

Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ANTIOXIDANT CAPACITY OF THE PULP OF *VASCONCELLEA CANDICANS* “MITO”

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE *VASCONCELLEA CANDICANS* “MITO”

Ana I.F. Gutiérrez-Román^{1,2*}, Carlos M. Santa Cruz-Carpio^{1,2},
Mónica Velarde-Vílchez^{1,2} & Oscar Nolasco-Cárdenas^{1,2}

¹ Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Lima, Perú.

² Grupo de Investigación de Bioquímica y Biología Sintética-UNFV (GIBBS-UNFV). anaisabelflor@gmail.com / santacruzcm@yahoo.es / mvelardev@gmail.com / oscarnol@gmail.com /

* Corresponding author: anaisabelflor@gmail.com

Ana I.F. Gutiérrez-Román: <https://orcid.org/0000-0002-7020-7387>

Carlos M. Santa Cruz-Carpio: <https://orcid.org/0000-0003-3490-1037>

Mónica Velarde-Vílchez: <https://orcid.org/0000-0002-8774-8729>

Oscar Nolasco-Cárdenas: <https://orcid.org/0000-0002-5672-5516>

ABSTRACT

Due to the antioxidant potential of the fruits of the “mito” (*Vasconcellea candicans* (A. Gray) A. DC 1864) and the possibility of being used as a natural additive in the food industry, we aim to evaluate the concentration of polyphenols, the antioxidant capacity and the mean inhibitory concentration (IC₅₀) of the pulp of this fruit in two stages of maturity and two extracts, aqueous and ethanolic at 70% (ethanol 70: water 30). We determined the concentration of total polyphenols, the antioxidant capacity as % of free radical capture, and the inhibition coefficient (IC₅₀). Our results indicate that the aqueous extract of the pulp of the fruits of immature myth has the highest concentration of total polyphenols, while the antioxidant capacity was higher in ethanolic extracts, these being higher than those found in papaya. The IC₅₀ was higher in the mature ethanolic extract of mito *vs.* papaya. We found no correlation between total polyphenols, antioxidant capacity, and IC₅₀. We conclude that the state of maturity influences the concentration of total polyphenols, while the capture of free radicals and coefficient of IC₅₀, varies according to the type of extractant used, demonstrating that the pulp of “mito” is a promising source to use as a natural antioxidant.

Keywords: “mito” – *Vasconcellea candicans* – polyphenols – ripe and immature fruit – antioxidant capacity – IC₅₀



RESUMEN

Debido al potencial antioxidante de los frutos del “mito” (*Vasconcellea candicans* (A. Gray) A. DC 1864) y la posibilidad de ser utilizado como aditivo natural en la industria de alimentos, planteamos como objetivo evaluar la concentración de polifenoles, la capacidad antioxidante y la concentración media inhibitoria (IC₅₀) de la pulpa de este fruto en dos estados de madurez y en dos extractos, acuoso y etanólico al 70% (etanol 70: agua 30). Determinamos la concentración de polifenoles totales, la capacidad antioxidante como % de Captura radicales libres y el coeficiente de inhibición (IC₅₀). Nuestros resultados indican que el extracto acuoso de la pulpa de los frutos de mito inmaduros tiene la mayor concentración de polifenoles totales, mientras que la capacidad antioxidante fue mayor en los extractos etanólicos, siendo éstos, mayores que los encontrados en papaya. El IC₅₀ fue mayor en el extracto etanólico maduro de mito vs. papaya. No encontramos correlación entre polifenoles totales, capacidad antioxidante y el IC₅₀. Concluimos que el estado de madurez influye en la concentración de los polifenoles totales, mientras que la captación de radicales libres y coeficiente de IC₅₀, varía según el tipo de extractante utilizado, demostrándose que la pulpa de “mito” es una fuente promisoriosa para utilizar como antioxidante natural.

Palabras clave: “mito” – *Vasconcellea candicans* – polifenoles – fruto maduro e inmaduro – capacidad antioxidante – IC₅₀

INTRODUCCIÓN

En el Perú se reporta e identifican nueve especies del género *Vasconcellea* A. St. Hil., 1837 de la familia Caricaceae por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018) encontrándose en sus Lomas una especie silvestre denominada “mito”, utilizada como alimento y medicina por las poblaciones cercanas al lugar donde crece, pero sin ser comercializada a gran escala, dado que su valoración recién está en proceso de estudio en ambos campos. La especie *Vasconcellea candicans* (A. Gray) A. DC 1864 (Mito), según el sistema de clasificación APG IV (2017), pertenece a la Clase Eudicots, Orden Brassicales, Familia Caricaceae y género *Vasconcellea*, denominándose por los nombres comunes (según la zona de procedencia): mito, papaya andina, toronche, sozoranga, chipote o kichwa, y siendo categorizada como una especie en Peligro Crítico (PC) según D.S. 043-2006-AG (Decreto Supremo N°043.2006-AG, 2006).

Si bien en la actualidad el uso de antioxidantes sintéticos cumple un rol importante al evitar la oxidación de los alimentos y con ello su pérdida de color, aroma y sabor (Augustyniak *et al.*, 2010), también se reporta que el uso indiscriminado de estos aditivos sintéticos, sobrepasa los niveles permitidos para los consumidores generando repercusiones en la salud humana (Marcano & Hasegawa, 2018), causando efectos de intoxicación y en otros casos enfermedades digestivas, hepáticas, circulatorias, cáncer y alteración al sistema inmune, al acumularse al paso del tiempo (Reardon, 2015; Paula-Neto *et al.*, 2017) por lo que, en la actualidad se buscan aditivos naturales que puedan reemplazar a los sintéticos.

Por otro lado, es bien conocido el beneficio que tiene el consumo de los antioxidantes naturales sobre la salud del consumidor, pues disminuye el estrés oxidativo en las células animales que trae como consecuencia la debilitación del sistema inmune y la presencia de enfermedades como cataratas, Alzheimer, Parkinson, enfermedades hepáticas o problemas cardiovasculares. Por ello es importante la búsqueda de antioxidantes naturales para la industria y también para mantener la calidad de vida de los consumidores al evitar la degradación de las mitocondrias y la muerte celular, y para disminuir el índice de envejecimiento (Coronado *et al.*, 2015).

Los antioxidantes son moléculas que inactivan los radicales libres, protegiendo a los organismos del daño y muerte celular, lo que ha generado la necesidad de incorporar alimentos que en forma natural proporcionen antioxidantes en la dieta (Delgado-Olivares *et al.*, 2010; Farías *et al.*, 2017). Así, Jarisarapurin *et al.* (2019), demostraron que frente a H₂O₂, OH, O₂⁻ y HOCl, el uso de extracto de fruto inmaduro de *Carica papaya* Linnaeus, 1753 mejoró la actividad de las enzimas antioxidantes endógenas (catalasa: CAT, superóxido dismutasa: SOD, glutatión peroxidasa: GPX) en la línea celular endotelial humana E.A.hy926, por lo que se busca que antioxidantes naturales reemplacen a los sintéticos, principalmente en bebidas y frutas (Scalbert & Williamson, 2000), produciendo beneficios para la salud, como protegernos contra el cáncer, enfermedades cardiovasculares (Boudet, 2007) y estrés oxidativo, el cual está asociado a las enfermedades mencionadas y a la neurodegeneración (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

Dentro de la familia Caricaceae, se encuentran las papayas domesticadas (Ej. *C. papaya*) y silvestres (Ej. Género *Vasconcellea*), de las cuales se reporta la presencia de biometabolitos secundarios, que beneficiarían a la salud humana, protegiéndonos contra algunos tipos de cáncer (Nguyen *et al.*, 2013), diabetes (Juárez-Rojop *et al.*, 2012) y obesidad (Athesh *et al.*, 2012). El interés en este género se ha incrementado y los resultados de su estudio han permitido encontrar que el látex extraído del fruto inmaduro de las *Vasconcellea* puede tener entre cinco a ocho veces más actividad de papaína que la reportada para el látex de *C. papaya* (Baeza *et al.*, 1990). Específicamente los genotipos de *V. heilbornii* V.M. Badillo 2000 y *V. cundinamarcensis* V.M. Badillo 2000 tienen entre 4 y 13 veces más actividad proteolítica (Scheldeman *et al.*, 2002), mientras que *V. candicans* puede alcanzar hasta 13,3 veces esta actividad (Gutiérrez *et al.*, 2017).

Así también, Armas-Sanchez (2014) reporta alcaloides en los extractos acuosos ácidos de *V. candicans* y Acosta-Villalba *et al.* (2015) demuestran la presencia de metabolitos secundarios, como compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides, triterpenos y saponinas en el fruto de *V. candicans*, recomendando así, continuar con los estudios que miden la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC).

Frente a este conocimiento previo nosotros nos propusimos estudiar la pulpa del fruto de mito, teniendo los siguientes objetivos: evaluar la capacidad antioxidante de extractos acuosos y etanólicos de la pulpa de fruto maduro e inmaduro de *V. candicans*, frente a la cinética de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil); y determinar si el estado de madurez y el tipo de extractantes (acuoso y etanólico) de la pulpa del fruto de *V. candicans* influye en la capacidad antioxidante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta fue una investigación básica, porque se analizó la capacidad antioxidante de los biometabolitos presentes en la pulpa madura e inmadura de “mito”; siendo además cuantitativa porque los datos fueron numéricos, y de asociación porque relacionamos el estado de madurez del fruto con su capacidad antioxidante.

El estudio fue ejecutado en el Laboratorio de Investigación Bioquímica y Biología Molecular (SL10LA105), de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú.

Considerándose como *universo* a todos los frutos maduros e inmaduros de “mito” de Santo Domingo de Los Olleros durante el período de enero a marzo del 2022. Como muestra biológica se recolectaron 20 frutos maduros y 20 frutos inmaduros, al azar, de 5 plantas de “mito” de Santo Domingo de Los Olleros, de los cuales se seleccionaron para el trabajo 10 frutos de cada grupo, cuyo criterio de selección fueron uniformidad en el peso y tamaño. La unidad de análisis fue el extracto acuoso y etanólico obtenidos de la pulpa de los frutos inmaduros y maduros de “mito” de las muestras seleccionadas.

Toda la data fue recolectada en una base de datos en Excel, que fue utilizada posteriormente para el análisis estadístico en Excel y el Programa Estadístico R. Así, pudimos crear la base de datos de las características físicas de los frutos, como el peso, utilizando una balanza analítica (ADAM/RS232) con precisión de $\pm 0,0001$ g; tamaño, utilizando una cinta métrica; para la cuantificación de polifenoles totales se utilizó un lector de microplacas (Accuris SmartReader 96, modelos MR9600) y para la capacidad antioxidante se utilizó el espectrofotómetro visible/UV (SHIMADZU/UV-1700, 2007).

Procedimiento

Preparación de los extractos del fruto inmaduro y maduro con agitación y deshidratación.

Los frutos fueron desinfectados con hipoclorito de sodio 1,5% durante 5 min y luego se procedió al enjuague con abundante agua de caño, el último enjuague se hizo con agua destilada estéril. Se determinó el peso utilizando Balanza analítica (ADAM/RS232, 0 g a 120 g ± 0.0001 g AE4382559, 2011); además para medir el tamaño (longitud y diámetro) se utilizó una cinta métrica y un calibre o pie de rey o Vernier; mientras que para el color se tomó en cuenta la tonalidad del color verde asociado a las clorofilas. Después se eliminaron los extremos de cada fruto y se los cortó en forma longitudinal eliminando las semillas y mucílago, para posteriormente trozarlo en una licuadora (muy baja velocidad) para la extracción sólido-líquido.

Para la preparación de los extractos de cada muestra (Selvamuthukumaran & Shi, 2017; Soib *et al.*, 2020) se utilizó 20 g de muestra, la que se colocó en un matraz con 100 mL de agua para inyección y 20 g de muestra en otro matraz con 100 mL de etanol absoluto/acuoso al 70% (70:30), en un sistema sólido/líquido. Colocamos sobre un agitador orbital (Orbital Genie 2014) a 180 rpm durante 3 h a temperatura ambiente y luego se

dejó en refrigeración entre 4 a 8°C por 15 días. Esta extracción madre, se centrifugó (Hermle Labortechnik GmbH 2017) a 8000 x g/10 min, se midió el volumen del sobrenadante y se retiró 20 mL, el cual se evaporó en un refrigerador *no frost* (BOSCH/541L 2014), por 15 días (extracto deshidratado) que sirvió para calcular la materia seca del extracto y para evaluar la concentración de fenoles totales y la capacidad antioxidante. El resto del sobrenadante se guardó a -20°C para utilizarse en las otras evaluaciones.

Polifenoles totales (PFT): Método de Singleton & Rossi (1965)

Curva de Ácido Gálico para Polifenoles Totales (PFT)

Se preparó la curva de ácido gálico (AG) (PM= 170,12; 98,7% Sigma-Aldrich) a partir de un stock de 0,2 g/L, cuyas concentraciones fueron de 1 -2 - 3,2 - 4 - 4,8 - 5,6 - 6,4 y 8 µg/mL y se les trató igual que las muestras. La lectura se realizó a 750 nm en microplacas (Accuris SmartReader 96, modelos MR9600), graficándose las absorbancias vs. µg ácido gálico/mL.

Determinación del contenido polifenólico total (TPC)

Para el contenido de polifenoles totales (TPC) se adaptó y estandarizó el método colorimétrico utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu (FC) (2N, Sigma-Aldrich), según Singleton & Rossi (1965), para su lectura en microplacas (Accuris SmartReader 96, modelos MR9600). Se tomó una alícuota de 20 µL de cada muestra y se colocó en una microplaca de ELISA 12x8, se agregó 100 µL de FC (1N, diluido 1:5), se reposó 5 min para luego agregarle 80 µL de Na₂CO₃ (7.5%) (PM= 105,99; 99.5%, Sigma-Aldrich); se agitó y prosiguió con la reacción en oscuridad por 100 minutos, tiempo después del cual se leyó la absorbancia a 750 nm en el lector de microplacas utilizándose la fórmula $y = 0,2054x$ ($R^2=0,99$) extraída de la curva de calibración de ácido gálico, para las muestras acuosas y para las muestras etanol:agua (70:30). Los resultados se expresaron como Polifenoles Totales (µg Ácido Gálico/g Extracto M.S) (µg ácido gálico por gramo de extracto materia seca). Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

Determinación de la capacidad antioxidante

Curva de DPPH

Para obtener la concentración real de DPPH (PM = 394 g/mol, 95%, Sigma-Aldrich) se construyó una

curva de calibración en el rango de 0 a 300 µM, en etanol 96% (PM =46,05; 99,5%, Sigma Aldrich). Se utilizó como blanco, etanol 96%. La lectura fue a 517 nm en espectrofotómetro visible/UV (SHIMADZU/UV-1700, 2007). La curva obtenida dio la ecuación $y = 0,2909x$ con un $R^2 = 0,99$ y siguió una constante lineal a medida que aumentamos la concentración del DPPH.

Ensayo de la Actividad Antioxidante por DPPH

Para evaluar la actividad antioxidante a través de la captación de radicales (CRL), se estandarizó el método reportado por Kedare & Singh (2011). Se preparó una solución de DPPH 0,1mM en etanol 96%, en agitación por 40 min a oscuridad. Luego se preparó en una cubeta de cuarzo: 1,0 mL de DPPH 0,1mM. +50 µL del extracto deshidratado de pulpa (equivalente a 4 mg). Se anotó la absorbancia del DPPH antes de agregar la muestra (tiempo cero = t_0) y luego se anotó la lectura a los 30 min (tiempo final = t_f) a 517 nm. Los valores del porcentaje de Captación de Radicales Libres (CRL) se obtuvieron con la siguiente ecuación:

$$CRL_t (\%) = [1 - A_t/A_0] \times 100$$

Dónde: A_t/A_0 = Absorbancia del extracto de mito y la solución DPPH en el tiempo de reacción t_0 y $t_{30 \text{ min}}$.

Curva de TROLOX para DPPH

Se preparó una solución *stock* de 5 mM de Trolox (PM = 250,29 g/mol, 97%, Sigma-Aldrich) en etanol 96%. Ésta se diluyó 1:5 y se preparó una curva de calibración con concentraciones de 20, 60, 80, 100, 120 y 140 µM. Blanco con etanol 96%. La lectura fue a 517 nm con espectrofotómetro, obteniéndose una curva de % de captura de radicales libres x DPPH (30 min) x µg/mL de Trolox, con una ecuación $y=2,4104x$ y $R^2=0,98$.

Análisis estadístico

Se utilizó el software estadístico R. Para analizar la distribución de los datos de cada variable se utilizó la Prueba de Kolgomorov, Anderson-Darling y Shapiro-Wilk. Los datos que presentaron diferencias estadísticas, o sea que tuvieron un $p < 0,05$ y/o $p < 0,01$, se les aplicó la prueba T de Student. La prueba no paramétrica de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$) y el coeficiente de correlación de Pearson se utilizaron en el análisis bivariado.

Aspectos éticos: La muestra fue donada del mital de propiedad de la Sra. Obispo, del distrito de Santo Domingo de Los Olleros, provincia de Huarochirí, Lima, Perú. Los protocolos utilizados son los establecidos para estas evaluaciones. Los softwares utilizados son de uso libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra los promedios de las características físicas evaluadas, tanto de los frutos maduros e inmaduros, los cuales guardaron homogeneidad al no encontrarse diferencias significativas. El peso total de los frutos maduros e inmaduros presentaron una diferencia de $p < 0,5$.

Tabla 1. Promedio de las características de los frutos *Vasconcellea candicans* (mito), Maduros (FM) e Inmaduros (FI).

	Medida longitudinal (cm)	Medida diámetro (cm)	Peso Total (g)	
<i>Promedio</i>	12,93	22,67	254,07	FRUTOS MADUROS (FMMito)
<i>STDEV</i>	0,49	0,69	17,72	
<i>Limite mayor</i>	13,42	23,36	271,79	
<i>Limite menor</i>	12,44	21,98	236,34	
<i>Promedio</i>	13,09	23,33	272,50	FRUTOS INMADUROS (FIMito)
<i>STDEV</i>	0,40	0,91	26,77	
<i>Limite mayor</i>	13,49	24,24	299,27	
<i>Limite menor</i>	12,69	22,42	245,73	

Promedio de 10 muestras de los frutos maduros e inmaduros seleccionados.

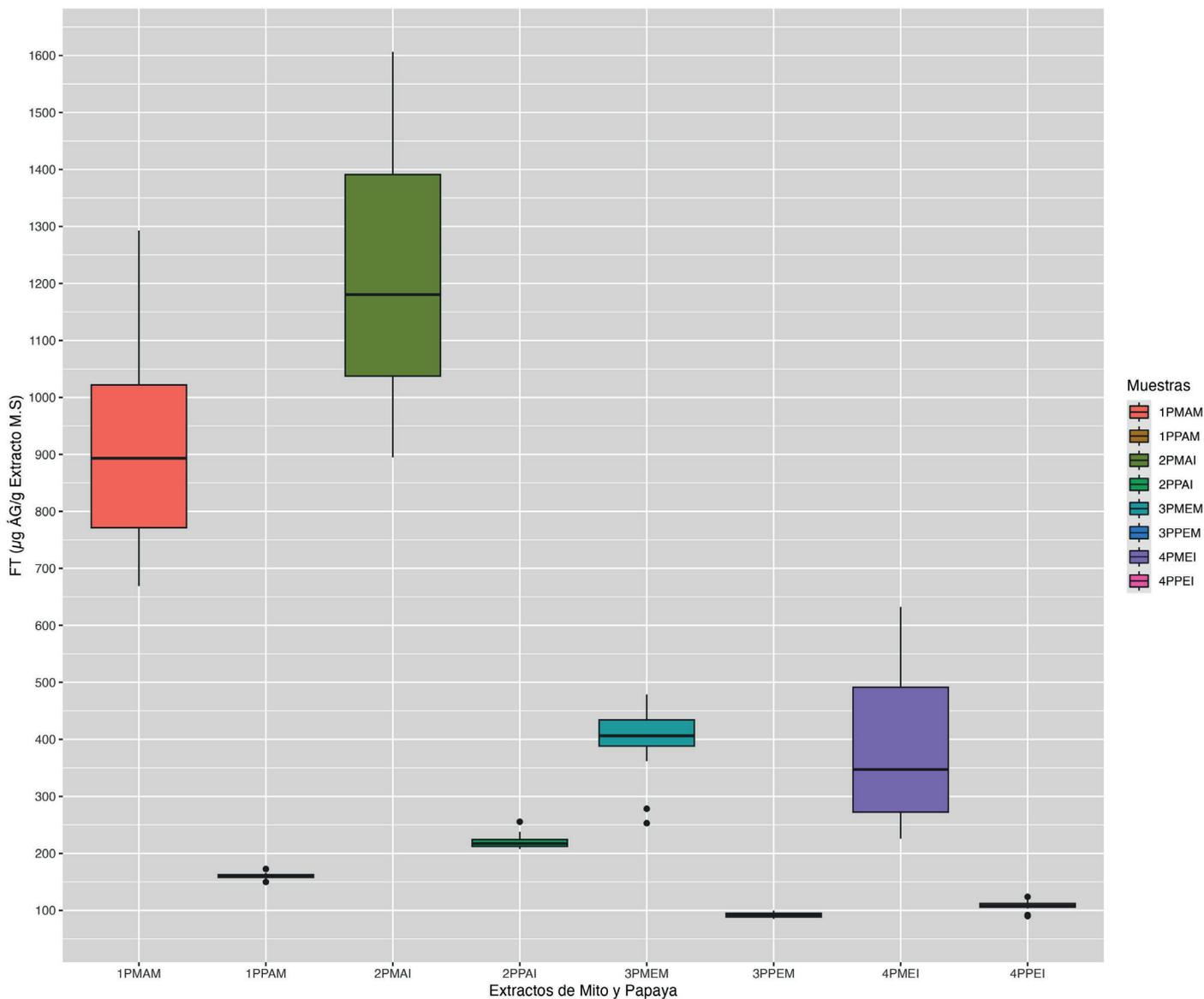
Polifenoles totales (PFT): Método de Singleton & Rossi (1965)

En la figura 1 se puede observar que la concentración de fenoles totales fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en la pulpa inmadura del extracto acuoso de mito (1PMAM = 1201,86 $\mu\text{g Eq. AG/g}$ de extracto M.S.) y de papaya (1PPAM = 181,33 $\mu\text{g Eq. AG/g}$ de extracto M.S.); sin embargo, se puede apreciar que la diferencia entre los valores de ambos estados de madurez para ambos géneros es muy alta ($p < 0,001$). También podemos observar que no existe diferencias significativas entre los estados de madurez de los extractos etanólicos, aunque si hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los géneros; así, el mito (3PMEM - 4PMEM) tiene entre 401,86 – 386,20 $\mu\text{g Eq. AG/g}$ de extracto M.S, mientras que papaya (3PPEI - 4PPEI) tiene entre 119,01 – 91,18 $\mu\text{g Eq. AG/g}$ de extracto M.S.

Determinación de la capacidad de radicales libres

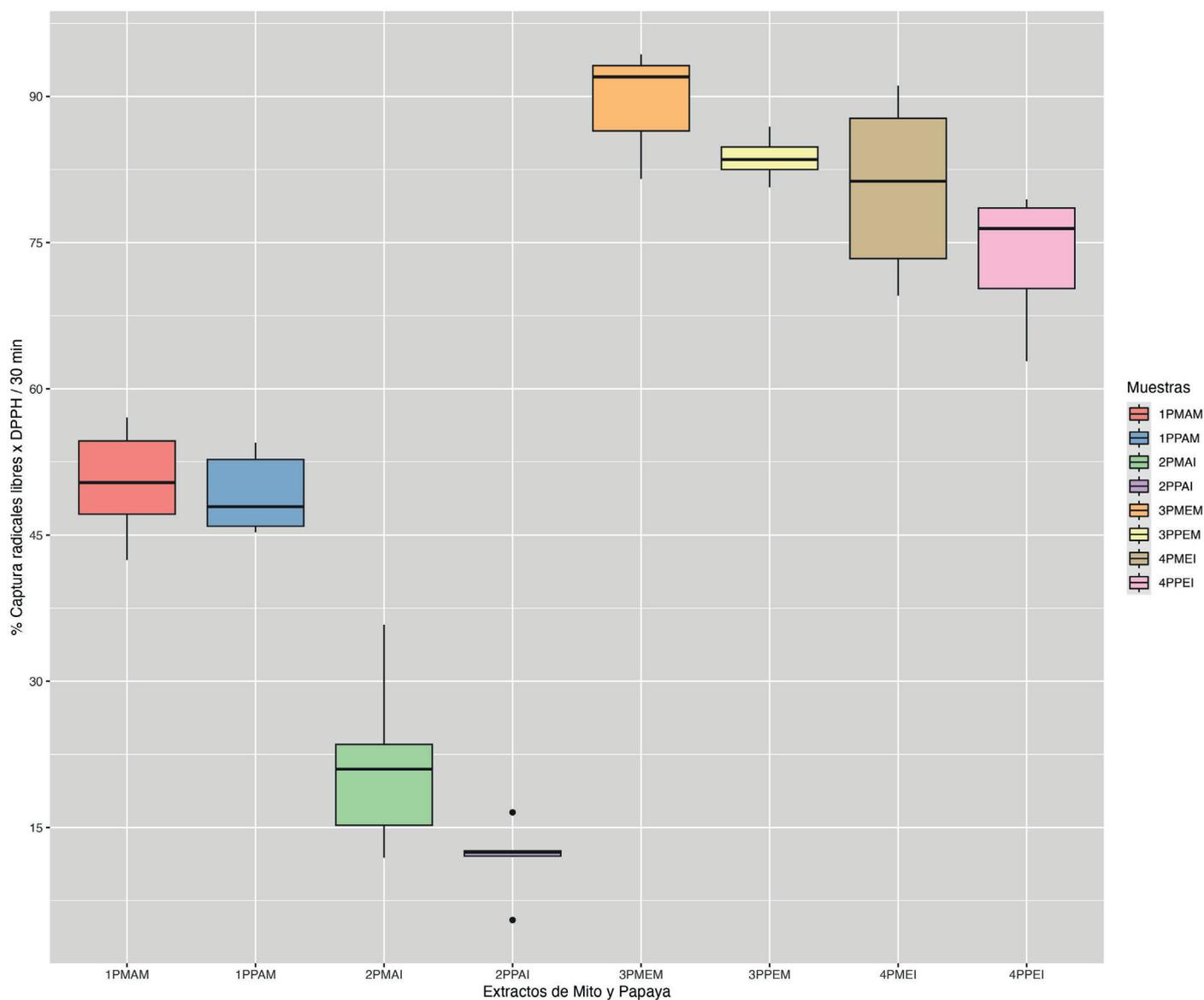
Capacidad Antioxidante por DPPH utilizando como equivalente Trolox (T)

Se evaluaron las muestras de extracto, utilizando la fórmula de la curva de calibración equivalente a Trolox para DPPH (TEC-DPPH), mediante la cual se pudo calcular el porcentaje de captación de radicales libres de los extractos por el DPPH, utilizando como equivalente al Trolox. Los resultados de la figura 2, nos muestran que la mayor capacidad de captación fue de los extractos maduros etanólico de la pulpa de mito (89,7%, $p < 0,05$) y la menor captación fue de los extractos inmaduros acuoso de pulpa de papaya (21,2%, $p < 0,05$). En ambos casos estos valores fueron superiores a los encontrados en extractos etanólicos de pulpa de papaya madura (83,7% $p < 0,05$) y extractos acuosos de pulpa de papaya (11,9%, $p < 0,01$).



1PMAM = Extracto acuoso de pulpa de mito maduro. 1PPAM = Extracto acuoso de pulpa de papaya madura. 2PMAI = Extracto acuoso de pulpa de mito inmaduro. 2PPAI = Extracto acuoso de pulpa de papaya inmadura. 3PMEM = Extracto etanólico de pulpa de mito maduro. 3PPEM = Extracto etanólico de pulpa de papaya madura. 4PMAI = Extracto etanólico de pulpa de mito inmaduro. 4PPAI = Extracto etanólico de pulpa de papaya inmadura.

Figura 1. Valores promedio de Fenoles totales (µg Ácido Gálico/g Extracto M.S) en todos los extractos de pulpa de mito maduros e inmaduro de *Vasconcellea candicans* (mito) y de *Carica papaya* (papaya).

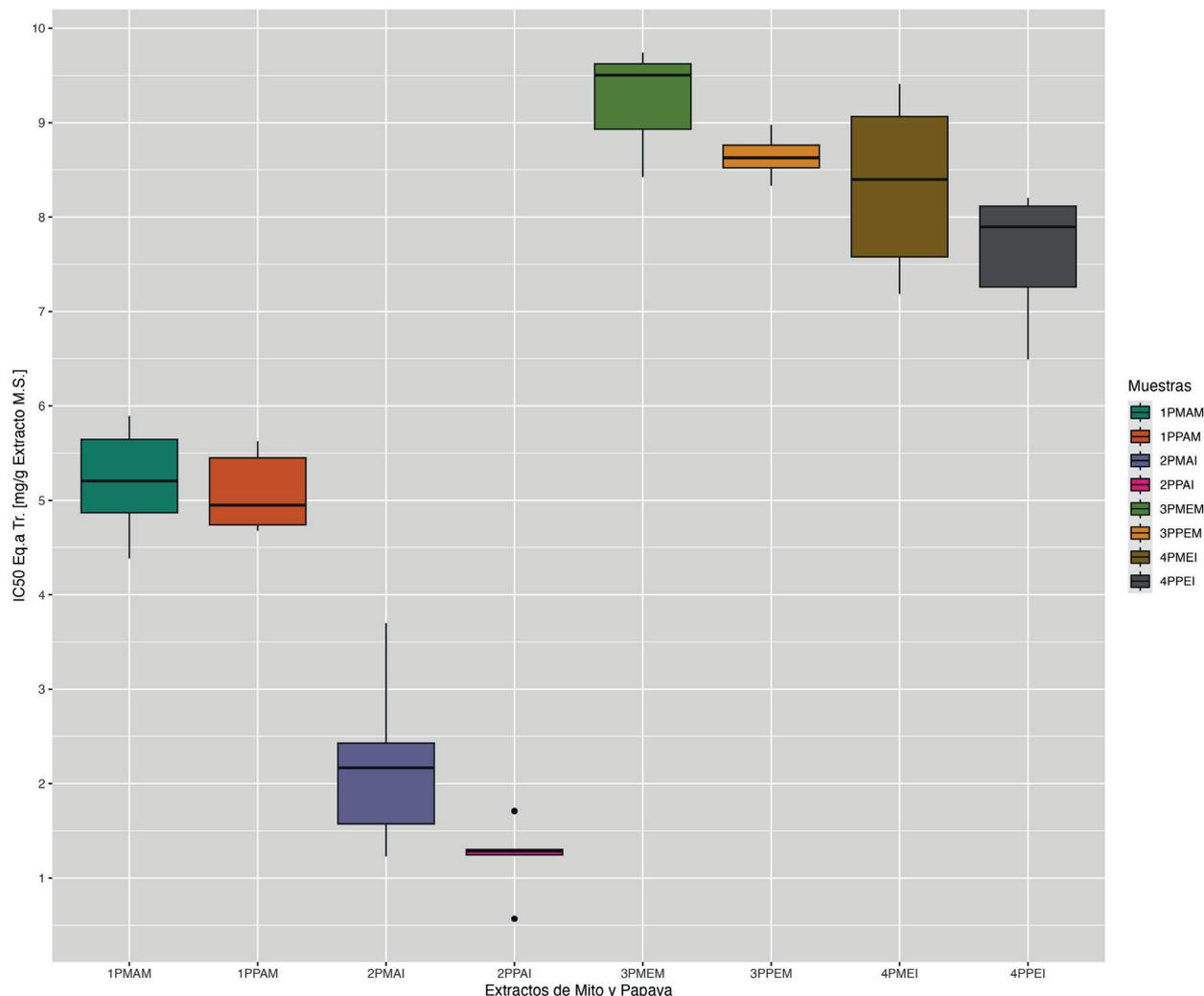


1PMAM = Extracto acuoso de pulpa de mito maduro. 1PPAM = Extracto acuoso de pulpa de papaya madura. 2PMAI = Extracto acuoso de pulpa de mito inmaduro. 2PPAI = Extracto acuoso de pulpa de papaya inmadura. 3PMEM = Extracto etanólico de pulpa de mito maduro. 3PEM = Extracto etanólico de pulpa de papaya madura. 4PMAI = Extracto etanólico de pulpa de mito inmaduro. 4PPAI = Extracto etanólico de pulpa de papaya inmadura

Figura 2. Porcentaje promedio de la captura de radicales de las muestras de los extractos de pulpa maduros e inmaduro de *Vasconcellea candicans*, y de *Carica papaya* (papaya), utilizando la ecuación de la curva de calibración equivalente a Trolox para DPPH (TEC-DPPH).

En la figura 3, se observa que el Coeficiente de Inhibición (IC_{50}) calculado desde la ecuación de regresión, nos indica la concentración de extracto de mito y de papaya necesario para inhibir el 50% de la captura del radical por DPPH. Así, los extractos de pulpa madura etanólica de mito requiere 18,2 mg. Eq. T/g extracto M.S. siendo las más altas, mientras que de los extractos de pulpa de

mito inmaduros etanólicos, se requiere 1,4 mg. Eq T/g extracto M.S. para inhibir el 50% de la captura del radical por DPPH, siendo las más bajas. En los extractos de papaya los valores respectivos fueron de 8,6 y 1,2 mg. Eq. T/g, extracto M.S, siendo estos más bajos que para la pulpa de mito.



1PMAM = Extracto acuoso de pulpa de mito maduro. 1PPAM = Extracto acuoso de pulpa de papaya madura. 2PMAI = Extracto acuoso de pulpa de mito inmaduro. 2PPAI = Extracto acuoso de pulpa de papaya inmadura. 3PMEEM = Extracto etanólico de pulpa de mito maduro. 3PPEM = Extracto etanólico de pulpa de papaya madura. 4PMAI = Extracto etanólico de pulpa de mito inmaduro. 4PPAI = Extracto etanólico de pulpa de papaya inmadura

Figura 3. Promedio de los coeficientes de inhibición (IC_{50}) de todos los extractos de pulpa de mito maduros e inmaduro de *Vasconcellea candidans* y de *Carica papaya*.

Al correlacionar los datos de los polifenoles totales *vs.* la capacidad de captura de radicales libres por DPPH, no encontramos una correlación directa ni entre los extractos, ni entre los estados de madurez; sin embargo, al observar los resultados podemos comprobar que la captura de los radicales por los extractos acuosos de los frutos maduros

de papaya y mito no presentan diferencias significativas, mientras que, los frutos inmaduros tienen una diferencia con un $p < 0,01$.

Esta investigación tenía como objetivo principal evaluar la capacidad antioxidante de la pulpa de *V. candidans*

(mito), para saber si sus biometabolitos secundarios aportan antioxidantes para proteger la oxidación, ya que éstos tienen la capacidad de neutralizar los radicales libres (Addai *et al.*, 2016; Asghar *et al.*, 2016). Para ello preparamos dos tipos de extractos: uno acuoso que es el más común en la alimentación y el otro etanólico [etanol:agua (70:30)].

La concentración de polifenoles en estado fresco concuerda con los encontrados por Auquiñivin-Silva & Paucar-Menacho (2020) en la “papayita de monte” (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch), quienes reportan para la pulpa fresca, una media de 1.43 ± 0.02 mg EAG/g muestra, lo cual en forma general concuerda con nuestros datos para *V. candicans* (1,201 mg Equivalentes a Ácido Gálico (EAG)/g Extracto Acuoso M.S en el estado inmaduro, y 0,902 mg Equivalentes a Ácido Gálico (EAG)/g Extracto Acuoso M.S en estado maduro). Mientras que, Morocho-Chillo Gallo (2017) encuentra en *Vasconcellea x heilbornii* que la concentración de polifenoles fluctúa entre 7,26 a 8,54 mg Equivalentes a Ácido Gálico (EAG)/g fruto inmaduro y entre 9,19 a 10,39 mg Equivalentes a Ácido Gálico (EAG)/g fruto maduro, indicando que esta fluctuación no solo se debe al estado de madurez, sino a la región de donde fueron cosechados los frutos, es decir a las condiciones del cultivo de las frutas.

Utilizando dos tipos de solventes para evaluar polifenoles totales en *V. candicans*, encontramos diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los solventes agua y etanol 70%; así, en los extractos etanólicos se encuentran menores concentraciones que en los extractos acuosos, pero sin diferencias significativas entre el estado de madurez en estos últimos. Esto puede deberse a la polaridad del extractante y de los polifenoles que está influenciado por la cadena carbonada y/o grupo polar en su estructura (Hernández-Madrigal *et al.*, 2020). En nuestro estudio el mejor solvente para cuantificar los polifenoles totales de la pulpa de mito ha sido el acuoso, por lo que creemos que deben tener fenoles más polares al solubilizarse mejor en el agua.

La capacidad antioxidante de la pulpa de *V. candicans* expresada como % Captación de radicales libres Equivalente a Trolox por DPPH a los 30 min y con un $p < 0,05$, fue mayor en las pulpas etanólicas (maduras 89,7% e inmaduras 80,6% sin diferencias significativas entre ellas) frente a las pulpas acuosas (maduras 50,4% e inmaduras 21,2%, con diferencias significativas), lo cual nos indica que este estándar (Trolox) refleja la presencia de los antioxidantes en soluciones hidroalcohólicas como el etanol al 70%, en mayor proporción que las soluciones

acuosas, dado que como lo demuestra Aguedo *et al.*, (2008), la composición de los extractos varían según la polaridad y el tiempo de extracción.

Cuando comparamos la capacidad antioxidante del mito frente a la de papaya, se observa que hay diferencia significativa ($p < 0,05$), sólo con respecto al estado inmaduro acuoso que únicamente alcanzó el 11,9%. Por otro lado, Morocho-Chillo Gallo (2017) al estudiar a *Vasconcellea x heilbornii* encontró que la capacidad antioxidante en los frutos maduros de diferentes regiones varía entre 27,45 a 60 % y en los frutos inmaduros esta capacidad varía entre 75,10 a 79,02%, no encontrándose una correlación con la concentración de fenoles totales, lo que nos indica que el lugar de procedencia de las muestras también influye.

El Coeficiente de Inhibición (IC_{50}) con el equivalente a Trolox es mayor en los extractos etanólicos donde se requiere 9,3 mg Eq a Trolox/mL/g extracto maduro M.S. y 8,3 mg Eq a Trolox/mL/g extracto maduro M.S., para inhibir el 50% de los radicales libres de DPPH (0,1mM), siendo menores en los extractos acuosos; al comparar estos datos con los que encontramos en papaya, se observó que no hubo diferencias significativas entre ellos, dado que los valores mayores de IC_{50} en papaya son también para el extracto etanólico 70% (8,6 mg Eq a Trolox/mL/g extracto maduro M.S. y 7,6 mg Eq a Trolox/mL/g extracto maduro M.S.) y menores para los extractos acuosos.

No encontramos correlación de los datos de concentración de polifenoles totales, capacidad antioxidante y concentración media inhibitoria (IC_{50}).

Se concluye que los polifenoles totales de la pulpa de mito son mayores en el extracto acuoso con respecto a los extractos etanólicos 70%, y frente a ambos extractos de *C. papaya*; la capacidad antioxidante y el IC_{50} de la pulpa de mito fue la siguiente: Con equivalencia al Trolox (TEC-DPPH) fue mayor en los extractos etanólicos (89,7% maduros y 80,6% inmaduros), teniendo un IC_{50} de 9,3 mg ET/mL/mg Extracto M.S, para el extracto maduro etanólico. Al comparar la capacidad antioxidante de mito y papaya (*Carica papaya*) con Trolox (TEC-DPPH) esta fue significativamente mayor para el extracto etanólico, y finalmente no encontramos correlación entre la concentración de fenoles totales, la capacidad antioxidante y el estado de madurez de la pulpa de mito.

AGRADECIMIENTO

A María Claudia Andia Gonzales, alumna de pregrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal por el apoyo en la estandarización de los polifenoles. Al financiamiento de la Universidad Nacional Federico Villarreal al Proyecto por Incentivos a nivel de facultades año 2022, con Resolución Rectoral N°24-2022-CU-UNFV.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés, dado que la literatura utilizada para la metodología y para confrontar nuestros resultados están debidamente referenciadas.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

AGR = Ana Gutiérrez-Román

CSC = Carlos Santa Cruz-Carpio

MVV = Mónica Velarde-Vilchez

ONC = Oscar Nolasco-Cárdenas

Conceptualization: AGR

Data curation: AGR, CSC

Formal Analysis: AGR

Funding acquisition: AGR, CSC, MVV, ONC

Investigation: AGR

Methodology: CSC

Project administration: AGR, MVV

Resources: CSC

Software: ONC, AGR

Supervision: AGR

Validation: AGR

Visualization: AGR

Writing – original draft: AGR

Writing – review & editing: AGR, MVV, ONC

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta-Villalba, M.M., Ramírez-Cabrera, L.N., & Espino-Espino, R.A. (2015). *Efecto hipoglucemiante de extracto etanólico del fruto de Vasconcellea candicans (Kerco) en ratones con hiperglucemia inducida por aloxano*. [Tesis, Universidad Nacional San Luis Gozaga de Ica]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2785788>

Addai, Z.R., Abdullah, A., Mutalib, S.A., & Musa, K. H. (2016). Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. *Italian Journal of Food Science*, 28, 73–82.

Aguedo, J., Tinco, L., Rios, F., Bonilla, P., & Arroyo, J. (2008). Efecto gastroprotector de los flavonoides del extracto etanólico de las partes aéreas de *Satureja sericea* (goyal). *Ciencia e Investigación*, 11, 35–45.

APG IV (2017). *Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. The Catalogue of Life Partnership*. <https://doi.org/10.15468/FZUAAM>

Armas-Sanchez, E. (2014). *Evaluación fitoquímico-bromatológico de Vasconcellea candicans como recurso promisorio, Contumazá, Cajamarca-Perú, 2014* [Tesis, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4260>

Asghar, N., Naqvi, S. A. R., Hussain, Z., Rasool, N., Khan, Z. A., Shahzad, S. A., Sherazi, T. A., Janjua, M. R. S. A., Nagra, S. A., Zia-Ul-Haq, M., & Jaafar, H. Z. (2016). Compositional difference in antioxidant and antibacterial activity of all parts of the *Carica papaya* using different solvents. *Chemistry Central Journal*, 10, 1–11.

Athesh, K., Karthiga, D., & Brindha, P. (2012). Anti-obesity effect of aqueous fruit extract of *Carica papaya* L. in rats fed on high fat cafeteria diet. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4, 327–330.

Augustyniak, A., Bartosz, G., Čipak, A., Duburs, G., Horáková, L., Łuczaj, W., Majekova, M., Odysseos, A. D., Rackova, L., Skrzydlewska, E., Stefek, M., Štrosová, M., Tirzitis, G., Venskutonis, P. R., Viskupicova, J., Vraka, P. S., & Žarković, N. (2010). Natural and synthetic antioxidants: An updated overview. *Free Radical Research*, 44, 1216–1262.

Auquiñivín-Silva, E.A., & Paucar-Menacho, L.M. (2020). Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, “papayita de monte” (*Carica pubescens* Lenné & Koch) y “babaco” (*Carica pentagona* Heilborn) (Caricaceae) deshidratadas mediante liofilización. *Arnaldoa*, 27, 115–128.

Baeza, G., Correa, D., & Salas, C. (1990). Proteolytic enzymes in *Carica candamarcensis*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 1–9.

- Boudet, A.M. (2007). Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry*, 68, 2722–2735.
- Coronado H., Vega, M., León, Y., Gutiérrez, S., T.R., Marcela, V.F., & Radilla, V.C. (2015). Antioxidants: present perspective for the human health. *Revista Chilena de Nutrición*, 42, 206–212.
- Decreto Supremo N°043.2006-AG. El Peruano 323527 (2006). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/944738/D.S.-N-043-2006-AG---Aprueban-Categorizacin-de-Especies-Amenazadas-de-Flora-Silvestre20200705-25584-3pd55e.pdf?v=1594007698>
- Delgado-Olivares, L., Betanzos-Cabrera, G., & Sumaya-Martínez, M.T. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, 18, 10–15.
- Farías, J.G., Molina, V.M., Carrasco, R.A., Zepeda, A.B., Figueroa, E., Letelier, P., & Castillo, R.L. (2017). Antioxidant therapeutic strategies for cardiovascular conditions associated with oxidative stress. *Nutrients*, 9, 966.
- Gutiérrez, A.I.F., Nolasco, O., & Santa-Cruz, C. (2017). Purificación y caracterización preliminar de proteasas del látex de *Vasconcellea candicans* (A. Gray) A. DC (Mito). *Scientia Agropecuaria*, 8, 7–17.
- Hernández-Madrigal, J.V., Barragán-Vázquez, F.J., Calvo-Carrillo, M.C., & Aguilar-Medina, E.D. (2020). Determinación de compuestos bioactivos en papaya (*Carica papaya* L., CV. Maradol) en el estado de Colima en dos estados de madurez. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 239–243.
- Jarisarapurin, W., Sanrattana, W., Chularojmontri, L., Kunchana, K., & Wattanapitayakul, S.K. (2019). Antioxidant properties of unripe *Carica papaya* fruit extract and its protective effects against endothelial oxidative stress. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, 4912631.
- Juárez-Rojop, I.E., Díaz-Zagoya, J.C., Ble-Castillo, J.L., Miranda-Osorio, P.H., Castell-Rodríguez, A.E., Tovilla-Zárate, C.A., Rodríguez-Hernández, A., Aguilar-Mariscal, H., Ramón-Frías, T., & Bermúdez-Ocaña, D.Y. (2012). Hypoglycemic effect of *Carica papaya* leaves in streptozotocin-induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12, 236.
- Kedare, S.B., & Singh, R.P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 412–422.
- Marcano, D., & Hasegawa, M. (2018). *Fitoquímica Orgánica* (Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico & Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV) (Eds.); 3^{ra} Edición.
- MINAM. (2018). *Priorización de las zonas de prospección para la elaboración de las líneas de base de la papaya*. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/prioriz_ldb_papaya_2018.pdf
- Morocho-Chillo Gallo, E.C. (2017). *Investigación de la actividad antioxidante del fruto Mangifera indica L. (mango) cultivada en Ecuador* [Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13793>
- Nguyen, T.T.T., Shaw, P.N., Parat, M.O., & Hewavitharana, A.K. (2013). Anticancer activity of *Carica papaya*: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57, 153–164.
- Paula-Neto, H.A., Ausina, P., Gomez, L.S., Leandro, J.G.B., Zancan, P., & Sola-Penna, M. (2017). Effects of food additives on immune cells as contributors to body weight gain and immune-mediated metabolic dysregulation. *Frontiers in Immunology*, 8, 1478.
- Reardon, S. (2015). Food preservatives linked to obesity and gut disease. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature.2015.16984>
- Scalbert, A., & Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of Nutrition*, 130, 2073S–2085S.
- Scheldeman, X., Van Damme, P., & Romero-Motoche, J. P. (2002). Highland papayas in Southern Ecuador: Need for conservation actions. *Acta Horticulturae*, 575, 199–205.
- Selvamuthukumar, M., & Shi, J. (2017). Recent advances in extraction of antioxidants from plant by-products processing industries. *Food Quality and Safety*, 1, 61–81.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–897.

Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*, 144–158.

Soib, H. H., Ismail, H. F., Husin, F., Abu Bakar, M. H., Yaakob, H., & Sarmidi, M. R. (2020). Bioassay-guided different extraction techniques of *Carica papaya* (Linn.) leaves on in vitro wound-healing activities. *Molecules*, *25*, 517.

Received July 25, 2023.

Accepted September 1, 2023.