

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE *VACCINIUM FLORIBUNDUM* KUNTH “PUSHGAY”.

Gaby Espinoza-Córdova^{*a}, Mónica Guadalupe Retuerto-Figueroa^a, Celia Vargas-De-La-Cruz^b, Jossimar Paúl Huamaní Tarazona^a, Marco Rolando Aronés-Jara^c, María Rosario Calixto-Cotos^d, Eva Ramos-Llica^a, Tania Torres Aguilar^a, Arilmi Gorriti Gutiérrez^a, Fabio Espichán^e.

RESUMEN

El fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay”, integra al grupo de los berries nativos, el cual presenta una gran cantidad de antioxidantes, mucho mayor que los arándanos que actualmente se exportan a diferentes países. El objetivo de este estudio fue la determinación de los parámetros físicoquímicos y la capacidad antioxidante *in vitro* del extracto vegetal del *Vaccinium floribundum* Kunth. Se prepararon extractos por maceración a partir de frutos liofilizados, usando como solvente etanol al 50 %, 70 % y 96 %. Los extractos presentaron valores similares de densidad relativa, sólidos totales, índice de refracción, grados Brix y pH. El tamizaje fitoquímico evidenció la presencia de carbohidratos, azúcares reductores, taninos, compuestos amino y heterósidos, destacando los compuestos fenólicos y flavonoides de relevante capacidad antioxidante. El extracto al 50 % presentó mayor contenido de fenoles totales ($38,131 \pm 0,242$ mg GAE/g extracto); así como, mayor capacidad antioxidante por el método DPPH (TEAC $28089,156 \pm 147,482$ $\mu\text{g/mL}$). El extracto al 96 % presento (TEAC $13609,683 \pm 21,669$ $\mu\text{g/mL}$). Se concluye que el extracto hidroalcohólico del pushgay al 50 % presenta mayor capacidad antioxidante que sostiene correlación con la cantidad de compuestos fenólicos con el método de DPPH.

Palabras clave: actividad antioxidante, tamizaje fitoquímico, DPPH, ABTS, fenoles, *Vaccinium floribundum* Kunth.

^a Facultad de Farmacia y Bioquímica-Laboratorio de Farmacognosia, Grupo de Investigación Farmacognosia y Medicina Tradicional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú. *gaby.espinoza1@unmsm.edu.pe

^b Departamento Académico de Farmacología, Toxicología y Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

^c Departamento de Medicina Humana, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 05001, Huamanga, Ayacucho, Perú.

^d Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Química e Ingeniería Química. UNMSM.

^e Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), Lima, Perú.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF *VACCINIUM FLORIBUNDUM* KUNTH “PUSHGAY” EXTRACT

ABSTRACT

The fruit of the *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay” is part of the group of native berries, which has a large amount of antioxidants, much greater than the blueberries that are currently exported to different countries. The objective of this study was the determination of the physicochemical parameters and the in vitro antioxidant capacity of the plant extract of *Vaccinium floribundum* Kunth. Extracts were prepared by maceration from freeze-dried fruits, using 50%, 70% and 96% ethanol as a solvent. The extracts presented similar values of relative density, total solids, refractive index, degrees Brix and pH. Phytochemical screening showed the presence of carbohydrates, reducing sugars, tannins, amino compounds and heterosides, highlighting phenolic compounds and flavonoids with relevant antioxidant capacity. The 50% extract had a higher content of total phenols ($38,131 \pm 0,242$ mg GAE/g extract); as well as, greater antioxidant capacity by the DPPH method (TEAC $28089,156 \pm 147,482$ $\mu\text{g/mL}$). The 96% extract presented (TEAC $13609,683 \pm 21,669$ $\mu\text{g/mL}$). It is concluded that the 50% hydroalcoholic extract of pushgay has greater antioxidant capacity that maintains a correlation with the amount of phenolic compounds with the DPPH method.

Key words: antioxidant capacity, screening, DPPH, ABTS, polyphenols, *Vaccinium floribundum* Kunth.

INTRODUCCIÓN

El *Vaccinium floribundum* Kunth conocido como pushgay, mortiño o arándano andino, pertenece a la familia Ericaceae, siendo el género *Vaccinium* el más representativo. Se distribuye en América del Sur, principalmente Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, en altitudes entre 1800 a 3800 m.s.n.m. El fruto es una baya esférica de 0,5 a 0,8 cm de diámetro de color azul a azul oscuro de textura lisa y con sabor dulce ⁽¹⁾. El consumo de este fruto proporciona antioxidantes exógenos y disminuye el riesgo de enfermedades cerebrovasculares ⁽²⁾.

La mayoría de los compuestos bioactivos de esta planta, se encuentran en el fruto, siendo los flavonoides y ácidos fenólicos los resaltantes pertenecientes al grupo de los fenoles ⁽¹⁾, los cuales presentan propiedades antioxidantes por su alta capacidad de neutralizar especies radicalarias ⁽³⁾. Últimas investigaciones evidencian que los radicales libres y las especies reactivas intervienen en las reacciones celulares de nuestro organismo causando daños oxidativos, sin embargo, una dieta rica en vitaminas y compuestos fenólicos previenen reacciones que pueden generar especies más nocivas ⁽⁴⁾.

Por lo que existe una tendencia para investigar las propiedades beneficiosas del *Vaccinium floribundum* Kunth. En el Perú, se puede ubicar de forma silvestre al pushgay en las provincias de Chota, Cajabamba, Celendín, Hualgayoc y San Marcos, pertenecientes a la región de Cajamarca. Los pobladores lo consumen directamente como fruta fresca o en productos procesados como mermeladas, helados, jugos y vinos, por otra parte; ciertas comunidades nativas de la región lo utilizan de manera tradicional en forma

de extracto para aliviar enfermedades como la diabetes e inflamaciones ⁽⁵⁾; no obstante ante la carencia de información científica que validen su utilización en nuestro país, nos planteamos los objetivos de determinar los parámetros físicoquímicos, capacidad antioxidante *in vitro* y caracterización fitoquímica del extracto hidroalcohólico del *Vaccinium floribundum* Kunth que impulsaría su cultivo y consumo para la salud humana.

PARTE EXPERIMENTAL

Material Vegetal

Se utilizó el fruto (baya) del *Vaccinium floribundum* Kunth proveniente de la provincia de San Marcos de la región de Cajamarca. La recolección y clasificación taxonómica fue realizada por el taxónomo José Ricardo Campos de la Cruz.



Figura 1. Frutos enteros del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay”.

Preparación del extracto hidroalcohólico

Se seleccionó los frutos sanos y enteros, libres de hongos y sin golpes, se procedió a lavar con abundante agua y se congeló la muestra a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ para su almacenamiento. Posteriormente se sometieron a un proceso de liofilización (para evitar la degradación de compuestos termolábiles) a una temperatura de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 900 mmHg de presión, finalmente se obtuvo un polvo seco deshidratado. El polvo seco deshidratado fue macerado durante 3 días en una solución hidroalcohólica a diferentes concentraciones 50 %, 70 % y 96 %, finalizado el proceso se filtró para obtener el extracto y se almacenó en un frasco ámbar en refrigeración para su posterior uso ⁽⁶⁾.

Tamizaje fitoquímico

El análisis para la determinación de los diferentes constituyentes químicos del extracto hidroalcohólico del fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay” a diferentes concentraciones 50 %, 70 % y 96 % fue realizado mediante ensayos de coloración y precipitación según Lock de Ugaz ⁽⁷⁾.

Determinación de los parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron densidad relativa, sólidos totales, pH, índice de refracción y grados Brix según los métodos oficiales de la AOAC (2023), por triplicado ⁽⁸⁾.

Determinación de Fenoles Totales por el método de Folin–Ciocalteu

El contenido de fenoles totales fue realizado según la metodología descrita por Ivanova *et al.*⁽⁹⁾, se prepararon diluciones del extracto hidroalcohólicos de diferentes concentraciones del fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “Pushgay” hasta alcanzar concentraciones de 0,99 µg/mL a 7,92 µg/mL. Posteriormente se añadió 2,5 mL de Folin-Ciocalteu y 2 mL de carbonato de calcio al 7,5 %, los tubos se homogenizaron y se incubaron en baño maría a 45°C por 15 minutos, pasado el tiempo de incubación se enfrió la batería de tubos en un lugar oscuro por 15 minutos. Finalmente se realizaron las lecturas de absorbancias a 760 nm. Conjuntamente, se empleó como patrón de referencia ácido gálico, la curva se preparó con concentraciones de 9,90 µg/mL a 79,20 µg/mL con un valor de R² igual a 0,9968. El contenido total de fenoles totales fue expresado en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de peso seco (mg GAE/g de extracto) ⁽⁹⁾.

Análisis de Actividad Antioxidante

La actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico se determinó por los métodos de DPPH y ABTS.

Método de inhibición frente al radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidraizilo (DPPH)

Se usó el método propuesto por Brand-Williams *et al.* ⁽¹⁰⁾. Se prepararon diluciones del extracto hidroalcohólico de diferentes concentraciones del fruto “pushgay” hasta alcanzar concentraciones de 13,4765 µg/mL a 215,6250 µg/mL. Posteriormente se añadió 1 mL de DPPH disuelto en etanol. Luego de 30 minutos en oscuridad y a temperatura ambiente se realizaron las lecturas de absorbancias a 517 nm. Conjuntamente, se empleó como patrón de referencia trolox, la curva se preparó con concentraciones de 1,25 µg/mL a 6,25 µg/mL con un valor de R² igual a 0,9957. Los resultados se expresaron en capacidad antioxidante equivalente a trolox (TEAC-DPPH) y concentración inhibitoria media (IC₅₀) (µg de muestra seca/mL) ⁽¹⁰⁾.

Método de decoloración con el radical catiónico 2,2-Azinobis-(3-etilbenzotiazolin 6-sulfónico) (ABTS*+)

Según Roberta *et al.*⁽¹¹⁾. Se prepararon diluciones del extracto hidroalcohólico de diferentes concentraciones del fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay” hasta alcanzar concentraciones de 0,0808 µg/mL a 1,2937µg/mL. Posteriormente se añadió 1,5 mL de ABTS disuelto. Luego de 30 minutos en oscuridad y a temperatura ambiente se realizaron las lecturas de absorbancias a 734 nm. Conjuntamente, se empleó como patrón de referencia trolox, la curva se preparó con concentraciones de 0,625 µg/mL a 5 µg/mL con un valor de R² igual a 0,9983. Los resultados se expresaron en capacidad antioxidante

equivalente a trolox (TEAC-ABTS) y concentración inhibitoria media (IC₅₀) (µg de muestra seca/mL) ⁽¹¹⁾.

Análisis estadístico

Los parámetros físicoquímicos, capacidad antioxidante y fenoles totales fueron realizados por triplicado. Los resultados obtenidos se expresaron como el promedio ± desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros evaluados como control de calidad de la fruta fueron la densidad relativa, sólidos totales, índice de refracción, grados brix y el pH (Tabla 1). La densidad relativa de los extractos hidroalcohólicos a diferentes concentraciones es ligeramente inferior a la densidad del agua (0,829-0,948 g/mL). El pH de los tres extractos está en un rango ácido, presentando mayor acidez el extracto al 50 %. Estos resultados de pH son similares al reportado para *V. floribundum* proveniente de los andes ecuatorianos (pH 3,20). La acidez se debe a los ácidos orgánicos, principalmente al ácido cítrico, presente en la fruta ⁽¹²⁾. Finalmente, los datos reportados favorecen al incremento de información sobre el berry nativo pushgay proveniente de la región Cajamarca, cabe resaltar que estos parámetros físicoquímicos pueden ser diferentes entre especies y variedades por influencia de las condiciones ambientales y su adaptación agronómica ⁽¹³⁾. Las características organolépticas de los extractos presentaron un color rojo violáceo, olor característico y aspecto líquido. El porcentaje de rendimiento del liofilizado de los frutos del pushgay fue 36,71%, esto puede deberse al contenido de humedad presentado en la baya con 83% ⁽⁶⁾.

Tabla 1. Resultados de los parámetros físicoquímicos del extracto hidroalcohólicos al 50 %, 70 % y 96 % del fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay”.

Extracto del fruto pushgay	DR ⁽¹⁾	ST ⁽²⁾	IR ⁽³⁾	°BX ⁽⁴⁾	pH
Extracto 50 %	0,948 ± 0,00	0,124 ± 0,00	1,361 ± 0,00	18,00 ± 0,00	3.397 ± 0,01
Extracto 70 %	0,906 ± 0,00	0,119 ± 0,00	1,366 ± 0,00	21,50 ± 0,00	4.000 ± 0,00
Extracto 96 %	0,829 ± 0,00	0,094 ± 0,00	1,367 ± 0,00	22,00 ± 0,00	3.980 ± 0,00

Valores (promedio ± DS)

1) Densidad relativa: g/mL a 20,1 °C

2) Sólidos totales: del extracto mg/mL

3) Índice de refracción.

4) Grados Brix: extracto seco disuelto en el solvente a 20,1 °C

La Tabla 2 muestra resultados del tamizaje fitoquímico realizado a los tres extractos hidroalcohólicos del fruto de *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay”, destacando la presencia de carbohidratos, azúcares reductores, compuestos fenólicos, flavonoides, taninos, compuestos amino y heterósidos en todos los extractos. Investigaciones como las de Cerrato, A *et al.* ⁽¹⁴⁾, son semejantes a nuestros resultados, por evidenciar la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides en la baya pushgay ⁽¹⁴⁾, los cuales poseen

actividades biológicas beneficiosos como la capacidad antioxidante, reducción del estrés oxidativo y daño mitocondrial, además de disminuir los riesgos de ECV por la reducción de la disfunción endotelial ⁽⁵⁾.

De forma preliminar en el tamizaje fitoquímico se determinó la presencia de flavonoides, estudios realizados por Llerena W. *et al.*⁽⁶⁾, reportan la presencia de antocianinas (flavonoides) como responsables de la pigmentación morado - azul oscuro del pushgay ⁽⁶⁾. Por último, estudios de Nieves Baenas *et al.*⁽¹³⁾, confirman la presencia de carbohidratos en la baya nativa pushgay otorgándole el sabor dulce y agradable para su consumo directo ⁽¹³⁾.

Tabla 2. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólicos al 50 %, 70 % y 96 % del fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay”.

N°	Reactivo	Extracto	Extracto	Extracto	Constituyentes químicos
		50 %	70 %	96 %	
1	Molish	+	+	+	Carbohidratos
2	Antrona	+	+	+	Carbohidratos
3	Fehling	+	+	+	Azúcares reductores
4	FeCl ₃	+	+	+	Compuestos fenólicos
5	Shinoda	+	+	+	Flavonoides
6	Rosenheim	-	-	-	Catequinas
7	Borntrager	-	-	-	Compuestos antraquinónicos
8	Gelatina	+	+	+	Taninos
9	Liebermann-Burchard	-	-	-	Compuestos triterpenoides
10	Ninhidrina	+	+	+	Compuestos amino
11	Dragendorff	-	-	-	Alcaloides
12	Mayer	-	-	-	Alcaloides
13	Bertrand	-	-	-	Alcaloides
14	Sonnenschein	-	-	-	Alcaloides
15	Ensayo de la espuma	-	-	-	Saponinas
16	Vainillina sulfúrica	+	+	+	Heterósidos

Leyenda:

Presencia: +; Ausencia: -

En la Tabla 3, se reporta la capacidad antioxidante de los tres extractos de pushgay a diferentes concentraciones 50 %, 70 % y 96 %. Por el método DPPH se determinó que el extracto hidroalcohólico al 50 % presenta mayor capacidad antioxidante expresado por el menor valor de IC 50 ($121,488 \pm 0,404 \mu\text{g/mL}$) en comparación a los demás extractos. Por el ensayo de ABTS el extracto hidroalcohólico al 96 % presenta mayor capacidad antioxidante expresado por el menor valor de IC 50 ($38,874 \pm 0,119 \mu\text{g/mL}$) en relación con los extractos de 50 % y 70 %.

Con respecto al contenido de fenoles totales (Tabla 3), se realizó una curva patrón para el ensayo de Folin – Ciocalteu correspondiente al ácido gálico con un valor de R^2 igual a 0,9968, a partir de la gráfica obtenida de los valores de absorbancia y concentración. El contenido de fenoles totales en los extractos de pushgay a diversas concentraciones 50 %, 70 % y 96 % corresponden a los siguientes valores $38,131 \pm 0,242$, $34,780 \pm 0,145$ y $27,510 \pm 0,046$ (*mg EAG/g extracto*) respectivamente. Se demostró que el CPT del pushgay proveniente de las zonas de Cajamarca tiene hasta cuatro veces más contenido de fenoles totales en comparación con las bayas provenientes de la región de Ecuador ($9,25 \text{ mg EAG/g extracto}$)⁽¹⁵⁾. Reportes de investigaciones como Alarcón-Barrera *et al.*⁽¹⁵⁾, evidenciaron que el contenido de fenoles totales (CPT) en las bayas del pushgay provenientes de las zonas altoandinas de Ecuador contienen $9,25 \text{ mg EAG/g extracto}$ siendo mayor en comparación con las fresas, frambuesas y las moras andinas provenientes de la misma región con un valor de $2,66 \text{ mg EAG/g extracto}$ ⁽¹⁵⁾, esto podría deberse que los compuestos fenólicos de una misma especie pueden variar significativamente según el origen geográfico, factores externos como el clima y diferentes métodos de obtención de sus extractos; cabe resaltar que el pushgay (berry nativo) es una fuente natural con alto contenido de compuesto fenólicos y el consumo de estos presentan un gran beneficio natural para la salud por su relevante capacidad antioxidante^(13,15).

Investigaciones como las de Cerrato A *et al.*⁽¹⁴⁾, afirman la presencia de varios compuestos polifenólicos como el ácido gálico, los derivados del ácido hidroxibenzoico (ácido vanílico y p-hidroxibenzoico), los flavan-3-oles y proantocianidinas (catequina y epicatequina), derivados de flavonol (quercetina y miricetina) y derivados del ácido hidroxicinámico (ácido clorogénico, cafeico, ferúlico y p-cumárico)⁽¹⁴⁾, los cuales presenta una actividad antioxidante neutralizando a las especies oxidantes y las radicalarias, adicionalmente estos compuestos bioactivos mitigan la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes y enfermedades cardiovasculares⁽¹⁶⁾.

El análisis de fenoles totales en los extractos de pushgay presentó capacidad antioxidante. En este ensayo se determinó la concentración de extracto del pushgay necesario para disminuir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH, teniendo en consideración que un IC 50 bajo representa una actividad antioxidante alta. Ramos *et al.*⁽¹⁷⁾, reportan criterios para clasificar una capacidad antioxidante, un IC 50 menor a $30 \mu\text{g/mL}$ presenta un alto potencial antioxidante, un IC 50 entre a $30 \mu\text{g/mL}$ a $100 \mu\text{g/mL}$ presenta un moderado potencial antioxidante y un IC 50 superior a $100 \mu\text{g/mL}$ presenta un bajo potencial antioxidante⁽¹⁷⁾. Como se observa en la Tabla 3, los valores de IC 50 en los tres extractos superan los $100 \mu\text{g/mL}$, sin embargo se podría resaltar el extracto al 50% que mostró el menor IC 50 con un valor $121,488 \pm 0,404 \mu\text{g/mL}$, lo cual indicaría un bajo potencial antioxidante del pushgay, esto podría deberse a la presencia de ciertos compuestos bioactivos susceptibles a la variación de pH, como son las antocianinas, a pH ácidos de 1 a 2 las antocianinas se mantienen en su forma más estable representado por el catión flavilium (color rojizo), a pH débilmente ácidos, neutro y básicos el carbinol y

las formas de base quinonoidal predominan, por lo que el color rojizo se decolora; entonces se puede decir que un factor clave en la alteración y degradación de las estructuras de las antocianinas es el pH, puesto que en la preparación de los extractos hidroalcohólicos a diferentes concentraciones se debió acidificar con HCl 0.1 M y así mantener las formas más estables de las antocianinas, además de las condiciones frías y en oscuridad⁽¹⁸⁾.

Para el análisis *in vitro* se recomienda ensayar al menos dos métodos para evidenciar resultados confiables, por lo cual se utilizaron los métodos de DPPH y ABTS para evaluar la capacidad antioxidante. Los extractos del pushgay evaluados por el método ABTS mostraron un IC 50 mejor que el trolox (IC 50 trolox = 3,4238 ug/mL), cabe resaltar que el extracto al 96 % presentó un IC 50 ligeramente menor ($0,621 \pm 0,002$ ug/mL) en comparación con los otros extractos, esto puede deberse a que la actividad antioxidante evaluada mediante el método ABTS puede evaluarse en extractos de naturaleza hidrofílica y lipofílica, caso contrario sucede en el DPPH que solo puede medir la capacidad antioxidante en medios orgánicos; estudios de Kuti *et al.*⁽¹⁹⁾, evidenciaron mayor capacidad antioxidante en extractos etanólicos que acuosos, lo cual es un limitante para la cuantificación de la capacidad antioxidante de los compuestos con una polaridad similar al agua, como sería el caso de las antocianinas, ya que estas son solubles principalmente en solventes con una polaridad elevada. Sin embargo, el potencial antioxidante también se ve influenciado por el tipo de estructura polifenólica de la molécula, específicamente por la estructura de un azúcar glucósido que al estar conjugada con el azúcar posee alta actividad antioxidante debido al -OH unido al anillo A, B o C de una molécula de flavonoides⁽¹⁹⁾.

En las investigaciones de Pio Prencipe *et al.*⁽²⁰⁾, sobre la capacidad antioxidante por el método ABTS en extractos de las bayas del pushgay provenientes del sur de Quito (Ecuador) evidenciaron valores de IC 50 de 0,339 ug/mL, mostrando similitudes con los ensayos realizados en la presente investigación (Tabla 3), cabe recalcar que el ensayo experimental se realizó en la misma especie *Vaccinium floribundum* Kunth pero proveniente de la región Cajamarca (Perú)⁽²⁰⁾.

Finalmente, la capacidad antioxidante de una fruta está relacionada con los efectos sinérgicos de los compuestos fenólicos, Rojas-Campo *et al.*⁽²¹⁾, en sus investigaciones muestra valores bajos de CPT (1,91 mg EAG/g extracto), esto debido a que las extracciones de la baya se obtuvieron con agua, caso contrario se observa en los resultados obtenidos, ya que estos fueron elaborados a base de etanol a diferentes concentraciones presentando mayor contenido de compuestos fenólicos (Tabla 3), esto se puede explicarse por la alta polaridad de las antocianinas, principalmente los compuestos fenólicos por la elevada afinidad a solventes polares⁽²¹⁾.

Adicionalmente se puede comparar el TEAC de diferentes bayas y frutas para conocer el mejor potencial antioxidante, Rojas-Campo *et al.*⁽²¹⁾, en su investigación determina el TEAC por el método ABTS de diversas bayas como es el pushgay ecuatoriano, sauco, mora y aguaymanto con valores de 3,39, 6,57, 6,34 y 1,5 umol trolox/ g extracto seco respectivamente, observando que el pushgay de la región de Cajamarca triplica el valor, lo que refleja grandes diferencias entre genotipos, variedades, desarrollo y etapas de maduración del fruto, además del contenido de compuestos fenólicos, por lo que el Pushgay puede proporcionar una excelente fuente de antioxidantes en la dieta diaria con posibles beneficios para la salud humana⁽²¹⁾.

Tabla 3. Resultados del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico del fruto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay”.

Extracto del fruto Pushgay	CPT ⁽¹⁾		IC 50 ⁽²⁾		TEAC ⁽³⁾		TEAC ⁽⁴⁾	
	(mg EAG/g extracto)	DPPH	ABTS	DPPH	ABTS	DPPH	ABTS	
Extracto 50 %	38,131 ± 0,242	121,488 ± 0,404	0,734 ± 0,002	28089,156 ± 147,482	4150,452 ± 0,470	112,226 ± 0,589	16,582 ± 0,049	
Extracto 70 %	34,780 ± 0,145	134,857 ± 0,715	0,822 ± 0,001	26254,202 ± 107,716	3676,016 ± 0,071	104,895 ± 0,430	14,687 ± 0,034	
Extracto 96 %	27,510 ± 0,046	239,685 ± 0,171	0,621 ± 0,002	13609,683 ± 21,669	4894,558 ± 0,120	54,375 ± 0,086	19,555 ± 0,059	

Valores (medio ± DS)

1) Contenido de fenoles totales: mg de ácido gálico equivalente (EAG)/g de extracto seco de baya.

2) Concentración inhibitoria media: µg extracto / mL necesario para reducir al 50 % la concentración inicial del radical DPPH o ABTS.

3) Capacidad antioxidante equivalente a trolox: µg de trolox/g extracto seco.

4) Capacidad antioxidante equivalente a trolox: µmol de trolox/g extracto seco.

CONCLUSIONES

Los parámetros físicoquímicos (densidad relativa, sólidos totales, índice de refracción, grados brix y pH) sirven como herramienta de control de calidad.

La mayor capacidad antioxidante se obtuvo en el extracto del *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay” al 50% con TEAC de 28089,156 ±147,482 µg de trolox/g extracto seco. En general, nuestros resultados obtenidos proporcionan evidencia sobre la constitución química y capacidad antioxidante del arándano andino silvestre más conocido como pushgay, *Vaccinium floribundum* Kunth, lo que lo hace potencialmente promisorio por sus altos valores de compuestos fenólicos.

AGRADECIMIENTO

Al laboratorio de Farmacognosia y Medicina Tradicional – Q.F. Bertha Jurado Teixeira de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

A PROCENCIA por el financiamiento otorgado para el desarrollo del presente trabajo de investigación, bajo el marco del convenio PE501079695-2022-PROCENCIA y al Vicerectorado de Investigación-UNMSM. Los datos e información obtenida en el presente trabajo son partes de la tesis Caracterización físicoquímica, capacidad antioxidante y toxicidad del extracto de *Vaccinium floribundum* kunth “pushgay”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Meléndez-Jácome MR, Flor-Romero LE, Sandoval-Pacheco ME, Vasquez-Castillo WA, Racines-Oliva MA. *Vaccinium* spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and

- beneficial microorganisms in the rhizosphere. *Sci Agropecu.* 15 de marzo de 2021;12¹:109-20.
2. Basu A, Rhone M, Lyons TJ. Berries: emerging impact on cardiovascular health. *Nutr Rev.* marzo de 2010;68³:168-77.
 3. Isnaini I, Permatasari N, Mintaroem K, Prihartini B, Widodo MA. Oxidants-Antioxidants Profile in the Breast Cancer Cell Line MCF-7. *Asian Pac J Cancer Prev.* 1 de noviembre de 2018;19¹¹:3175-8.
 4. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea Concepc [Internet].* 2006 [citado 10 de diciembre de 2023];(494). Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 5. Marracino L, Punzo A, Severi P, Nganwouo Tchoutang R, Vargas-De-la-Cruz C, Fortini F, et al. Fermentation of *Vaccinium floribundum* Berries with *Lactiplantibacillus plantarum* Reduces Oxidative Stress in Endothelial Cells and Modulates Macrophages Function. *Nutrients.* 8 de abril de 2022;14⁸:1560.
 6. Llerena W, Samaniego I, Ramos M, Brito B. Physicochemistry and functional characterizations of six tropical andandean ecutorian fruits. 2014. 10 de noviembre de 2014;22²:13-22.
 7. Lock O. Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. (2016). 3ra. Edición. Departamento de Ciencias-Pontificia Universidad Católica del Perú. 287 pp.
 8. Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official methods of analysis of the AOAC International. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
 9. Ivanova D, Gerova D, Chervenkov T, Yankova T. Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *J Ethnopharmacol.* enero de 2005;96¹⁻²:145-50.
 10. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol.* 1995;28¹:25-30.
 11. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* mayo de 1999;26⁹⁻¹⁰:1231-7.
 12. Llerena W, Samaniego I., Physicochemistry and functional characterizations of six tropical andandean ecutorian fruits. 2014. 10 de noviembre de 2014;22²:13-22.
 13. Baenas N, Ruales J, Moreno DA, Barrio DA, Stinco CM, Martínez-Cifuentes G, et al. Characterization of Andean Blueberry in Bioactive Compounds, Evaluation of Biological Properties, and In Vitro Bioaccessibility. *Foods.* 17 de octubre de 2020;9¹⁰:1483.
 14. 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. *Phytochem Anal.* junio de 2022;33⁴:507-16.
 15. Alarcón-Barrera KS, Armijos-Montesinos DS, García-Tenesaca M, Iturralde G, Jaramilo-Vivanco T, Granda-Albuja 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. *J Berry Res.* 3 de agosto de 2018;8³:223-36.

16. Cereceres Aragón A, Rodríguez Tadeo A, Álvarez Parrilla E, Rodrigo García J. Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor. Nutr Hosp [Internet]. 2018 [citado 10 de diciembre de 2023]; Disponible en: <https://www.nutricionhospitalaria.org/articulos/02171/show>
17. Ramos A, Visozo A, Piloto J, García A, Rodríguez CA, Rivero R. Screening of antimutagenicity via antioxidant activity in Cuban medicinal plants. J Ethnopharmacol. agosto de 2003;87²⁻³:241-6.
18. Aguilera-Ortíz A, Alanis-Guzmán M, García-Díaz C, Hernández-Brenes C. Characterisation and stability of Mission variety fig anthocyanins. Mission Universidad y Ciencias. 2009;25²:151-8.
19. Kuti JO, Konuru HB. Antioxidant Capacity and Phenolic Content in Leaf Extracts of Tree Spinach (*Cnidoscolus* spp.). J Agric Food Chem. 14 de enero de 2004;52¹:117-21.
20. Prencipe FP, Bruni R, Guerrini A, Rossi D, Benvenuti S, Pellati F. Metabolite profiling of polyphenols in Vaccinium berries and determination of their chemopreventive properties. J Pharm Biomed Anal. febrero de 2014;89:257-67.
21. Rojas-Ocampo E, Torrejón-Valqui L, Muñoz-Astecker LD, Medina-Mendoza M, Mori-Mestanza D, Castro-Alayo EM. Antioxidant capacity, total phenolic content and phenolic compounds of pulp and bagasse of four Peruvian berries. Heliyon. agosto de 2021;7⁸:e07787.