

Laura Fiorela Mejia Curinambe, Claudia Llubitza Mendoza Rodríguez y Jorge Luis Díaz-Ortega

**RESUMEN**

El presente trabajo experimental tuvo como objetivo determinar la actividad antioxidante, el contenido de antocianinas y el efecto antiinflamatorio *in vitro* del fruto *Vaccinium floribundum* Kunth (Pushgay), originario del distrito de Querocoto, provincia de Chota, región de Cajamarca, Perú. La actividad antioxidante se evaluó utilizando el método del radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), mientras que el contenido de antocianinas se determinó mediante el método de pH diferencial. Para evaluar la actividad antiinflamatoria, se utilizó el método de estabilización de la membrana del eritrocito. Se encontró que el extracto hidroalcohólico de *Vaccinium floribundum* Kunth en la concentración de 397,7µg/ml, equivalente

a 24,66µg de vitamina C/ml, reduce el 50% de la concentración del DPPH. En cuanto al contenido de antocianinas se encontró 419 ± 9mg/100g del fruto. En relación al efecto antiinflamatorio del extracto hidroalcohólico del fruto de *Vaccinium floribundum* Kunth, se observó que el porcentaje de estabilidad de la membrana del eritrocito ante las concentraciones de 100 y 200µg/ml es correspondiente a 32 ±6 y 33 ±6% respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos y de indometacina 100µg/ml con 28 ±6% ; pero superior a la de concentración 50µg/ml con 20%. Se demuestra que *Vaccinium floribundum* Kunth tiene un alto poder antioxidante, alto contenido en antocianinas y actividad antiinflamatoria a partir de 50 µg/ml.

**Introducción**

El declive celular es una de las patologías caracterizada por tratarse de un descenso constante de las funciones fisiológicas provocando la muerte, tras ello es considerado un instrumento favorable para identificar las diversas patologías ya que es necesario la intervención de los antioxidantes, debido a que estos pueden aplazar el proceso de estrés oxidativo (Llacuna-Mach, 2012).

Existen diversos alimentos que ayudan a prevenir cierto tipo de enfermedades, contribuyen a la mejora de la condición de la salud o que tienen algún efecto protector para el organismo, a estos se le conoce como alimentos funcionales. Básicamente, se ha observado que las especies reactivas

y los antioxidantes influyen sobre el sistema inmunológico. El estrés oxidativo provoca alteraciones en la señalización celular y del metabolismo del ácido araquidónico, aumentando la inflamación sistémica (Galina *et al.*, 2018).

El género *Vaccinium* abarca 450 especies en todo el mundo. Las especies silvestres de *Vaccinium* se encuentran distribuido en el neotrópico de países sudamericanos y crece a una altitud de 1500 hasta 4700 msnm en páramos o zonas húmedas (Meléndez-Jacome *et al.*, 2021). *Vaccinium floribundum* Kunth, conocido como “Pushgay” en el Perú está distribuida en los departamentos de Cajamarca, Piura, Lambayeque, Amazonas, San Martín, Ancash, Cusco (Sempértegui, 2019; De la

Cruz, 2020) posee antocianinas, proantocianidinas, flavonoides como la quercetina, ácido gálico, vitamina C. Las antocianinas poseen efectos benéficos en el organismo gracias a su función antioxidante, las encargadas de darle esa propiedad son: delfinidina, cianidina, malvidina (Castañeda, 2010).

Además del valor nutricional, las comunidades locales utilizan los extractos de esta planta para tratar diversas afecciones médicas, como la diabetes y la inflamación (Prencipe *et al.*, 2014). Se ha determinado efectos benéficos del *V. floribundum* Kunth para la salud, en las que se ha observado actividad protectora frente a sustancias citotóxicas (Alarcón *et al.*, 2018), actividad antimicrobiana frente a *S. aureus* y *E. coli* (Baenas *et*

*al.*, 2020), y frente a *Vibrio harveyi* y *V. vulnificus* (Livisaca *et al.*, 2018).

Existen determinados métodos *in vitro* para demostrar las propiedades funcionales de determinados productos, así pues uno de los métodos utilizados para determinar la actividad antioxidante es el método DPPH (Bernal *et al.*, 2022; Barut *et al.*, 2019), debido a su facilidad de uso y accesibilidad; y para determinar el efecto antiinflamatorio es mediante el modelo de la estabilidad de la membrana del eritrocito (Salazar *et al.*, 2018; Morales *et al.*, 2018) como método alternativo cuando no se pueda realizar el experimento *in vivo* ante la falta de bioterio.

El objetivo del presente estudio fue determinar la actividad

---

**PALABRAS CLAVE / Actividad Antioxidante / Antocianinas / *Vaccinium floribundum* /**

Recibido: 04/02/2024. Modificado: 05/06/2024. Aceptado: 08/06/2024.

**Laura Fiorela Mejia Curinambe.** Bachiller en Nutrición, Escuela Profesional de Nutrición, Universidad Cesar Vallejo, Perú. e-mail: lmejia@ucvvirtual.edu.pe. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4634-037X>.

**Claudia Llubitza Mendoza Rodríguez.** Bachiller en Nutrición, Escuela Profesional de Nutrición, Universidad Cesar Vallejo, Perú. e-mail: cmendoza@ucvvirtual.edu.pe. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2460-5058>.

**Jorge Luis Díaz-Ortega** (Autor de correspondencia). Maestro en Ciencias mención Fisiología y Biofísica y Doctor en Ciencias Biomédicas, Universidad César Vallejo, Perú. Docente Investigador, Institutos y Centros de

Investigación, Universidad César Vallejo Perú. Dirección: Universidad César Vallejo, Av. Larco 1770, CP 13001, Trujillo, Perú. e-mail: [jdiaz@ucv.edu.pe](mailto:jdiaz@ucv.edu.pe). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6154-8913>.

## ANTIOXIDANT ACTIVITY, ANTHOCYANIN CONTENT AND ANTI-INFLAMMATORY EFFECT *In Vitro* OF THE FRUIT OF *Vaccinium floribundum* KUNTH “PUSHGAY”

Laura Fiorela Mejia Curinambe, Claudia Llubitz Mendoza Rodríguez and Jorge Luis Díaz-Ortega

### SUMMARY

The present experimental work was aimed at determining the antioxidant activity, anthocyanin content and anti-inflammatory effect in vitro of the fruit *Vaccinium floribundum* Kunth (Pushgay), originating from the district of Querocoto, province of Chota, Cajamarca region, Peru. Antioxidant activity was evaluated using the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical method, while anthocyanin content was determined by the differential pH method. To evaluate the anti-inflammatory activity, the erythrocyte membrane stabilization method was used. It was found that the hydroalcoholic extract of *Vaccinium floribundum* Kunth at the concentration of 397.7µg/ml, equivalent to 24.66µg

vitamin C/ml, reduced 50% of the DPPH concentration. As for the anthocyanin content, 419 ±9mg/100g of the fruit were found. In relation to the anti-inflammatory effect of the hydroalcoholic extract of the fruit of *Vaccinium floribundum* Kunth, it was observed that the percentage of erythrocyte membrane stability at concentrations of 100 and 200µg/ml corresponds to 32 ±6 and 33 ±6%, respectively, not significantly different between them and indomethacin 100µg/ml with 28 ±6%; but higher than the concentration of 50µg/ml with 20%. It is demonstrated that *Vaccinium floribundum* Kunth has high antioxidant power, high anthocyanin content and anti-inflammatory activity from 50 µg/ml.

## ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, CONTEÚDO DE ANTOCIANINA E EFEITO ANTI-INFLAMATÓRIO *In Vitro* DO FRUTO DE *Vaccinium floribundum* KUNTH “PUSHGAY”

Laura Fiorela Mejia Curinambe, Claudia Llubitz Mendoza Rodríguez e Jorge Luis Díaz-Ortega

### RESUMO

O objetivo deste trabalho experimental foi determinar a atividade antioxidante, o conteúdo de antocianina e o efeito anti-inflamatório in vitro do fruto *Vaccinium floribundum* Kunth (Pushgay), originário do distrito de Querocoto, província de Chota, região de Cajamarca, Peru. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método do radical livre 1,1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH), enquanto o conteúdo de antocianina foi determinado pelo método do pH diferencial. Para avaliar a atividade anti-inflamatória, foi usado o método de estabilização da membrana eritrocitária. O extrato hidroalcolóico de *Vaccinium floribundum* Kunth na concentração de 397,7µg/ml, equivalen-

te a 24,66µg de vitamina C/ml, reduziu 50% da concentração de DPPH. O conteúdo de antocianina foi de 419 ±9mg/100g de fruta. Em relação ao efeito anti-inflamatório do extrato hidroalcolóico do fruto do *Vaccinium floribundum* Kunth, observou-se que a porcentagem de estabilidade da membrana eritrocitária nas concentrações de 100 e 200µg/ml corresponde a 32 ±6 e 33 ±6%, respectivamente, não diferindo significativamente entre elas e a indometacina 100µg/ml, com 28 ±6%, mas superior à concentração de 50µg/ml, com 20%. O *Vaccinium floribundum* Kunth demonstrou ter um alto poder antioxidante, alto teor de antocianina e atividade anti-inflamatória a 50µg/ml e acima.

antioxidante, contenido de antocianinas y efecto antiinflamatorio in vitro del fruto de *Vaccinium floribundum* Kunth “Pushgay”.

### Metodología

#### Recolección de la muestra

Se utilizó el fruto de *V. floribundum* Kunth procedente del distrito de Querocoto del Departamento de Cajamarca, el fruto crece en el Bosque de Protección de Pagaibamba a una latitud de 6°24'26.61”S; 79°4'47.09”O y 3205msnm, y cuya recolección fue autorizada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por

el Estado (SERNANP) con resolución N° 001-2023-SERNANP-BPP-JEF. El proceso de clasificación taxonómica se realizó en el Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo. La muestra se llevó al Laboratorio de Selección y Preparación de Alimentos de la Universidad César Vallejo. Se seleccionó el fruto que presentaba consistencia blanda y coloración púrpura oscuro correspondiente al estadio 3 de maduración; luego se desinfectó con NaClO al 1%, se enjuagó, secó y se pesaron para su uso en los demás procesos.

#### Preparación del extracto hidroalcolóico del fruto

*fresco y seco de Vaccinium floribundum Kunth*

Para la preparación del extracto hidroalcolóico se seleccionaron 73,7g de muestra fresca de Pushgay. Se procedió a triturarlos en mortero, luego se pasó a un frasco ámbar, junto con 146ml de etanol al 80%, con el fin de macerar durante 7 días. Se realizó el filtrado del extracto con papel Whatman N°1, obteniéndose 93ml, el cual se almacenó en un frasco ámbar para luego ser utilizado en los procedimientos de determinación de actividad antioxidante y contenido de antocianinas. Se utilizó un refractómetro

digital Kynkel Modelo PAL-102 para la determinación de los grados Brix de este extracto, el cual fue de 17,3%, determinación necesaria para la preparación de soluciones del extracto hidroalcolóico a ser evaluados en la inhibición del radical DPPH.

Se utilizaron 73,7g de “Pushgay”, que se llevaron a una estufa a 40°C durante 3 días para su secado. Después del secado, se obtuvieron 11,7g de muestra seca. Luego se trituró en un mortero hasta obtener un grano fino, el cual se mezcló con 69,45ml de etanol al 80%. Posteriormente se colocó en un frasco ámbar durante 7 días, con agitación de

15 minutos por día. Después de la maceración se filtró obteniéndose 35ml de extracto hidroalcohólico, al que se le determinó 23,9 °Brix y que se utilizó para la preparación de soluciones en la determinación del efecto antiinflamatorio.

#### Determinación de la actividad antioxidante

Se usó el método DPPH; 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (Merck, Sigma Aldrich, Alemania), a través del procedimiento descrito por Doroteo (2013). Se preparó una solución madre del extracto etanólico de "Pushgay", disolviendo 0,86 ml de extracto hidroalcohólico de muestra fresca en 100ml de etanol al 80%. A partir de esta solución, se procedió a preparar soluciones con concentración de 25, 50, 75, 150, 300 y 450µg/ml. Se extrajo 1ml de cada solución y se mezcló con 0,5ml de solución de DPPH al 0,3mM. Al cabo de 30 minutos se midieron las absorbancias a una longitud de onda de 517nm.

La determinación de la actividad antioxidante se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antioxidante} = \left( \frac{AI - AF}{AF} \right) * 100$$

donde: AF: absorbancia de la mezcla de 1ml de la muestra + 0,5ml de DPPH, AI: absorbancia del blanco del reactivo a partir de la mezcla de 0,5 ml de DPPH + 1ml de etanol.

Para la determinación de la concentración del extracto hidroalcohólico del fruto de *V. floribundum* Kunth para inhibir al 50% del radical libre (IC<sub>50</sub>) se grafica el % de inhibición del DPPH vs la concentración del extracto obteniéndose una recta cuyos valores tanto del intercepto (b) como de la pendiente (m) permiten calcular el IC<sub>50</sub> mediante la aplicación de la fórmula:

$$IC_{50} = \left( \frac{50 - b}{m} \right)$$

donde: IC<sub>50</sub>: concentración de la muestra para disminuir al 50% la concentración de DPPH, b: intercepto de la línea de regresión, m:

pendiente de la recta de regresión lineal.

Por otra parte, se realizó una curva de calibración de vitamina C para la determinación de la actividad antioxidante del extracto, expresado en equivalente de vitamina C. Para la misa se prepararon cuatro patrones de 0,01, 0,02; 0,05 y 0,2mM respectivamente. (Nossa *et al.*, 2016).

#### Determinación del contenido de antocianinas

Para la determinación de antocianinas, se aplicó el método propuesto por Sánchez (2019) con algunas modificaciones. Se utilizaron 90ml del extracto filtrado de "Pushgay" fresco, el cual se colocó al baño María CDK-S22 a 80°C, durante 35 minutos. Finalizado el tiempo, se obtuvieron 36ml de extracto concentrado. Se extrajo 1ml del extracto diluyéndolo con 4ml de agua destilada.

En tubos de ensayo se añadió una alícuota de 0,3ml de la dilución del extracto hidroalcohólico a los que se agregan 1,8ml de buffer KCl 0,025M pH 1,0. Esto se realiza por triplicado. De la misma forma, en otros 3 tubos de ensayo, se realizó el procedimiento anterior, agregando 1,8ml de buffer de acetato sódico pH 4,5. Como blanco para ambas soluciones buffer, se tomaron 0,3ml de una solución de etanol al 80% y agua destilada (1:4). Las mezclas se llevaron a un espectrofotómetro Kytel Modelo KV 1200, y se midió las absorbancias a longitud de onda de 520 y 700nm.

Finalmente, para la determinación del contenido de antocianinas totales, se usan la siguientes expresiones (Barragán *et al.*, 2022).

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH 4.5}$$

$$CAT \text{ (mg cianidina -3-glucósido/L)} = \left( \frac{A \cdot PM \cdot FD \cdot 1000}{\epsilon \cdot l} \right) * 100$$

donde: A: cambio de absorbancia, CAT: contenido de antocianinas totales (mg/l), PM: masa molecular para cianidina-3-glucósido (449.2g/mol), FD: factor de dilución (35),  $\epsilon$ :

coeficiente de extinción molar para cianidina -3- glucósido (26900l/mol) l: camino óptico de celda (1cm).

#### Determinación del efecto antiinflamatorio

Se recolectó en tubo de ensayo 6,8ml de sangre humana de una persona sana corroborado en su certificado médico y sin haber consumido medicamentos durante dos semanas. Se mezclan con un volumen igual de solución de Alsever. Se procedió a centrifugar a 3000rpm durante 10 minutos. El paquete globular de eritrocitos se lavó tres veces con una solución fisiológica isosalina 0,9% de cloruro de sodio (NaCl) eliminando el sobrenadante. Se preparó una solución de eritrocitos al 10% con solución isosalina fisiológica (Cisneros, 2021).

En 5 tubos de ensayo se realizó la mezcla de reacción con 0,5 ml de la solución de eritrocitos al 10%v/v; 1 ml de buffer fosfato pH 7,4; 1 ml de solución hipotónica 0,3% P/V. En cuatro tubos de manera independiente se agregó 1ml del extracto hidroalcohólico de *V. floribundum* Kunth con concentración de 50; 100 y 200µg/ml y 1 ml de solución isosalina en lugar del extracto para el control negativo. Para el control farmacológico se usó la mezcla de reacción y 1ml de indometacina 100µg/ml preparada con solución salina isotónica. Las mezclas se llevaron a baño María a 54°C por 25 minutos para inducir la lisis de los glóbulos rojos. (Cisneros, 2021). Posteriormente, se centrifugó a 2500 rpm durante 5 minutos y se procedió a medir las absorbancia de los sobrenadantes en el espectrofotómetro a 560 nm para calcular el contenido de hemoglobina, que se usa como indicativo de grado de hemólisis. Se realizaron ensayos por triplicado.

Se utilizó la siguiente fórmula para hallar el porcentaje de hemólisis sobre los eritrocitos:

$$\% \text{ de hemólisis} = \left( \frac{\text{Absorbancia de la muestra}}{\text{Absorbancia del control}} \right) * 100$$

Por otra parte, para calcular el porcentaje de estabilización de la membrana se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Estabilización de la membrana (\%)} = 100 - \left( \frac{\text{Absorbancia de la muestra}}{\text{Absorbancia del control}} * 100 \right) \quad (6)$$

#### Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el software SPSS 26.0. Se aplicó para la estadística descriptiva promedio y desviación estándar para la actividad antioxidante y para el contenido de antocianinas. Se determinó que los datos cuantitativos para el efecto antiinflamatorio en los grupos comparativos no presentan distribución normal, por tal motivo para la estadística inferencial se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Ramírez y Polack, 2019), con un nivel de significancia de 0,05.

#### Resultados

La Tabla I muestra la actividad antioxidante del extracto de *V. floribundum* Kunth sobre el DPPH 0,3mM. Se necesita de 397,7µg/ml de sólidos totales presentes en el extracto hidroalcohólico para reducir el 50% de la concentración de DPPH, el cual a su vez es equivalente a una solución de vitamina C 0,14mM/l, que corresponde 24,66µg/ml de dicha solución.

La Tabla II indica que el contenido promedio de antocianinas totales en *V. floribundum* Kunth es de 419,38 ±9,10mg de cianidina 3-glucosido en 100g de muestra fresca.

En la Tabla III se muestra que existe diferencia significativa en el promedio del porcentaje de estabilización de la membrana del eritrocito por parte de los extractos hidroalcohólicos de *V. floribundum* Kunth en las concentraciones de 100 y 200µg/ml frente a la concentración de 50µg/ml con menor efecto y al grupo control negativo con solución isosalina en la que no hubo protección de la membrana del eritrocito (p= 0,022). También se observa que la estabilización de la membrana

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE *Vaccinium floribundum* KUNTH

Muestra	Ecuación de recta de la capacidad anti-oxidante frente a DPPH	IC <sub>50</sub>
Extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth (µg/ml)	Y=0,0916x+13.564	397,7
Solución de Vitamina C (mM/l)	Y=332,89x+3,8674	0,14

x: concentración del extracto hidroalcohólico o solución; Y: porcentaje de inhibición del DPPH. IC<sub>50</sub>: concentración del extracto o solución para la Inhibición del 50% del DPPH.

CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EXPRESADOS EN MG/100G DE MUESTRA *Vaccinium floribundum* KUNTH SEGÚN EL MÉTODO PH DIFERENCIAL

Extracto hidroalcohólico de <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth "Pushgay"	Contenido de antocianinas mg/100g de muestra fresca
1	409
2	423
3	426
Promedio	419
Desviación estándar	9

eritrocitaria por parte de los extractos hidroalcohólicos de *V. floribundum* Kunth 100 y 200µg/ml como de indometacina, es del orden del 30%. Sin embargo, a partir de 50µg/ml el efecto antiinflamatorio es aproximadamente el 70% de indometacina.

En la Figura 1 de representación de caja y bigotes, se observa que las medianas para el porcentaje de estabilización de la membrana por parte de los extractos hidroalcohólicos de *V. floribundum* Kunth en las concentraciones de 100 y 200µg/ml y de indometacina 100µg/ml no

difieren entre sí, presentando similar efecto.

### Discusión

La actividad antioxidante encontrada en el IC<sub>50</sub> equivalente en mM de Vitamina C/l o µg/ml muestra un alto poder antioxidante ya que indica que se requiere de poco sustrato presente en la solución para inhibir el radical DPPH. En otros estudios esta actividad antioxidante es expresada de manera equivalente a otros antioxidantes referentes. En el estudio de Baenas *et al.* (2020), observaron que la

actividad antioxidante fue de 85,1 ± 27µmol Trolox·µg<sup>-1</sup> en peso seco.

Respecto al contenido de antocianinas encontrado en *V. floribundum* Kunth procedente de Querocoto del departamento de Cajamarca se puede considerar alto, toda vez que se ha encontrado en otro estudio realizado por (Llvisaca *et al.*, 2018) en muestra liofilizada un valor correspondiente a 1095,39 ± 19,18mg/100g. El método de liofilización, asegura la conservación del contenido de antocianinas al no estar expuestas al calor, ya que se tiene entendido que las antocianinas son

compuestos sensibles y el solo exponerlas a temperaturas elevadas implicaría la degradación de su color y la disminución significativa de sus propiedades (Ruiz, 2021). De la misma forma, en el estudio de Cerrato *et al.* (2022) en frutos de *V. floribundum* Kunth procedentes de la provincia Sánchez Carrión, La Libertad, Perú, en la que se utilizó para la extracción de las antocianinas en muestra liofilizada una mezcla de acetona / ácido acético con la aplicación de sonicación para luego evaporar el solvente y diluirlo con metanol obteniendo 1450 ± 190mg/100g. A pesar de no utilizar muestras liofilizadas y solventes controlados como el metanol, se considera que el uso del etanol y en muestra fresca es una buena opción para obtener antocianinas y en un valor aproximadamente entre el 30 al 40% tomando como referencia los estudios anteriores.

Asimismo, lo determinado en antocianinas en la muestra procedente de Cajamarca, es superior a la encontrada por Principe *et al.* (2014) en muestras frescas cosechadas en el sur de Quito, Ecuador, en el que se determinó 376,2 ± 49,9mg/100g

En otros estudios realizados como el de Bayazid *et al.* (2021), que usaron muestras liofilizadas de *Vaccinium myrtillus* L. una especie similar al Pushgay, para obtener extracto etanólico al 70% se ha encontrado 5,364mg cianidina-3-glucósido/100g, por lo que *V. floribundum* Kunth en este

EFFECTO ANTIINFLAMATORIO EXPRESADO EN PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE ESTABILIZACIÓN DE MEMBRANA POR LAS SOLUCIONES DE EXTRACTO DE *V. floribundum* KUNTH, CONTROL POSITIVO (INDOMETACINA) Y CONTROL NEGATIVO

Soluciones	n	Promedio del porcentaje de estabilización de membrana	Desviación Estándar	Prueba de Kruskal Wallis Significancia "p"
Concentración 50 ug/ml	3	20	0	
Concentración 100 ug/ml	3	32	6	
Concentración 200 ug/ml	3	33	6	0,022*
Control Positivo (Indometacina <sup>a</sup> )	3	28	6	
Control Negativo (Solución isosalina <sup>b</sup> )	3	4	3	

\*p<0,05 significativo. <sup>a</sup>: Concentración 100ug/ml; <sup>b</sup>: NaCl 0,9%; n: número de repeticiones.



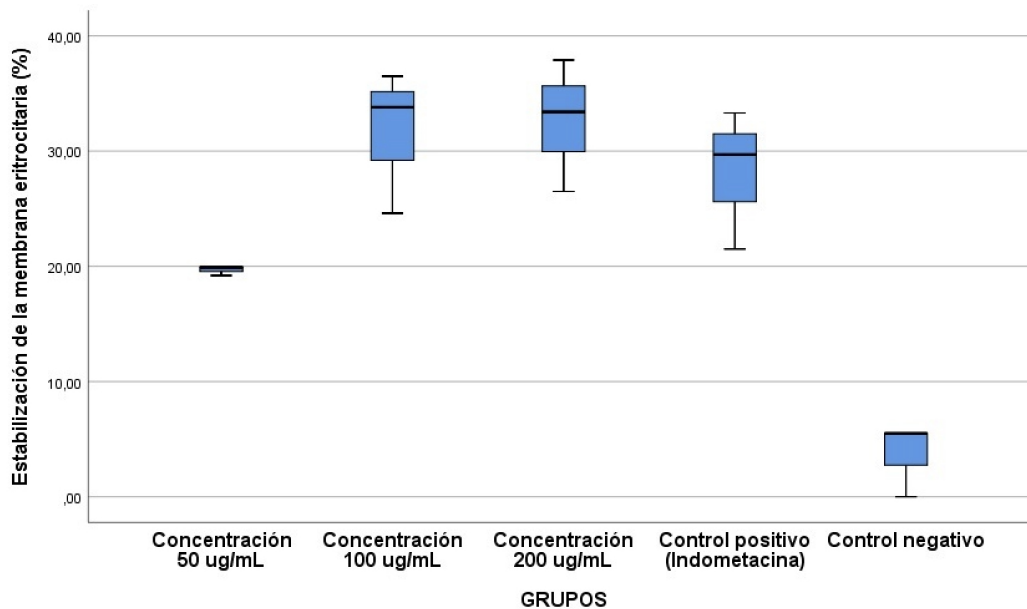


Figura 1. Porcentaje de estabilización de la membrana del eritrocito por efecto de tres concentraciones de extracto hidroalcohólico de fruto seco de *V. floribundum* Kunth.

caso comparativamente tiene menor contenido de antocianinas frente a esta especie.

La demostración *in vitro* del efecto antiinflamatorio por parte de Pushgay empleado en el presente estudio y similar al efecto de indometacina resulta interesante. La membrana de los eritrocitos es similar a la membrana lisosomal, y su estabilización implica que el extracto también puede estabilizar las membranas lisosomales y prevenir la liberación de componentes lisosómicos de los neutrófilos activados, como enzimas bactericidas y proteasas, que causan mayor inflamación y daño tisular tras la liberación extracelular. La hemólisis inducida por hipotonicidad puede surgir de la contracción de las células debido a la pérdida osmótica de electrolitos intracelulares y componentes líquidos (Vadivu y Lakshmi, 2008). La protección frente a este proceso ha sido observada en algunos antiinflamatorios no esteroideos (AINES) y por tanto los extractos empleados en el presente estudio han presentado similar efecto.

Así mismo, se ha demostrado *in vitro* que las

antocianinas como cianidina 3 glucósido juega un rol crucial en el efecto antiinflamatorio, esta realiza una inhibición del NF- $\kappa$ B conocido como el factor nuclear kappa  $\beta$ , esta es una proteína localizada en el citoplasma, el cual se activa en el proceso de inflamación, se transloca al núcleo de la célula, e interactúa con otros factores de transcripción en el ADN, lo que genera un aumento de moléculas inflamatorias (Sharma y Lee, 2022; Speciale *et al.*, 2022). La cianidina 3 glucósido y la quercetina, el cual es un flavonol, ambos producen inhibición de las enzimas ciclooxigenasas, responsables de sintetizar prostaglandinas que generan inflamación (Molonia *et al.*, 2021; Borowiec *et al.*, 2022; Lesjak *et al.*, 2018).

De esta manera *V. floribundum* Kunth, Pushgay, puede ser utilizado en la industria alimentaria como parte de bebidas funcionales, así como en cosmética y fitoterapia debido a estas propiedades antiinflamatorias y el estrés oxidativo.

Como limitación fue la disponibilidad del uso de Trolox para realización del proceso de actividad antioxidante muy aplicado en otras investigaciones, sin embargo, este fue

reemplazado por Vitamina C como comparativo en el poder antioxidante. Otra limitación es que la actividad antiinflamatoria no se desarrolló *in vivo*, debido a la falta de un bioterio, sin embargo, la aplicación de las técnicas *in vitro* permite también demostrar dicho efecto y en menor tiempo.

## Conclusión

El fruto de *V. floribundum* Kunth presenta un alto contenido de antocianinas, alta capacidad antioxidante y efecto antiinflamatorio *in vitro* similar a la de un AINES.

Es necesario la identificación de los compuestos fenólicos antioxidantes por métodos como espectroscopia transformada de Fourier.

## REFERENCIAS

Alarcon KS, Armijos DS, García M, Iturralde G, Jaramilo T, Granda MG, Giampieri F, Alvarez JM (2018) 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* 8: 223-236.

Baenas N, Ruales J, Moreno DA, Barrio DA, Stinco CM, Martínez-Cifuentes G, Meléndez-Martínez A, García-Ruiz A (2020) Characterization of Andean Blueberry in Bioactive Compounds, Evaluation of Biological Properties, and *In Vitro* Bioaccessibility. *Foods* 9: 1483.

Barragán M, Aro J, Muñoz A, Rodríguez J (2020) Determination of anthocyanins and antioxidant capacity in extracts of (*muehlebeckia volcánica*). *Revista de Investigaciones Altoandinas* 22: 164.

Barut B, Barut EF, Engin S, Ozel A, Sezen FS (2019) Investigation of the antioxidant, Alpha – glucosidase inhibitory, anti-inflammatory and DNA protective properties of *Vaccinium arctostaphylos* L. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences* 16: 175-183.

Bayazid AB, Chun EM, Mijan MA, Hyun PS, Kwon LS, Lim BO (2021) Anthocyanins profiling of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) extract that elucidates antioxidant and anti-inflammatory effects. *Food and Agricultural Immunology* 32: 718-723.

Bernal GJ, Molina TJ, Angoa PM, Cardenas VJ, Garcia RI, Ceja DJ, Mena VH (2022) Phenolic compound content and the antioxidant and antimicrobial activity of wild blueberries (*Vaccinium stenophyllum* steud) fruits extracts during ripening *Horticulturae* 8: 1-15.

Borowiec K, Stachniuk A, Szwajgier, Dominik S, Trzpił A (2022) Polyphenols composition and the biological effects of six selected small dark fruits. *Food Chemistry* 391: 1-3.

Castañeda B (2010) *Inducción de antocianinas y capacidad antioxidante por oligogalacturónidos en uvas de mesa cv. 'Flame Seedless'*. Tesis. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C, Hermosillo, Sonora México. 84 pp.

Cerrato A, Piovesana S, Aita S, Cavaliere C, Felletti S, Laganá A, Montón C, De la Cruz C, Capriotti A (2022) 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* 33: 507-516.

Cisneros J (2021) *Técnicas de evaluación de la actividad antiinflamatoria "in vitro" y su aplicabilidad a plantas medicinales*.

- Tesis, Universidad de Cuenca, Ecuador. 197 pp.
- De La Cruz Y (2020) *Efecto de citoquininas en el cultivo in vitro de dos especies de berries nativos del Perú: Vaccinium floribundum Kunth "Pushgay" y Macleania rupestris Kunth A.C. Smith "alicon"*. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 64 pp.
- Doroteo V, Díaz C, Terry C, Rojas R (2013) Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. *Rev Soc Quím Perú* 79: 13-20.
- Galina MA, Ortiz M, Guerrero M (2018) Estrés oxidativo y antioxidantes. *Avances en Investigación Agropecuaria* 22: 48-50.
- Lesjak M, Beara I, Simin N, Pintac D, Majkić T, Bekvalac K, Orčić D, Mimica N (2018) Antioxidant and anti-inflammatory activities of quercetin and its derivatives. *Journal of Functional Foods* 40: 68-75.
- Llavisaca S, Manzano P, Ruales J, Flores J, Mendoza J, Peralta E, Cevallos JM (2018) Chemical, antimicrobial, and molecular characterization of mortino (*Vaccinium floribundum* Kunth) fruits and leaves. *Food Science & Nutrition* 6: 934-937.
- Llacuna L, Mach N (2012) Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 16:16-24.
- Meléndez-Jácome ME, Flor-Romero LE, Sandoval-Pacheco ME, Vasquez-Castillo WA, Racines-Oliva MA (2021) *Vaccinium* spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and beneficial microorganisms in the rhizosphere. *Scientia Agropecuaria* 12: 110-114.
- Molonia MS, Occhiuto C, Muscarà C, Speciale A, Bashllari R, Villarroja F, Saija A, Cimino F, Cristani M (2020) Cyanidin-3-O-glucoside restores insulin signaling and reduces inflammation in hypertrophic adipocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 691: 108488.
- Morales LJ, Gonzáles A, Peña FD, Guardia PY, Torres RE (2018) In vitro anti-inflammatory activity of aqueous, ethanolic and ethereal extracts of rhizomes, leaves and stems of anredera vesicaria. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research* 7: 459.
- Nossa GD, Talero PY, Roza NW (2016) Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale* L). *Rev Cubana Plant Med* 21: 125-132.
- Prencipe F, Bruni R, Guerrini A, Rossi D, Benvenuti S, Pellati F (2014) Metabolite profiling of polyphenols in *Vaccinium* berries and determination of their chemopreventive properties. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 89: 257.
- Ramírez A, Polack AM (2019) Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia* 10: 202.
- Ruiz CR (2021) *Extracción y caracterización de antocianinas mediante técnicas fisicoquímicas para su uso en preparados de alta cocina*. Tesis. Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech, España. 73 pp.
- Salazar JA, Villanueva MA, García E, Soto GA (2018) Actividad antiinflamatoria in vitro de los extractos etanólico y hexánico de tallos de *Cuscuta jalapensis* schtdl. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* (75): 21-25.
- Sánchez J (2019) *Contenido de antocianinas y actividad antioxidante in vitro de Hibiscus sabdariffa l. (Flor de Jamaica) procedente de Huaura-Huacho*. Tesis. Universidad César Vallejo, Trujillo. Perú. 42 pp.
- Sempértégui G (2019) *Fungosis del Pushgay (Vaccinium floribundum HBK) en cuatro provincias de la región Cajamarca*. Tesis. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Perú. 47 pp.
- Sharma A, Lee H (2022) Anti-Inflammatory Activity of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L). *Curr Issues Mol Biol* 44: 4574-4580.
- Speciale A, Bashllari R, Muscarà C, Molonia M, Saija A, Saha S, Wilde P, Cimino F (2022) Anti-Inflammatory activity of an in vitro digested anthocyanin-rich extract on intestinal epithelial cells exposed to TNF- $\alpha$ . *Molecules* 17: 1-3.
- Vadivu R y Lakshmi KS (2008) In vitro and In vivo anti-inflammatory activity of leaves of *Symplocos cochinchinensis* (Lour) Moore ssp laurina. *Bangladesh Journal of Pharmacology* 3: 121-123.