

## ARTICULO ORIGINAL

**Actividad antioxidante y antimicrobiana del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) frente a bacterias patógenas multirresistentes**

Antioxidant and antimicrobial activity of mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) against multi-resistant pathogenic bacteria

Atividade antioxidante e antimicrobiana do mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) frente a bactérias patogênicas multirresistentes

**Edith Johanna Guamán-Poaquiza**<sup>1</sup>  , **Gabriela Liseth Vaca-Altamirano**<sup>1</sup>  , **Edison Enrique Vaca-Altamirano**<sup>2</sup>  , **Irvin Ricardo Tubón-Usca**<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador.

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Ecuador.

**Recibido:** 27 de noviembre de 2025

**Aceptado:** 09 de diciembre de 2025

**Publicado:** 11 de diciembre de 2025

**Citar como:** Guamán-Poaquiza EJ, Vaca-Altamirano GL, Vaca-Altamirano EE, Tubón-Usca IR . Actividad antioxidante y antimicrobiana del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) frente a bacterias patógenas multirresistentes. Rev Ciencias Médicas [Internet], 2025 [citado: fecha de acceso]; 29(S1): e6950, Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6950>

**RESUMEN**

**Introducción:** la resistencia bacteriana a antibióticos representa un problema crítico de salud pública mundial, llamándose a la investigación de nuevas fuentes antimicrobianas naturales para contrarrestar bacterias multirresistentes.

**Objetivo:** evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana de la especie *Vaccinium floribundum* Kunth del Ecuador frente a *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*.

**Métodos:** se obtuvieron extractos etanólicos mediante maceración (hoja) y soxhlet (fruto) con rendimientos de 11,18 % y 41,16 %. La determinación cualitativa de metabolitos secundarios se realizó mediante ensayos fitoquímicos. La capacidad antioxidante se evaluó con técnica DPPH. La actividad antibacteriana se determinó mediante método de difusión en agar frente a *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*.

**Resultados:** la hoja presentó flavonoides y taninos; el fruto mostró flavonoides, taninos, fenoles y diterpenos. La capacidad antioxidante fue 86,42 % (hoja) y 27,93 % (fruto). Los halos de inhibición del extracto de hoja fueron: *L. monocytogenes* (20,67 mm), *S. aureus* (17,83 mm), *B. cereus* (18,50 mm) y *E. coli* (13,67 mm). El extracto de fruto mostró menor actividad: *L. monocytogenes* (14,00 mm), *S. aureus* (11,67 mm), *B. cereus* (11,50 mm) y *E. coli* (9,83 mm). El mejor porcentaje de inhibición fue para *S. aureus* con 89 % y 38,4 % (hoja y fruto respectivamente) comparado con Vancomicina.

**Conclusiones:** El extracto de hoja demostró mayor eficiencia en actividad antioxidante y antimicrobiana frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas, constituyendo una potencial fuente natural para desarrollo de agentes terapéuticos contra bacterias multirresistentes.

**Palabras clave:** Extractos Vegetales; Fitoquímicos; Productos con Acción Antimicrobiana; *Vaccinium*.

## ABSTRACT

**Introduction:** bacterial resistance to antibiotics represents a critical global public health problem, prompting the search for new natural antimicrobial sources to combat multidrug-resistant bacteria.

**Objective:** to evaluate the antioxidant and antimicrobial activity of *Vaccinium floribundum* Kunth from Ecuador against *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Listeria monocytogenes*.

**Methods:** ethanol extracts were obtained by maceration (leaves) and Soxhlet extraction (fruit), yielding 11,18 % and 41,16 %, respectively. Qualitative phytochemical screening identified secondary metabolites. Antioxidant capacity was assessed using the DPPH assay. Antimicrobial activity was determined by agar diffusion method against *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *B. cereus*, and *E. coli*.

**Results:** leaves contained flavonoids and tannins; fruits contained flavonoids, tannins, phenols, and diterpenes. Antioxidant capacity was 86,42 % (leaf) and 27,93 % (fruit). Leaf extract inhibition zones were: *L. monocytogenes* (20,67 mm), *S. aureus* (17,83 mm), *B. cereus* (18,50 mm), and *E. coli* (13,67 mm). Fruit extract showed lower activity: *L. monocytogenes* (14,00 mm), *S. aureus* (11,67 mm), *B. cereus* (11,50 mm), and *E. coli* (9,83 mm). The highest inhibition percentage compared to vancomycin was for *S. aureus*: 89 % (leaf) and 38,4 % (fruit).

**Conclusions:** the leaf extract demonstrated superior antioxidant and antimicrobial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, representing a potential natural source for the development of therapeutic agents against multidrug-resistant bacteria.

**Keywords:** Plant Extracts; Phytochemicals; Products With Antimicrobial Action; *Vaccinium*.

**RESUMO**

**Introdução:** a resistência bacteriana a antibióticos representa um problema crítico de saúde pública mundial, o que impulsiona a investigação de novas fontes antimicrobianas naturais para combater bactérias multirresistentes.

**Objetivo:** avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana da espécie *Vaccinium floribundum* Kunth do Equador frente a *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*.

**Métodos:** foram obtidos extratos etanólicos por maceração (folha) e soxhlet (fruto), com rendimentos de 11,18 % e 41,16 %, respectivamente. A determinação qualitativa de metabólitos secundários foi realizada por meio de ensaios fitoquímicos. A capacidade antioxidante foi avaliada pela técnica DPPH. A atividade antibacteriana foi determinada pelo método de difusão em ágar frente a *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Escherichia coli*.

**Resultados:** a folha apresentou flavonoides e taninos; o fruto revelou flavonoides, taninos, fenóis e diterpenos. A capacidade antioxidante foi de 86,42 % (folha) e 27,93 % (fruto). Os halos de inibição do extrato da folha foram: *L. monocytogenes* (20,67 mm), *S. aureus* (17,83 mm), *B. cereus* (18,50 mm) e *E. coli* (13,67 mm). O extrato do fruto mostrou menor atividade: *L. monocytogenes* (14,00 mm), *S. aureus* (11,67 mm), *B. cereus* (11,50 mm) e *E. coli* (9,83 mm). O melhor percentual de inibição foi para *S. aureus*, com 89 % e 38,4 % (folha e fruto, respectivamente), em comparação com a Vancomicina.

**Conclusões:** o extrato da folha demonstrou maior eficiência em atividade antioxidante e antimicrobiana frente a bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, constituindo uma potencial fonte natural para o desenvolvimento de agentes terapêuticos contra bactérias multirresistentes.

**Palabras-chave:** Extratos Vegetais; Compostos Fitoquímicos; Produtos Com Ação Antimicrobiana; *Vaccinium*.

**INTRODUCCIÓN**

La resistencia bacteriana a los antibióticos constituye una amenaza creciente para la salud pública mundial, generando niveles considerables de morbilidad y elevados costos sanitarios.<sup>(1,2)</sup> Este fenómeno se atribuye principalmente al uso excesivo e inadecuado de antibióticos, lo que conduce a la ineficacia terapéutica y dificulta el manejo de infecciones comunes como neumonía, infecciones urinarias, tuberculosis, gonorrea y septicemia. Se estima que aproximadamente el 50 % de las prescripciones de antibióticos son inapropiadas y al menos el 30% se administran innecesariamente, situación que favorece la propagación de bacterias multirresistentes y la aparición de enfermedades graves.<sup>(3,4,5)</sup>

A nivel global, en 2019 se registraron aproximadamente 4,95 millones de muertes asociadas a infecciones bacterianas multirresistentes, de las cuales 1,27 millones fueron directamente atribuibles a la resistencia antimicrobiana.<sup>(6)</sup> En América Latina y el Caribe, esta problemática ocasionó 338.000 muertes relacionadas con resistencia antibiótica y 84,300 muertes directamente atribuidas, transmitidas mediante contacto directo, alimentos contaminados, vía fecal-oral y respiratoria.<sup>(7)</sup> En Ecuador, el Ministerio de Salud Pública reportó 8,924 casos y 93 casos de enfermedades transmitidas por alimentos y aguas contaminadas en 2020 y 2021 respectivamente.<sup>(8,9)</sup>

Particularmente preocupante resulta el alto nivel de resistencia identificado en zonas rurales ecuatorianas, donde *Escherichia coli* presenta 79,8 % de resistencia a ampicilina y *Staphylococcus aureus* muestra 55,4 % de resistencia a oxacilina.<sup>(10,11,12)</sup> Ante esta problemática, la Organización Mundial de la Salud estableció una lista de bacterias prioritarias que han manifestado resistencia a diferentes antibióticos de tercera generación, promoviendo la investigación e innovación de productos potenciales con elevada actividad antimicrobiana capaces de contrarrestar estas bacterias multirresistentes.

En este contexto, las plantas medicinales representan una fuente extraordinaria para el desarrollo de nuevos fármacos contra enfermedades infecciosas. Históricamente, las plantas han constituido la primera alternativa terapéutica para el 80 % de la población mundial y particularmente en zonas rurales de Ecuador para abordar diversos problemas de salud.<sup>(13,14)</sup>

El valor medicinal de las plantas depende fundamentalmente de sus metabolitos secundarios, los cuales ejercen actividades antimicrobianas, anticancerígenas, antiinflamatorias, antidiabéticas, antioxidantes y antidiuréticas, entre otras. Esta versatilidad terapéutica ha generado interés científico considerable debido a la eficiencia de estos nuevos compuestos y la preocupación por los efectos secundarios de la medicina moderna. Diversas investigaciones han documentado mecanismos antibacterianos de plantas medicinales frente a patógenos específicos, incluyendo *Eucalyptus globulus*, *Vaccinium macrocarpon* y *Cinnamomum verum*.<sup>(15,16)</sup>

En investigaciones realizadas en Ecuador sobre el uso de plantas medicinales como potencial antimicrobiano, el extracto metanólico del Diente de León y Guaviduca mostraron un efecto bactericida alto frente a *E. coli*.<sup>(17)</sup> Por otro parte, en el estudio de Bayas et al.,<sup>(18)</sup> se demostró que el extracto etanólico de la hoja y flor de chilca fueron más eficaces frente a *Listeria* y *Salmonella*, mientras que, el extracto del tallo inhibió mejor a *E. coli*. Asimismo, el género *Vaccinium* spp. toma importancia debido a su capacidad antioxidante y sus posibles beneficios para la salud al poseer ácidos fenólicos, flavonoides, proantocianidinas, cumarinas, taninos hidrolizables, carotenoides y antocianinas.<sup>(19)</sup>

Según Garzón et al.,<sup>(20)</sup> las antocianinas y otros antioxidantes que posee esta baya presentan efectos antinflamatorios, anticancerígenos, antineurodegenerativos y, además tienen propiedades de actividad antimicrobiana frente a microorganismos Gram positivas y Gram negativos. Es así que la capacidad antioxidante y antimicrobiana de fuentes vegetales es una alternativa terapéutica potencial para la industria farmacéutica en tratamientos de enfermedades infecciosas y, además podría ser un nutracéutico con altas expectativas. Por ese motivo, se desarrolla la presente investigación, al cual tuvo por objetivo evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana de la especie *Vaccinium floribundum* Kunth del Ecuador frente a *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*.

## MÉTODOS

Se desarrolló un estudio no observacional, quasi experimental, longitudinal prospectivo, empleando equipamiento básico de laboratorio microbiológico, reactivos analíticos certificados y cepas bacterianas de referencia: *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Bacillus cereus* ATCC 10876 y *Escherichia coli* ATCC 11775. El material vegetal de *Vaccinium floribundum* Kunth (hojas y frutos) fue recolectado en la comunidad Santa Rosa de Totoras, perteneciente al cantón San Miguel, provincia de Bolívar (Ecuador).

El material fresco se sometió a un proceso de desinfección sumergiéndose durante cinco minutos en una solución compuesta por 20 mL de hipoclorito de sodio al 5 % diluidos en 100 mL de agua destilada; posteriormente, se enjuagó con abundante agua para eliminar residuos del desinfectante. Las muestras se secaron en estufa a 50 °C durante cuatro días, se pulverizaron con molino de laboratorio y se almacenaron en bolsas herméticas tipo Ziploc hasta su análisis.

### Extractos vegetales

Para la hoja se implementó una extracción hidroalcohólica en el que se mezcló 100 g de la muestra pulverizada con 500 ml de etanol al 96 % por dos días con períodos de agitación y se conservó a temperatura ambiente y en la oscuridad. Se recolectó el extracto líquido y nuevamente se repitió el proceso por un día y se filtró. Mientras que, en la muestra del fruto se empleó el método de extracción soxhlet. Se añadió 500 ml de etanol al 96 % en el balón y en el interior del tubo extractor se colocó un cartucho de papel filtro con 25 g de la muestra y se calentó hasta que recircule todo el disolvente por la muestra. Para separar el disolvente del extracto de la hoja y fruto se evaporó utilizando un rotavapor y se almacenaron a 4°C hasta su posterior análisis.<sup>(21,22)</sup> Se calculó el rendimiento de los extractos con la siguiente ecuación:

$$\%Rendimiento = \frac{X_{\text{Peso del extracto después de la evaporación del solvente}}}{X_{\text{Peso seco del polvo vegetal antes de la extracción}}} * 100$$

### Tamizaje fitoquímico

El análisis cualitativo de metabolitos secundarios de la hoja y fruto del mortiño se llevó a cabo mediante siete ensayos detallados por Abubakar<sup>(23)</sup> y Pujol,<sup>(24)</sup> con ciertas modificaciones.

- Ensayo de Dragendorff: se colocó 1 ml del extracto y 1 ml del reactivo de Dragendorff en un tubo de ensayo y se homogeniza, la presencia de un precipitado rojo anaranjado es positivo para alcaloides.
- Ensayo de Espuma: se diluyó 1 ml del extracto con agua destilada por 5 veces y se agitó fuertemente por cinco minutos, la formación de 2 mm de espuma en el tubo de ensayo indica la presencia de saponinas.
- Ensayo de Shinoda: se mezcló 1 ml del extracto, 1 ml ácido clorhídrico concentrado y trocitos de cinta de magnesio metálico, se dejó en reposo por cinco minutos y se añadió 1 ml de alcohol amílico, el cambio de coloración a rojo intenso indica la prueba positiva para flavonoides.
- Ensayo de Cloruro férrico: se añadió tres gotas de tricloruro férrico al 5 % a un 1 ml del extracto y se agitó, la coloración a negro azulado muestra la presencia de fenoles.
- Ensayo de Gelatina: se mezcló 1 ml del extracto y una solución de gelatina al 1 % y se agitó, la prueba es positiva al formar un precipitado blanco.
- Ensayo de Borntrager: se disolvió al extracto con 1 ml de cloroformo, 1 ml de hidróxido de sodio al 5 % y se agitó, se dejó reposar hasta la separación de las fases y el cambio de coloración de la fase alcalina acuosa a rojo o rosado la prueba es positiva para quinonas.
- Ensayo de Acetato de cobre: se disolvió en agua destilada al extracto y se añadió tres gotas de acetato de cobre, la solución es positiva para diterpenos al tomar una coloración verde esmeralda.

### Capacidad antioxidante

La actividad antioxidante se determinó mediante la captación de radicales libres de DPPH según Ginting et al.,<sup>(25)</sup> con modificaciones. En donde, se disolvió 0,0059 g de DPPH en 100 ml de metanol-agua (80:20) para formar una solución madre de DPPH a una concentración de 150 µM, solución que se mantuvo cubierta con papel aluminio y en agitación por 30 min. Como estándar, se utilizó una solución madre de Trolox a 500 µM en el que disolvió 0,0125 g de Trolox en 100 ml de metanol-agua (50:50) y se agitó. A partir de esta solución se prepararon diluciones de 50, 100, 200, 300, 400 y 500 µM. En la microplaca de 96 pocillos se añadió el blanco (180 µl del diluyente DPPH + 20 µl agua destilada), control (180 µl de la solución DPPH + 20 µl agua destilada) y el extracto (180 µl de la solución DPPH + 20 µl extracto diluido). A la microplaca se mantuvo en reposo a temperatura ambiente en un lugar oscuro y cubierta con papel aluminio por 40 minutos. Por último, se midió la absorbancia a 515 nm con un espectrofotómetro. El experimento se llevó por cuadruplicado y la actividad antioxidante se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Inhibición DPPH} = \left[ 1 - \left( \frac{A_{\text{absorbancia de la muestra}} - A_{\text{absorbancia del blanco}}}{A_{\text{absorbancia del control}} - A_{\text{absorbancia del blanco}}} \right) \right] \times 100$$

### Actividad antimicrobiana por difusión en agar

Se trabajó con el método de Carrillo,<sup>(26)</sup> con algunas modificaciones. En primer lugar, se activaron a las bacterias con caldo Mueller - Hinton (5 ml) y se incubaron a 37°C a 200 rpm de agitación por 24 horas. Para que la turbidez del cultivo bacteriano se encuentre en 0,5 McFarland (BaCl<sub>2</sub> 1% y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%) se disolvió con caldo. Se leyó las absorbancias a 540 nm de los cultivos bacterianos para verificar que se encuentren en escala McFarland. Posteriormente, se inoculó con hisopos estériles el cultivo estandarizado por toda la superficie de la caja Petri con agar Mueller-Hinton. Con la parte superior de una punta azul estéril se realizó cuatro pozos de 7 mm de diámetro y en cada pozo se añadió 100 µl del extracto de la hoja y fruto a diferentes concentraciones de 1, 10, 25, 50, 100 mg/ml y 500 µg/ml, control positivo (gentamicina y vancomicina) y control negativo (agua destilada estéril), para cada concentración se realizó seis réplicas. Se incubó a 37°C por 24 horas y se midió los halos de inhibición en milímetros. El porcentaje de inhibición se calculó mediante la ecuación:

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{\phi HE_{\text{Diámetro del halo extracto}} - \phi HB_{\text{Diámetro del halo blanco}}}{\phi HC_{\text{Diámetro del halo control positivo}} - \phi HB_{\text{Diámetro del halo blanco}}} \right) \times 100$$

### Análisis estadístico

La actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos se evaluó frente a las cuatro cepas bacterianas mediante los métodos establecidos para ensayos de inhibición microbiana. Para el procesamiento estadístico de los halos de inhibición se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) seguido de la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza del 95 %, utilizando el software STATGRAPHICS.

## RESULTADOS

El rendimiento del extracto del fruto (41,163 %) fue significativamente superior al extracto de la hoja (11,189 %), lo cual se atribuye al método de extracción empleado y al contenido de compuestos solubles en cada matriz vegetal.

Los metabolitos secundarios flavonoides y taninos se presentaron con mayor intensidad en ambos extractos (Tabla 1). En la hoja se identificaron además saponinas, fenoles y diterpenos en baja concentración, mientras que alcaloides y quinonas estuvieron ausentes. En el fruto se detectaron adicionalmente fenoles y diterpenos con intensidad moderada, presentando únicamente ausencia de quinonas.

**Tabla 1.** Metabolitos secundarios identificados en extractos de *V. floribundum* Kunth.

Metabolitos	Ensayo	Hoja	Fruto
Alcaloides	Dragendorff	-	+
Saponinas	Espuma	+	+
Flavonoides	Shinoda	++	++
Taninos	Gelatina	++	++
Quinonas	Borntrager	-	-
Fenoles	Cloruro Férrico	+	++
Diterpenos	Acetato de cobre	+	++

**Notas:** El signo (+) significa presencia y signo (-) ausencia. Intensidad del metabolito: (++) Moderada y (+) Baja.

La capacidad antioxidante del extracto de la hoja (86,422 % de inhibición DPPH, 488,344 µmol Equivalente Trolox/L) fue significativamente superior al extracto del fruto (27,930 %, 152,367 µmol Equivalente Trolox/L), demostrando potencial antioxidante elevado atribuible al contenido de compuestos polifenólicos, especialmente flavonoides y taninos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Capacidad antioxidante de hojas y frutos de *V. floribundum* Kunth.

Matriz vegetal	% de Inhibición	µmol Equivalente Trolox/L
Fruto	27,930 ± 1,016	152,367 ± 5,780
Hoja	86,422 ± 0,275	488,344 ± 6,163

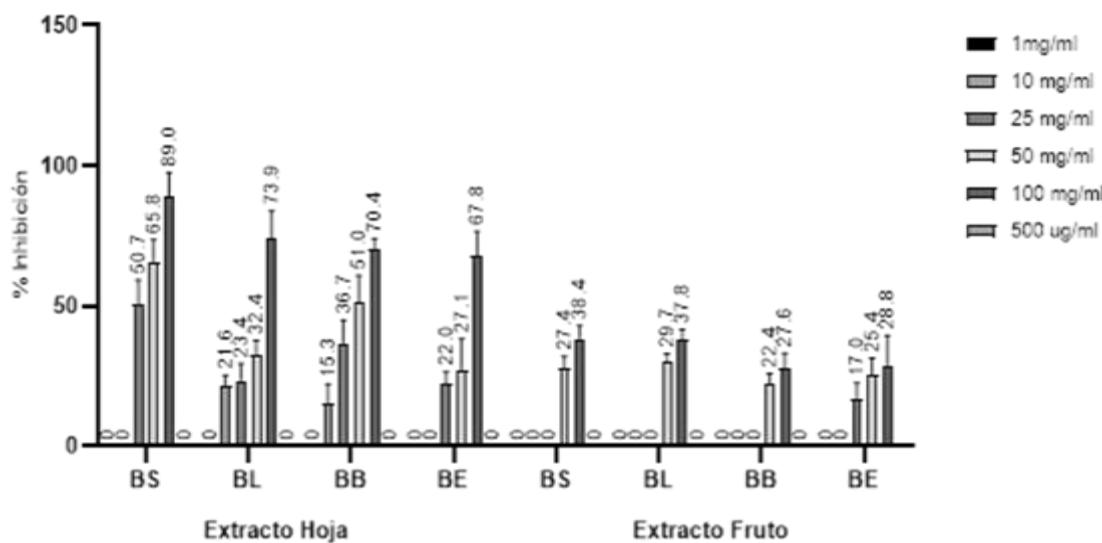
La concentración de 100 mg/ml exhibió máxima actividad antimicrobiana. El extracto de hoja mostró sensibilidad en *S. aureus* (17,83 mm), *L. monocytogenes* (20,67 mm) y *B. cereus* (18,50 mm), con *E. coli* en rango intermedio (13,67 mm). El extracto de fruto presentó actividad antimicrobiana moderada, con *L. monocytogenes* (14,00 mm) como único microorganismo en rango sensible, mientras *S. aureus*, *B. cereus* y *E. coli* mostraron resistencia. El mejor porcentaje de inhibición comparado con controles positivos fue *S. aureus* (89 % hoja, 38,4 % fruto) respecto a Vancomicina, y *L. monocytogenes* (68,3 % hoja, 35 % fruto) respecto a Gentamicina. El análisis estadístico confirmó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre concentraciones y controles (Tabla 3).

**Tabla 3.** Halos de inhibición (mm) de extractos de *V. floribundum* Kunth frente a bacterias patógenas.

Extracto	Concentración	<i>S. aureus</i> Media (DE)	<i>L. monocytogenes</i> Media (DE)	<i>B. cereus</i> Media (DE)	<i>E. coli</i> Media (DE)
Hoja	1 mg/ml	0	0	0	0
Hoja	10 mg/ml	0	11,000 (0,632)	9,500 (1,049)	0
Hoja	25 mg/ml	13,167 (0,983)	11,333 (1,033)	13,000 (1,265)	9,167 (0,408)
Hoja	50 mg/ml	15,000 (0,894)	13,000 (0,894)	15,333 (1,506)	9,667 (1,033)
Hoja	100 mg/ml	17,833 (0,983)	20,667 (1,751)	18,500 (0,548)	13,667 (0,816)
Hoja	500 µg/ml	0	0	0	0
Hoja	Vancomicina	19,167 (0,753)	25,500 (1,049)	23,333 (0,816)	16,833 (1,169)
Hoja	Gentamicina	24,667 (1,033)	27,000 (1,549)	28,167 (0,983)	22,333 (1,033)
Fruto	1 mg/ml	0	0	0	0
Fruto	10 mg/ml	0	0	0	0
Fruto	25 mg/ml	0	0	0	8,667 (0,516)
Fruto	50 mg/ml	10,333 (0,516)	12,500 (0,548)	10,667 (0,516)	9,500 (0,548)
Fruto	100 mg/ml	11,667 (0,516)	14,000 (0,632)	11,500 (0,837)	9,833 (0,983)
Fruto	500 µg/ml	0	0	0	0
Fruto	Vancomicina	19,167 (0,753)	25,500 (1,049)	23,333 (0,816)	16,833 (1,169)
Fruto	Gentamicina	24,667 (1,033)	27,000 (1,549)	28,167 (0,983)	22,333 (1,033)

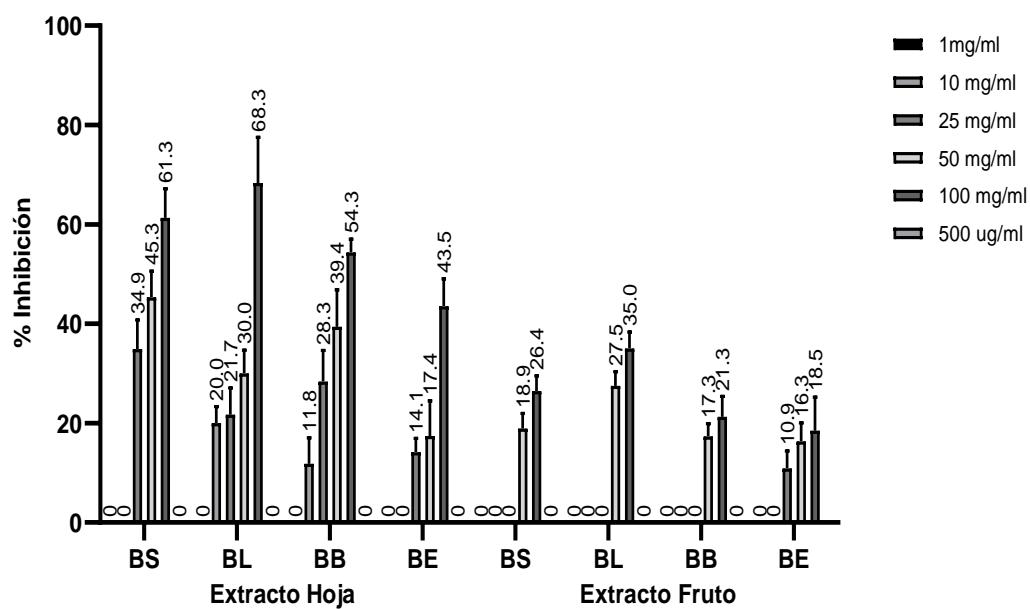
**Notas:** DE (desviación estándar). Análisis estadístico ANOVA con prueba Tukey ( $P \leq 0,05$ )

El análisis comparativo de eficacia antimicrobiana respecto a antibióticos de referencia reveló porcentajes variables según la bacteria evaluada y el control empleado (Fig. 1 y 2). En comparación con Vancomicina, el extracto de hoja alcanzó porcentajes de inhibición notables: *S. aureus* (93,0 %), *E. coli* (81,2 %), *L. monocytogenes* (81,0 %) y *B. cereus* (79,3 %), demostrando actividad antimicrobiana elevada que se aproxima al antibiótico de referencia. El extracto de fruto mostró porcentajes inferiores frente a Vancomicina: *S. aureus* (60,9 %), *E. coli* (58,4 %), *L. monocytogenes* (54,9 %) y *B. cereus* (49,3 %), manteniendo actividad moderada pero consistentemente menor que la hoja. En comparación con Gentamicina, el extracto de hoja presentó porcentajes de inhibición: *L. monocytogenes* (76,5 %), *S. aureus* (72,3 %), *B. cereus* (65,7 %) y *E. coli* (61,2 %), mientras que el extracto de fruto exhibió: *L. monocytogenes* (51,9 %), *S. aureus* (47,3 %), *E. coli* (44,0 %) y *B. cereus* (40,8 %). Estos resultados confirman que el extracto de hoja posee actividad antimicrobiana significativamente superior al extracto de fruto, alcanzando entre 61,2 % y 93,0 % de la eficacia de antibióticos convencionales según la bacteria y control empleado.



**Notas:** Los extractos se evaluaron a concentración de 100 mg/ml frente a cuatro bacterias patógenas.

**Fig. 1** Porcentaje de inhibición antimicrobiana de extractos de *V. floribundum* Kunth comparado con Vancomicina.



**Notas:** Los extractos se evaluaron a concentración de 100 mg/ml frente a cuatro bacterias patógenas.

**Fig. 2** Porcentaje de inhibición antimicrobiana de extractos de *V. floribundum* Kunth comparado con Gentamicina.

## DISCUSIÓN

Como resultado de una extracción por soxhlet se obtuvo un alto porcentaje de rendimiento del extracto del fruto de 41,163 %, mientras que el 11,189 % del extracto de la hoja por maceración, rendimientos que presentan diferencias con los resultados obtenidos por Gomes,<sup>(27)</sup> del extracto de la baya de *Vaccinium myrtillus* que fue de 12,84 %, y del 41 % reportado por Koshovyi,<sup>(28)</sup> en las hojas de *Vaccinium corymbosum* L.

Según Frías y Rosales,<sup>(29)</sup> factores como la temperatura, tiempo de contacto con el disolvente, relación solvente/masa, la concentración del disolvente, tamaño de partícula, la polaridad del disolvente, la composición química de los componentes a extraer y el tamaño molecular influyen en el rendimiento de una extracción.

En la hoja del mortiño *V. floribundum* Kunth hubo mayor intensidad de flavonoides y taninos, presentando similitudes en el estudio del perfil fitoquímico de la hoja de *V. vitis-idaea* L. en donde, hubo mayor contenido de flavonoides.<sup>(30)</sup> Otro estudio de la hoja de *V. myrtillus* muestra que los polifenoles que destacan son los ácidos hidroxicinámicos, flavanoles, flavonoles y flavanolignanos y antocianinas, además de pequeñas cantidades de triterpenos.<sup>(31)</sup> Según Llivisaca y cols,<sup>(32)</sup> el contenido de polifenoles y demás compuestos bioactivos pueden variar significativamente por condiciones de crecimiento como la altitud y temperatura, ubicación geográfica del mortiño, radiación y por el desarrollo y maduración del fruto y hoja.

Por otra parte, los flavonoides, taninos, fenoles y diterpenos se presentaron significativamente en el extracto del fruto en comparación a la hoja, metabolitos que mantienen similitud con la investigación del arándano andino (*V. floribundum* Kunth) de la sierra ecuatoriana, en estudio desarrollado por Alarcón y cols,<sup>(33)</sup> en el que se encontró alto contenido de flavonoides, taninos, fenólicos, antocianinas y luteína. Asimismo, en el extracto fresco y fermentado de la fruta de *V. floribundum* Kunth de Perú mostró antocianinas, flavonoides, ácidos fenólicos y proantocianidinas, y con la presencia de quinonas en el extracto fermentado.<sup>(34)</sup>

En el análisis de la actividad antioxidante se registró mayor porcentaje de inhibición de DPPH en el extracto de la hoja (86,422 % y 488,344 µmol Equivalente Trolox/L) al contrario del extracto del fruto (27,930 % y 152,367 µmol Equivalente Trolox/L). En otro estudio de Ștefănescu,<sup>(35)</sup> se registraron altos porcentajes de inhibición de DPPH en las hojas de tres variedades de arándanos rumanos de *V. corymbosum* L. (Toro, Elliot y Nelson) de 70,41 %, 68,42 % y 58,69 %, respectivamente, *V. myrtillus* L. de 61 % y *V. vitis-idaea* L. de 63 % y 490,85 µM TE/g.<sup>(36,37)</sup>

Aun así, la capacidad antioxidante del extracto de la hoja de *V. floribundum* Kunth en estudio sigue siendo alto, esto se podría atribuir al contenido variable de los polifenoles, antocianinas y flavonoides. Por otro lado, el resultado del porcentaje de inhibición de DPPH del extracto del fruto es aproximadamente similar al reportado por Bunea y cols,<sup>(38)</sup> de *V. clorisibyum* Duke (29,96 %), Bluecrop (46,64 %) y Elliot (43,48 %).

Existe mayor inhibición en el extracto de la hoja y fruto a una concentración de 100 mg/ml. Formando halos de inhibición (mm) en *L. monocytogenes* de  $20,667 \pm 1,751$ , *B. cereus* con  $18,500 \pm 0,548$ , *S. aureus* con  $17,833 \pm 0,983$  y *E. coli* con  $13,667 \pm 0,816$  en el extracto de la hoja. Además, *S. aureus* (89 %) y *L. monocytogenes* (68,3 %) mostraron mayor porcentaje antimicrobiano con relación a los controles positivos. De acuerdo al estudio reportado por Llirisaca y cols,<sup>(32)</sup> *S. aureus* presenta un halo de inhibición de 12 mm (resistente), y *E. coli* de 29 mm (sensible) al extracto de la hoja de *V. floribundum* Kunth ecuatoriano. Otro estudio menciona el potencial inhibitorio de la hoja de *V. oxycoccus* frente a *E. coli* (23,17 mm) y *S. aureus* (25,48 mm).<sup>(39)</sup>

Mientras que, en el extracto del fruto los halos de inhibición fueron en *L. monocytogenes* de  $14,000 \pm 0,632$ , *S. aureus* con  $11,667 \pm 0,516$ , *B. cereus* con  $11,500 \pm 0,837$  y *E. coli* con  $9,833 \pm 0,983$ , igualmente los porcentajes antimicrobianos con los dos controles positivos fueron bajos con todos los patógenos en comparación con la hoja. Datos que mantienen similitud con los presentados por Brzezowska y cols,<sup>(40)</sup> quienes indican que el polvo del fruto de tres variaciones de *V. corymbosum* L. no mostró actividad antimicrobiana frente a *E. coli*, *S. enterica*, *S. aureus* y *L. monocytogenes* (datos no mostrados). Asimismo, en *V. myrtillus* L se reportaron halos de inhibición bajos frente a *S. aureus* (7 mm), *E. coli* (9,1 mm), *B. subtilis* (7 mm) y *B. cereus* (10,26 mm).<sup>(41)</sup>

## CONCLUSIONES

*Vaccinium floribundum* Kunth (mortiño) del Ecuador destaca por su riqueza en compuestos bioactivos, con flavonoides y taninos como metabolitos predominantes que sustentan su potencial antioxidante y antimicrobiano. El extracto de hoja mostró una actividad antioxidante notablemente superior al del fruto, alcanzando 86,42 % de inhibición del radical DPPH y 488,34  $\mu\text{mol ET/L}$ , atribuida a su alta concentración de polifenoles capaces de neutralizar radicales libres. En cuanto a la actividad antimicrobiana, el extracto de hoja fue eficaz frente a bacterias patógenas Gram positivas y Gram negativas, generando halos de inhibición elevados contra *L. monocytogenes*, *B. cereus* y *S. aureus*, con sensibilidades comparables a antibióticos convencionales. El extracto de fruto presentó eficacia reducida, con sensibilidad únicamente para *L. monocytogenes*. Estos hallazgos posicionan al mortiño, especialmente sus hojas, como una fuente prometedora de compuestos con aplicaciones terapéuticas, alimentarias y nutracéuticas, recomendando estudios adicionales para aislar y caracterizar sus componentes activos.

## Financiación

El presente estudio no recibió financiación externa. La investigación fue realizada con recursos propios de los investigadores y las instituciones participantes.

## Conflictos de Intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en relación con la investigación, autoría y publicación del presente artículo científico.

**Contribución de Autoría**

**EJGP:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Escritura - borrador original, Escritura - revisión y edición.

**GLVA:** Supervisión, Validación, Recursos, Escritura - revisión y edición, Administración del proyecto.

**EEVA:** Metodología, Análisis formal, Validación, Escritura - revisión y edición.

**IRTU:** Recursos, Curación de datos, Visualización, Escritura - revisión y edición.

*Todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito.*

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Neira J, Espinoza C, Mejí C, Mesías J, Llerena G, Toapanta L, et al. Microorganismos multirresistentes en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General del Norte Los Ceibos, Ecuador. Sociedad Farmacológica Clínica y Terapéutica [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 40(4): 517-519. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.5451417>
2. Martens E, Demain AL. The antibiotic resistance crisis, with a focus on the United States. Journal of Antibiotics [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 70(5): 520-526. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/ja.2017.30>
3. George S, Muhaj FF, Nguyen CD, Tyring SK. Part I Antimicrobial resistance: Bacterial pathogens of dermatologic significance and implications of rising resistance. Journal of the American Academy of Dermatology [Internet]. 2021 [citado 20 de octubre 2020/10/202525]; 86(6): 1189-1204. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2021.11.066>
4. Camacho-Silvas LA, Portillo-Gallo JH, Rivera-Cisneros AE, Sánchez-González JM, Franco-Santillán R, Duque-Rodríguez J, et al. Multidrug, extended and pan-resistance to antimicrobials at the North of México. Cirugia y Cirujanos (English Edition) [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 89(4): 426-434. Disponible en: <https://doi.org/10.24875/CIRU.20000304>
5. OMS. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. OMS; 2021 [citado 20/10/2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
6. Murray CJ, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. The Lancet [Internet]. 2022 [citado 20 de octubre 2022/10/20255]; 399(10325): 629-655. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
7. OPS. Ecuador protege la salud humana al restringir el uso de antibióticos para el crecimiento de pollos [Internet]. OPS; 2023 [citado 20/10/2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/historias/ecuador-protege-salud-humana-al-restringir-uso-antibioticos-para-crecimiento-pollos>
8. Ministerio de Salud Pública. Subsistema de vigilancia sive-alerta enfermedades transmitidas por agua y alimentos Ecuador, SE 22, 2021 [Internet]. Ecuador; 2023 [citado 20/10/2025]. p1-6. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/GACETA-ETAS-SEM-22.pdf>

9. Ross J, Larco D, Colon O, Coalson J, Gaus D, Taylor K, et al. Índices de resistencia a los antibióticos en aislamientos clínicos en Santo Domingo, Ecuador. Práctica Familiar Rural [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 5(1): 29-39. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/339588101\\_Indices\\_de\\_resistencia\\_a\\_los\\_antibioticos\\_en\\_aislamientos\\_clinicos\\_en\\_Santo\\_Domingo\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/339588101_Indices_de_resistencia_a_los_antibioticos_en_aislamientos_clinicos_en_Santo_Domingo_Ecuador)
10. OMS. Patógenos multirresistentes que son prioritarios para la OMS. [Internet]. OPS; 2021 [citado 20/10/2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-patogenos-multirresistentes-que-son-prioritarios-para-oms>
11. Soria C, Delgado M, Serrano ML, López I, Navarro JM, Gutiérrez J. Infections in patients colonized with carbapenem-resistant Gram-negative bacteria in a medium Spanish city. Rev Esp Quimioter [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 34(5): 450-458. Disponible en: <https://doi.org/10.37201/req/021.2021>
12. Manandhar S, Luitel S, Dahal RK. In Vitro Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plants against Human Pathogenic Bacteria. Journal of Tropical Medicine [Internet]. 2019 [citado 20/10/2025]; 5. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/1895340>
13. Jiménez A, Mora K, Blandariz S, Cabrera C. Utilización de plantas medicinales en cuatro localidades de la zona sur de Manabí, Ecuador Use of medicinal plants in four localities of southern Manabí, Ecuador. Siembra [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 8(2): e3223. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6538/653868341013/html/>
14. Faye G, Birhanu T, Belete T. Survey and Antimicrobial Activity Study of Ethnomedicinal Plants in Selected Districts of North Shewa Zone, Oromia, Ethiopia. Infection and Drug Resistance [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 2021(14): 5511-5520. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/IDR.S333772>
15. Maldonado C, Paniagua Zambrana N, Bussmann R, Zentero Ruiz F, Fuentes A. La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). Ecología En Bolivia [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 55(1): 1-5. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1605-25282020000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282020000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
16. Zamora C, Toro C. Actividad antibiótica del Eucalyptus globulus frente a bacterias Gram positivas: un artículo de revisión. Vallejian Medical Journal [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 10(2): 93-104. Disponible en: <https://doi.org/10.18050/revistamedicavallejiana.v10i2.07>
17. Azuero A, Jaramillo C, San Martin D, D'Armas H. Análisis del efecto antimicorbiiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador. Ciencia Unemi [Internet]. 2016 [citado 20/10/2025]; 9(20): 11-18. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5774769>
18. Bayas F, Tigre A, Ramén R, Yanez D. Antimicrobial and Antioxidant Effect of Natural Extracts From Leaves, Root, Stem and Flowers of Baccharis Latifolia From Ecuador. International Journal of Current Pharmaceutical Research [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 12(2): 78-84. Disponible en: <https://doi.org/10.22159/ijcpr.2020v12i2.37495>

19. Llivisaca SA, León F, Manzano P, Ruales J, Naranjo J, Serrano L, et al. Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth): An Underutilized Superplant from the Andes. *Horticulturae* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 8(5): 358. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050358>
20. Garzón G, Soto C, López M, Riedl K, Brownmiller C, Howard L. Phenolic profile, in vitro antimicrobial activity and antioxidant capacity of *Vaccinium meridionale* swartz pomace. *Helion* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 6(5): e03845. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03845>
21. Raghu A, Velayudhannair K. Phytochemical Analysis and Antibacterial Potential of *Stevia rebaudiana* (Bertoni, 1899) Leaf Extracts against *Aeromonas* Species: Influence of Extraction Methods and Solvents in Aquaculture Applications. *Journal of Pure and Applied Microbiology* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 17(4): 2352-2366. Disponible en: <https://doi.org/10.22207/JPAM.17.4.31>
22. Vieira S, Ferreira H, Neves N. Antioxidant and anti-inflammatory activities of cytocompatible *salvia officinalis* extracts: A comparison between traditional and soxhlet extraction. *Antioxidants* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 9(11): 1157. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9111157>
23. Abubakar A, Haque M. Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 12(1): 1-10. Disponible en: [https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS\\_175\\_19](https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_175_19)
24. Pujol A, Tamargo B, Salas E, Calzadilla C, Acevedo R, Sierra G. Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta *Sapindus saponaria* L que crece en Cuba. *Bionatura* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 5(3): 1209-1214. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343676970\\_Tamizaje\\_fitoquimico\\_de\\_extractos\\_obtenidos\\_de\\_la\\_planta\\_Sapindus\\_saponaria\\_L\\_que\\_crece\\_en\\_Cuba](https://www.researchgate.net/publication/343676970_Tamizaje_fitoquimico_de_extractos_obtenidos_de_la_planta_Sapindus_saponaria_L_que_crece_en_Cuba)
25. Ginting C, Lister N, Girsang E, Riastawati D, Kusuma H, Widowati W. Antioxidant Activities of *Ficus elastica* Leaves Ethanol Extract and Its Compounds. *Molecular and Cellular Biomedical Sciences* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 4(1): 27. Disponible en: <https://doi.org/10.21705/mcbs.v4i1.86>
26. Carrill C, Díaz R. Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de hojas de dos variedades de *Mangifera indica*. *Ciencia Unemi* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 13(32): 69-77. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661898007/html/>
27. Gomes J, Cefali L, Ataide J, Santini A, Souto EB, Mazzola P. Effect of nanoencapsulation of blueberry (*Vaccinium myrtillus*): A green source of flavonoids with antioxidant and photoprotective properties. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 23: 100515. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100515>
28. Koshovyi O, Granica S, Piwowarski JP, Stremoukhov O, Kostenko Y, Kravchenko G, et al. Highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) leaves extract and its modified arginine preparation for the management of metabolic syndrome chemical analysis and bioactivity in rat model. *Nutrients* [Internet]. 2021 [citado 20 de octubre 220/10/2025025]; 13(8): 2870. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu13082870>

29. Frías ME, Rosales M. Effect of extraction conditions on the concentration of phenolic compounds in Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth) residues. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente* [Internet]. 2021 [citado 20/10/2025]; 27(3): 367–381. Disponible en: <https://doi.org/10.5154/R.RCHSCFA.2020.10.066>
30. Xu J, Yang H, Nie C, Wang T, Qin X, Yang J, et al. Comprehensive phytochemical analysis of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) from different regions of China and their potential antioxidant and antiproliferative activities. *RSC Advances* [Internet]. 2023 [citado 20/10/2025]; 13(42): 29438–29449. Disponible en: <https://doi.org/10.1039/d3ra05698h>
31. Ștefănescu R, Laczkó-Zöld E, Ősz BE, Vari CE. An Updated Systematic Review of *Vaccinium myrtillus* Leaves: Phytochemistry and Pharmacology. *Pharmaceutics* [Internet]. 2023 [citado 20/10/2025]; 15(1): 16. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010016>
32. Llirisaca 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 and Nutrition* [Internet]. 2018 [citado 20/10/2025]; 6(4): 934–942. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/fsn3.638>
33. Alarcón KS, Armijos DS, García M, Iturrealde G, Jaramilo T, Granda MG, et al. Wild Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth) and Andean blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth) from the Highlands of Ecuador: Nutritional composition and protective effect on human dermal fibroblasts against cytotoxic oxidative damage. *Journal of Berry Research* [Internet]. 2018 [citado 20/10/2025]; 8(3): 223–236. Disponible en: <https://doi.org/10.3233/JBR-180316>
34. Cerrato A, Piovesana S, Aita SE, Cavaliere C, Felletti S, Laganà A, et al. Detailed investigation of the composition and transformations of phenolic compounds in fresh and fermented *Vaccinium floribundum* berry extracts by high-resolution mass spectrometry and bioinformatics. *Phytochemical Analysis* [Internet]. 2022 [citado 20/10/2025]; 33(4): 507–516. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/pca.3105>
35. Ștefănescu B, Călinoiu L, Ranga F, Fetea F, Mocan A, Vodnar DC, et al. The chemical and biological profiles of leaves from commercial blueberry varieties. *Plants* [Internet]. 2022 [citado 20/10/2025]; 9(9): 1193. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/plants9091193>
36. Bujor O, Ginies C, Popa V, Dufour C. Phenolic compounds and antioxidant activity of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L. leaf, stem and fruit at different harvest periods. *Food Chemistry* [Internet]. 2018 [citado 20/10/2025]; 252: 356–365. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.052>
37. Ștefănescu B, Călinoiu L, Ranga F, Fetea F, Mocan A, Vodnar DC, et al. Chemical composition and biological activities of the nord-west romanian wild bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) leaves. *Antioxidants* [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 9(6): 495. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox9060495>
38. Bunea A, Rugină DO, Pintea AM, Sconța Z, Bunea CI, Socaciu C. Comparative polyphenolic content and antioxidant activities of some wild and cultivated blueberries from romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* [Internet]. 2011 [citado 20/10/2025]; 39(2): 70–76. Disponible en: <https://doi.org/10.15835/nbha3926265>

39. Yu R, Chen L, Xin X. Comparative assessment of chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activity in ten berries grown in China. Flavour and Fragrance Journal [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 35(2): 197–208. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ffj.3553>
40. Brzezowska J, Martinez AJ, Silvan JM, Łysiak GP, Wojdyło A, Lech K, et al. Matrix changes driven by cultivar diversity, inulin addition and drying techniques - shaping the antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory properties of blueberry powders. Innovative Food Science and Emerging Technologies [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 89: 103481. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103481>
41. Georgescu C, Frum A, Virche LI, Sumacheva A, Shamtsyan M, Gligor FG, et al. Geographic Variability of Berry Phytochemicals with Antioxidant and Antimicrobial Properties. Molecules [Internet]. 2020 [citado 20/10/2025]; 27(15): 4986. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules27154986>