de etanol. De los valores obtenidos mediante el método de pH diferencial, la concentración de antocianinas en el extracto etanólico al 20% fue de 11.6391 mg/L (Tabla 3), similar al valor reportado en *Vaccinium myrtillus* (arándano) (Medina, 2016); mientras que fue el extracto etanólico al 50% el que presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) y una concentración de 43.63 mg/L (Figura 3). Este extracto presentó la mayor cantidad de antocianinas obtenidas en el mortiño, a la vez que brindó un buen rendimiento.

Esto pudo haberse dado debido a que los procesos de extracción se relacionan con el estado de madurez de la baya durante la cosecha, y esta puede cambiar de color por la incidencia de la temperatura, el oxígeno y la luz. Las elevadas temperaturas incrementan el desdoblamiento de ácidos, mientras que la acidez está relacionada con el pH que se encuentra en el fruto de mortiño (Guerrero, 2019).

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Por otra parte, respecto a la optimización de procesos extractivos, Pérez y cols. (2020) determinaron que el uso de etanol al 60% a una temperatura de 60 °C resulta eficaz para la cuantificación de antocianinas en *Vaccinium floribundum*, reportando concentraciones de 332.63 mg C3G · 100 g^{-1} FW. En contraste, estudios realizados por Constantine y Istrati (2022) en subproductos de *Vaccinium macrocarpon* sugieren que una mayor concentración de solvente (etanol al 75%) incrementa significativamente la selectividad y la eficiencia en la recuperación de estos compuestos a partir del orujo (Constantine y Istrati, 2022).

Para finalizar, especies como *Ficus carica* L., *Syzygium cumini* L., *Lonicera caerulea* L. y la papa *Purple Majesty*, al ser sometidas al contacto con etanol al 100%, 79.6%, 79.6% y 70% respectivamente, obtuvieron diferentes glucósidos cianidínicos en sus cantidades de antocianinas: 4.32 mg C3R/g de piel de higo DW; 60.5 mg C3GE/g de fruto DW; 22.45 mg C3GE/g de bayas DW y 364.3 mg C3G/kg de papa FW (Tena y Azuero, 2022). Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por otros autores en diferentes especies vegetales.

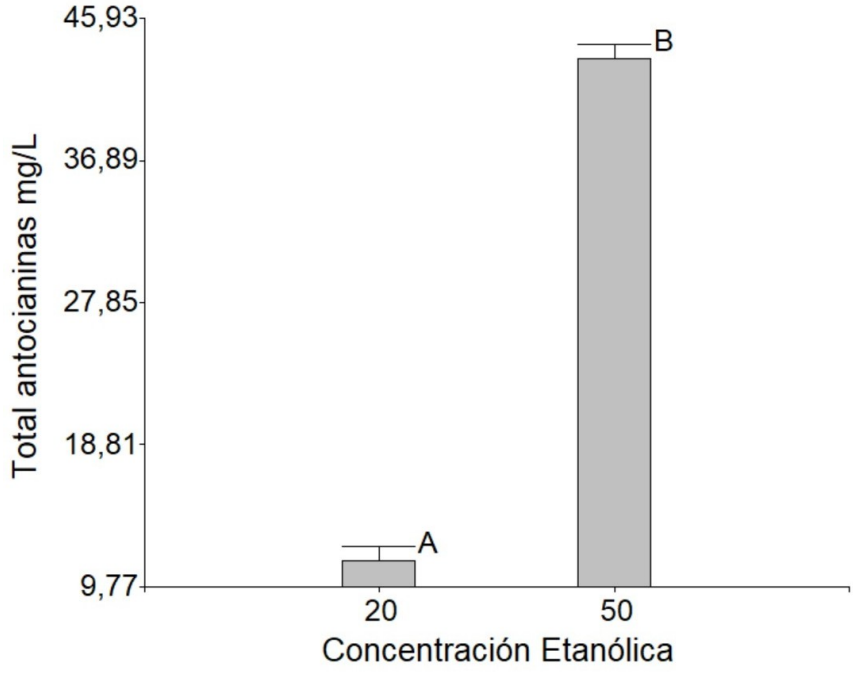


Figura 3. Comparación entre los extractos del 20 y 50% con la cantidad total de antocianinas.

3.3 Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC)

Como se puede evidenciar en la Tabla 4, que corresponde a la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 20% frente a la bacteria *Staphylococcus saprophyticus*, el dato obtenido para la concentración mínima inhibitoria es de 390.6 μg/mL y el porcentaje de inhibición fue de 88.42%; mientras que en la Figura 5 se puede observar el comportamiento del extracto etanólico al 20% frente al microorganismo *S. saprophyticus*, afirmando que, a mayor concentración de extracto, mayor es la inhibición del microorganismo (Varela y Musuña, 2020).

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Tabla 4. Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 20% contra *Staphylococcus saprophyticus*

Concentración extracto (μg/mL)	Abs. del control de crecimiento (C_c)	Promedio Abs. a 450 nm	% inhibición
390.6*	1.229	0.142	88.419**
781.3	1.206	0.135	88.778
1562.5	1.579	0.170	89.234
3125.0	1.462	0.149	89.831
6250.0	1.628	0.164	89.947
12 500.0	1.452	0.138	90.519
25 000.0	1.644	0.143	91.322
50 000.0	1.652	0.143	91.344
100 000.0	1.326	0.112	91.554

Nota. Los asteriscos representan: * concentración mínima inhibitoria; ** porcentaje de inhibición. Abs.: absorbancia.

En la Figura 4 se observa la microplaca teñida de color rojo con colorante TTC al 1%, que indica la presencia de *Staphylococcus saprophyticus*; los pocillos que no presentan coloración son aquellos en los que se está inhibiendo el crecimiento del microorganismo.

Para calcular el porcentaje de inhibición frente a la concentración de cada uno de los extractos etanólicos de *Vaccinium floribundum*, se aplicó la ecuación propuesta por Owen y cols. (2014).

En la Tabla 5 se detalla el valor obtenido para la concentración mínima inhibitoria y el porcentaje de inhibición que el extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 50% posee sobre *Staphylococcus saprophyticus*, siendo de 390.6 μg/mL y 88.44%, respectivamente.

En la Figura 5 se observa la microplaca teñida de color rojo con colorante TTC al 1%, que indica la presencia de *Staphylococcus saprophyticus*; los pocillos que no presentan coloración son aquellos en los que se está inhibiendo el crecimiento del microorganismo.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

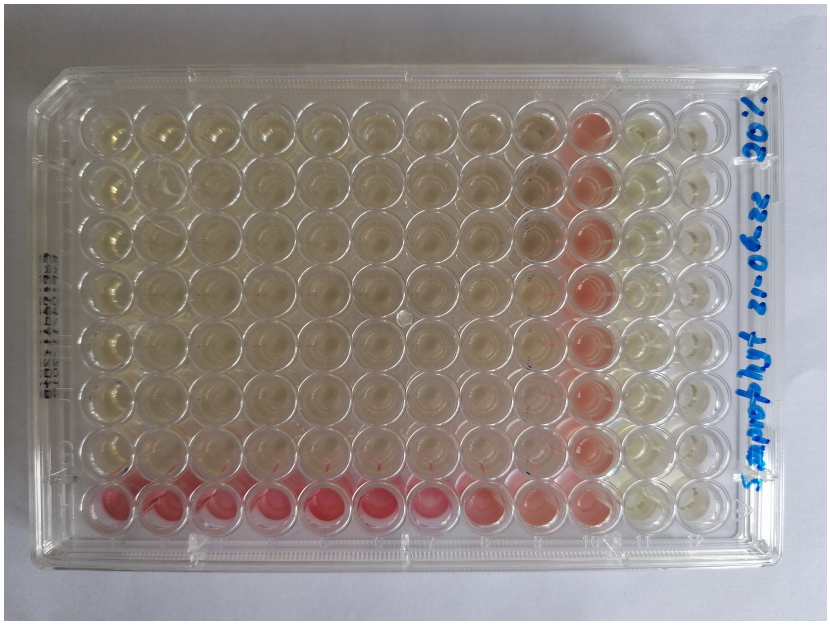


Figura 4. Microplaca de *Staphylococcus saprophyticus* con extracto etanólico al 20% con colorante TTC 1% incubada en un lapso de 24 horas

Tabla 5. Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 50% contra *Staphylococcus saprophyticus*

Concentración extracto (μg/mL)	Abs. del control de crecimiento (C_c)	Promedio Abs. a 450 nm	% inhibición
390.6*	1.206	0.143	88.439**
781.3	1.229	0.137	88.816
1 562.5	1.579	0.153	88.913
3 125.0	1.462	0.153	88.921
6 250.0	1.628	0.123	88.969
12 500.0	1.452	0.133	89.116
25 000.0	1.644	0.145	89.220
50 000.0	1.652	0.116	89.397
100 000.0	1.326	0.117	89.432

Nota. Los asteriscos representan: * concentración mínima inhibitoria; ** porcentaje de inhibición. Abs.: absorbancia.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

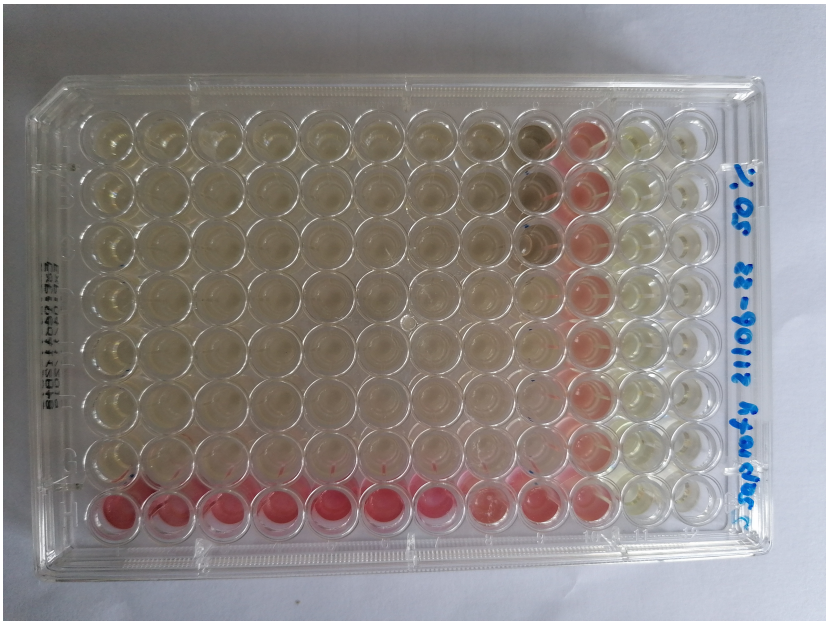


Figura 5. Microplaca de *Staphylococcus saprophyticus* con extracto etanólico al 50 % con colorante TTC al 1 % incubada en un lapso de 24 horas.

En la Tabla 6, comparando los datos obtenidos para la concentración mínima inhibitoria y el porcentaje de inhibición de los extractos etanólicos de *Vaccinium floribundum* al 20 y 50 % frente a *Staphylococcus saprophyticus*, se evidencia que el extracto etanólico de concentración al 50 % presenta mayor porcentaje de inhibición respecto al extracto de concentración al 20 % de etanol. Respecto al control positivo, el antibiótico nitrofurantoína exhibió un porcentaje de inhibición del 87.7 % y una Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) de 0.78 μg/mL. Estos valores superaron la eficacia del agente natural evaluado, lo cual se atribuye a la alta susceptibilidad de los uropatógenos frente a este fármaco. El mecanismo de acción implica la reducción de la nitrofurantoína por enzimas nitrorreductasas bacterianas, generando intermediarios electrofílicos altamente reactivos que atacan de forma inespecífica las proteínas ribosomales, lo que deriva en una inhibición metabólica completa (Komp y cols., 2014). Adicionalmente, es necesario mencionar que la MIC alcanzada en los experimentos se acerca a los valores teóricos en estudios con nitrofurantoína que reportan $\leq$ 16 μg/mL dentro del rango de sensibilidad (IDEXX, 2022).

Tabla 6. Porcentaje de inhibición y CMI de los extractos etanólicos de *Vaccinium floribundum* y controles establecidos frente a *Staphylococcus saprophyticus*

Microorganismo	Extracto 20 %		Extracto 50 %		Timol		Nitrofurantoína	
	CMI (μg/mL)	% Inh.	CMI (μg/mL)	% Inh.	CMI (μg/mL)	% Inh.	CMI (μg/mL)	% Inh.
S. saprophyticus	390.63	88.42	390.63	88.44	3.91	87.42	0.78	87.73

Nota. % Inh.: porcentaje de inhibición; CMI: concentración mínima inhibitoria.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

El mejor resultado frente a *S. saprophyticus* lo obtuvo el extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 50% con una MIC de 390.63 μg/mL en un porcentaje de inhibición de 88.44%, de acuerdo con lo reportado por Varela y Musuña (2020), quienes trabajaron con granulados de *Vaccinium floribundum* de 150 mg, 200 mg y 250 mg, y en el mismo microorganismo sus porcentajes de inhibición fueron de 50.48%, 91.17% y 86.56% respectivamente, datos que corroboran el porcentaje de inhibición del ensayo.

3.4 Separación de compuestos por Cromatografía de Capa Fina (TLC)

Las placas cromatográficas obtenidas luego de una hora y 15 minutos de corrida fueron las siguientes:

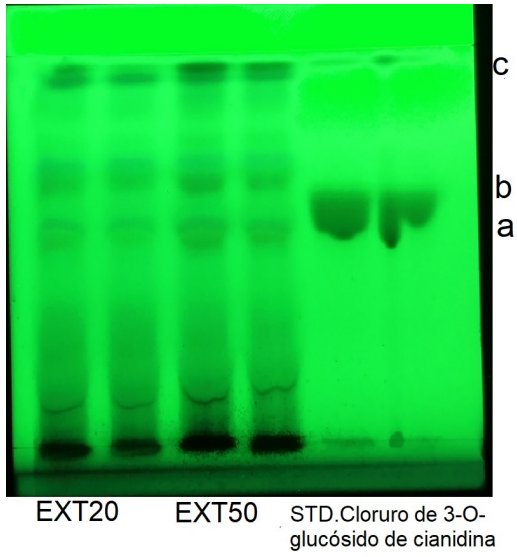


Figura 6. Placa HPTLC factor 254 nm 10×10 cm con componentes separados de los extractos etanólicos al 20% (EXT 20) y 50% (EXT 50) de *Vaccinium floribundum*, respectivamente. Longitud de onda de lectura de placa 254 nm.

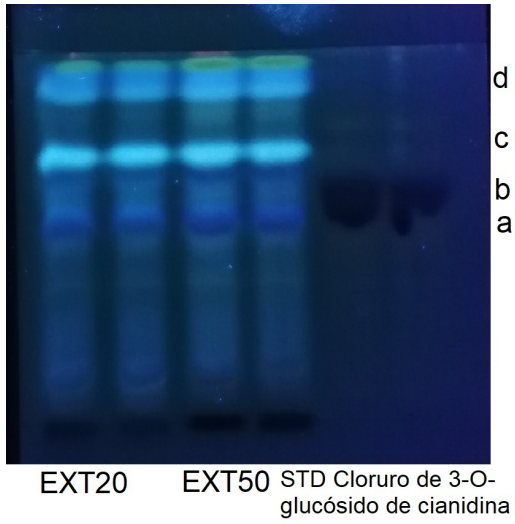


Figura 7. Placa HPTLC factor 254 nm 10×10 cm con componentes separados de los extractos etanólicos al 20% (EXT 20) y 50% (EXT 50) de *Vaccinium floribundum*, respectivamente. Longitud de onda de lectura de placa 365 nm.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Una vez culminado el proceso, se determinaron los factores de retención relacionando la distancia recorrida por el compuesto y la distancia recorrida por el disolvente (Figura 6). Los resultados se reportan en la Tabla 7.

En relación a los resultados obtenidos, los factores de retención pueden variar por las diferentes longitudes de onda máxima a las cuales se identifican los compuestos. En el caso de las antocianinas y antocianidinas: cianidina 3-galactósido, cianidina 3-arabinósido y malvidina (Tabla 8), estos tienen valores similares a los estudios en el género *Vaccinium* (arándanos) con extractos metanólicos y compuestos hidrolizados descritos por Filip y cols. (2012).

De acuerdo a los resultados de la Tabla 8, los compuestos fueron identificados como cianidina 3-galactósido, cianidina 3-arabinósido, malvidina y cianidina en la especie *Vaccinium floribundum* (mortiño), tal como corrobora Taco (2017).

Mientras que el estándar de cianidina 3-*O*-glucósido disuelto en metanol (2 mg/1 mL) presentó un factor de retención de 0.42, valores similares a lo reportado por Narváez (2016) en la especie *Vaccinium floribundum* (mortiño).

Otros bioactivos interesantes no detectados en la placa HPTLC fueron la delfinidina y la pelargonidina, que se encuentran a longitudes de onda entre 520–546 nm, y de 10 a 15 nm de las longitudes de onda descritas se pueden distinguir sus respectivos monoglucósidos. Los factores adicionales que pueden alterar la identificación de las antocianinas son la naturaleza del solvente y el pH, por lo que la acidificación de los extractos con HCl es importante ya que se dará un cambio sistemático dirigido a obtener longitudes de onda más altas en comparación a extractos acuosos (Filip y cols., 2012). Cabe resaltar que la solubilidad de las antocianinas inmersas en alcohol aumenta cuando se añade ácido clorhídrico, haciéndolas más estables (Eng y cols., 2017).

Tabla 7. Identificación de antocianinas y antocianidinas presentes en los extractos etanólicos al 20 % y 50 % en *Vaccinium floribundum* a longitud máxima de 254 nm, véase Figura 6

Fracción	Compuesto	$\lambda_{máx}$ nm	Rf (factor de retención)
A	Cianidina 3-O-glucósido	254	0.42
B	Malvidina	254	0.62
C	Cianidina	254	0.86

Tabla 8. Identificación de antocianinas y antocianidinas presentes en los extractos etanólicos al 20 % y 50 % en *Vaccinium floribundum* a longitud máxima de 365 nm, véase Figura 7

Fracción	Compuesto	$\lambda_{máx}$ nm	Rf (factor de retención)
A	Cianidina 3-galactósido	365	0.39
B	Cianidina 3-arabinósido	365	0.51
C	Malvidina	365	0.67
D	Cianidina	365	0.86

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

4 Conclusiones

El extracto etanólico de *Vaccinium floribundum* al 50 % presentó mejores resultados al cuantificar compuestos fenólicos y antocianinas totales monoméricas, obteniendo 621.04 mg AG/mL de extracto y 43.63 mg/L, respectivamente.

Fue posible separar e identificar, mediante cromatografía de capa fina (TLC), los compuestos bioactivos antociánicos en el extracto etanólico al 20 % y 50 % en la especie *Vaccinium floribundum*, los cuales fueron: cianidina 3-arabinósido (R_f 0.51), cianidina 3-galactósido (R_f 0.39), malvidina (R_f 0.67) y cianidina (R_f 0.86).

En el presente estudio se validó que los extractos etanólicos de *V. floribundum* al 20 y 50 % presentan actividad antimicrobiana con miras a la inhibición de *Staphylococcus* spp., patógeno promotor de enfermedades de las vías urinarias.

Se recomienda continuar con los estudios utilizando técnicas analíticas efectivas, sensibles y reproducibles como HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia) con cada componente químico identificado.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana, a los Laboratorios de Ciencias de la Vida, al Señor Luis Eduardo Grandes, dueño de la Hacienda San José en Cotopaxi - Cantón Sigchos, y al Grupo de Investigación BIOARN.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores DECLARAN que, durante la preparación del artículo titulado «Potencial antimicrobiano del extracto fluido de *(Vaccinium floribundum)* frente a *Staphylococcus saprophyticus* causante de infecciones de vías urinarias», no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa ni sistemas automatizados de asistencia para la redacción, análisis, interpretación de datos, generación de contenido, traducción o edición del manuscrito.

Los autores asumen plena responsabilidad por el contenido, la originalidad, la integridad y la versión final del artículo.

Contribución de los autores

J.G.M.M.: Conceptualización, investigación, metodología, supervisión, escritura – borrador original, escritura – revisión y edición. **S.A.M.P.:** Investigación, metodología. **M.E.M.R.:** Adquisición de financiación y recursos. **R.D.A.V.:** Curación y tratamiento de datos.

Referencias

Aaby, K., Grimmer, S., y Holtung, L. (2013). Extraction of phenolic compounds from bilberry (Vaccinium myrtillus L.) press residue: Effects on phenolic composition and cell proliferation. *LWT - Food Science and Technology*, *54*(1), 257–264.

Baenas, N., Ruales, J., Moreno, D. A., Barrio, D. A., Stinco, C. M., Martínez-Cifuentes, G., … García-Ruiz, A. (2020). Characterization of Andean blueberry in bioactive compounds, evaluation of biological properties, and in vitro bioaccessibility. *Foods*, *9*(10), 1483. Online: https://doi.org/10.3390/foods9101483

Condalab. (2019). *Condalab Online.* Online: http://www.condalab.com (Accedido: 23 de agosto de 2022)

Constantine, O., y Istrati, D. (2022). Técnicas de extracción, cuantificación y caracterización de compuestos de antocianina en diversas matrices alimentarias: una revisión. *Review Horticultura*, 1–18. (16 de noviembre)

Cortez, J., Faicán, M., Pirovani, M., y Piagentini, A. (2018). Determinación de polifenoles en frutas con vitamina C incorporada: Metodología para mejorar la especificidad del ensayo de Folin-Ciocalteu. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *19*(2), 813–818.

Corzo, A. (2019). Cromatografía. En *Técnicas de análisis en química orgánica* (pp. 9–14). Santiago del Estero, Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero - UNSE. Facultad de Ciencias Forestales.

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

De León, J., Ovadía, R., Vásquez, L., y Fainsod, T. (2009). El arándano y su aplicación en urología. *Revista Mexicana de Urología*, *69*(3), 104–107. (Mayo)

Eng, H., Azlan, A., Teng, S., y Meng, S. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, *61*(1), 1–21.

Espinosa, W., Garzón, L., y Medina, O. (2016). Validación de una metodología analítica para la cuantificación de polifenoles totales, en procesos de extracción asistida por microondas sobre frutos de la especie colombiana Vaccinium meridionale. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, *45*(1), 109–126.

Filip, M., Vlassa, M., Copaciu, F., y Coman, V. (2012). Identification of Anthocyanins and Anthocyanidins from Berry Fruits by Chromatographic and Spectroscopic Techniques to Establish the Juice Authenticity from Market. *Journal of Planar Chromatography*, *25*(6), 534–541.

Giusti, M. M., y Wrolstad, R. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. En *Current protocols in food analytical chemistry.* Current Protocols.

Grace, M., Esposito, D., Dunlap, K., y Lila, M. A. (2015). Comparative Analysis of Phenolic Content and Profile, Antioxidant Capacity and Anti-inflammatory Bioactivity in Wild Alaskan and Commercial Vaccinium Berries. *HHS Author Manuscripts*, *62*(18), 4007–4017. (7 de mayo)

Guerrero, A. (2019). *Caracterización de compuestos bioactivos: Físicos y químicos del fruto (Vaccinium floribundum Kunth) en la Sierra del Ecuador para uso Agroindustrial* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. (Repositorio Institucional)

Guzmán, D. (2018). *Análisis químico del antibiótico producido por Bacillus megaterium aislado de muestras de suelo, mediante cromatografía y técnicas espectroscópicas* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. (Repositorio Institucional)

Hemeg, H. A., Moussa, I. M., Ibrahim, S., Dawoud, T. M., Alhaji, J. H., Mubarak, A. S., … Marouf, S. A. (2020). Antimicrobial effect of different herbal plant extracts against different microbial population. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *27*(12), 3221–3227. Online: https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.08.015

IDEXX. (2022). *Guía microbiológica.* Online: https://n9.cl/rsq75r

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). *Boletín técnico ECEH 2019* (Inf. Téc.). INEC. Online: https://n9.cl/27oan1 (Accedido: 4 de junio de 2022)

Kayima, F. (2012). *Solvent systems for separation of novel anthocyanin aglycones with methylated A - rings from noruega* (Tesis Doctoral no publicada). Noruega.

Komp, P., Klockars, O., Malmberg, C., y Cars, O. (2014). Pharmacodynamic studies of nitrofurantoin against common uropathogens. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *15*(12), 1076–1082.

León, J., Aponte, J. J., Rojas, R., Cuadra, D. L., Ayala, N., Tomás, G., y Guerrero, M. (2011). Estudio de actinomicetos marinos aislados de la costa central del Perú y su actividad antibacteriana frente a Staphylococcus aureus meticilina resistentes y Enterococcus faecalis vancomicina resistentes. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, *28*(2), 237–246. Online: https://n9.cl/ar6j98

Llerena, W., Samaniego, I., Ramos, M., y Brito, B. (2004). Caracterización fisicoquímica y funcional de seis frutas tropicales y andinas ecuatorianas. *Revista de Alimentos Ciencia e Ingeniería*, *22*(2), 13–22.

Llivisaca, S., Manzano, P., Ruales, J., Flores, J., Mendoza, J., Peralta, E., y Cevallos-Cevallos, J. M. (2018). Chemical, antimicrobial, and molecular characterization of mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) fruits and leaves. *Food Science & Nutrition*, *6*(4), 934–942. Online: https://doi.org/10.1002/fsn3.638

Medina, L. (2016). *Laboratorio de farmacognosia y farmacobotanica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. (Repositorio Institucional)

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Ministerio de Salud Pública. (2013). *Infección de vías urinarias en el embarazo, guía de práctica clínica* (Inf. Téc.). Quito, Ecuador: MSP.

Narváez, G. (2016). *Estabilización de las antiocianinas presentes en el fruto de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) mediante el método de copigmentación intermolecular para la obtención de pigmentos antociánicos de aplicación en la industria farmacéutica y cosmética* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Owen, S. C., Doak, A. K., Ganesh, A. N., Nedyalkova, L., McLaughlin, C. K., Shoichet, B. K., y Shoichet, M. S. (2014). Colloidal drug formulations can explain "bell-shaped" concentration–response curves. *ACS Chemical Biology*, *9*(3), 777–784. Online: https://doi.org/10.1021/cb4007584

Palacio Rojas, M., Mejía Fernández, E., Alcivar Banguera, R., Maldonado Reinozo, N., Medina Apolo, M., Bermeo Ortega, J., … ya Muñoz González, J. (2018). Caracterización clínico-demográfica y resistencia bacteriana de las infecciones del tracto urinario en el Hospital Básico de Paute, Azuay - Ecuador. *AVFT – Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, *37*(2), 62–67. Online: https://n9.cl/cxgx2vy

Poole, C. (2015). *Instrumental thin-layer chromatography* (1ra ed.). Detroit, USA: Elsevier.

Pássaro Carvalho, C. P., Rivera Narváez, C. M., Román Páez, M. A., Cardona Bermúdez, L. M., Muñoz Echeverri, L. M., Gómez, D. D., … Rojas Bedoya, L. C. (2016). *Guía sobre principios básicos de cromatografía y sus aplicaciones*. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Online: https://hdl.handle.net/11404/4694

Pérez, B., Endara, A., Garrido, J., y Ramírez, L. (2020). Extraction of anthocyanins from Mortiño (Vaccinium floribundum) and determination of their antioxidant capacity. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, *1*(74), 9453–9460.

Rengifo, D. E. (2013). *Prevalencia de las Infecciones Genitourinarias en mujeres de 14 a 49 años de edad, en el Hospital Delfina Torres y Área 1 de la Provincia de Esmeraldas , de enero a agosto de 2013 y evaluación de su manejo clínico terapéutico* (Tesis Doctoral no publicada). Esmeraldas, Ecuador.

Rosales, R. (2018). *Determinación de la capacidad antimicrobiana de extractos de hongos endófitos de la Colección de Endófitos Quito- Católica (CEQCA) sobre cepas multirresistentes de de staphylococcus aureus* (Tesis Doctoral no publicada). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Santacruz, C. (2017). *Uso de pigmentos naturales de mortiño (Vaccinium floribundum) como sensibilizadores en celdas solares DSSC* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Taco, M. (2017). *Uso de pigmentos naturales de mortiño (Vaccinium floribundum) como sensibilizadores en celdas solares DSSC* (Tesis Doctoral no publicada). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Tena, N., y Azuero, A. (2022). Análisis Actualizado de los Métodos de Extracción de Antocianinas: Principios de las Técnicas, Optimización, Avances Técnicos y Aplicación Industrial. *Antioxidants*, *11*(2), 286.

Urbano, C. (2016). *Validación del método analítico para la cuantificación de polifenoles totales en productos elaborados con té verde por método colorimétrico Folin Ciocalteu* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad ICESI, Cali, Colombia.

Urquizo, L. (2016). *Influencia de los solventes y los métodos de extracción en la determinación de la actividad antioxidante de la especie "Disterigma alaternoides (Kunth) Nied." planta nativa del Ecuador* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Varela, S., y Musuña, A. (2020). *Evaluación de la eficacia antimicrobiana in vitro de cápsulas de extracto fluido de Vaccinium floribundum kunth (mortiño); en infecciones agudas del tracto urinario* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Veloz, T. (2018). *Evaluación de la composición química y actividad biological del aceite esencial proveniente de las hojas de Piper barbatum Kunth (cordoncillo)* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Zapata, L. M., Heredia, A. M., Quinteros, C. F., Malleret, A. D., Clemente, G., y Cárcel, J. A. (2014). Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, *25*(49), 166–192. Online: https://n9.cl/707evp

©2026, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.