

Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mio – mio (*Coriaria ruscifolia* L)

Characteristics of anthocyanins and bioactive compounds of mio- mio (*Coriaria ruscifolia* L)

Melquiades Barragán Condori^{1*}, Juan Marcos Aro Aro², Víctor Justiniano Huamaní Meléndez³, & Raúl Cartagena Cutipa⁴

¹Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingenierías, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú

²Departamento de Agroindustrias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

³Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, Brasil

⁴Departamento de Ing. Agroindustrial, Universidad Privada de Tacna, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: melquim100@hotmail.com

ARTÍCULO ORIGINAL

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido: 12-03-2018

Artículo aceptado: 30-09-2018

On line: 29-10-2018

PALABRAS CLAVES:

antocianinas,
bioactivos,
capacidad antioxidante,
polifenoles y radicales libres.

ORIGINAL ARTICLE

INFORMATION OF ARTICLE

Artículo recibido: 12-03-2018

Artículo aceptado: 30-09-2018

On line: 29-10-2018

KEYWORDS:

Antioxidants,
anthocyanins,
antioxidant capacity,
flavonoids,
polyphenols and free radicals.

RESUMEN

Frente al creciente incremento de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativos y cancerígenos, es menester el consumo de alimentos con alto poder antioxidante que neutralicen los radicales libres causantes de estas enfermedades. El objetivo de esta investigación fue caracterizar las antocianinas por espectroscopia UV Vis, FTIR-ATR y HPLC, determinar el contenido antocianinas (AT), polifenoles totales (PFT) y capacidad antioxidante en frutos nativos de mio mio (*Coriaria ruscifolia* L) de Abancay, Apurímac-Perú. Estas determinaciones se efectuaron por métodos de pH diferencial, Folin-Ciocalteu y capacidad antioxidante TEAC ABTS y DPPH. La extracción de pigmentos fue realizada con metanol acidificado con HCl al 0.01%. Los espectros Uv Vis y FTIR mostraron características antocianínicas, identificándose por HPLC la cianidina como antocianina mayoritaria. El contenido de (AT) fue de 440.22 (mg cianidina 3-glucosido/100g), PFT de 371.71 (mg ácido gálico/100g), TEAC ABTS 134.40 (μmol trolox/g) y TEAC DPPH 82.70 (μmol trolox/g). En conclusión, los extractos del mio mio corresponden a estructuras antocianínicas con una gran capacidad antioxidante, con un futuro promisorio para uso agroindustrial. En este trabajo también se observó correlación significativa entre el contenido de antocianinas totales y la capacidad antioxidante TEACABTS.

ABSTRACT

The Natural dye demand is growing worldwide. This research is about the extracts of the fruits of (Mio mio) *Coriaria ruscifolia* L., from which little information is available, but we found in them anthocyanic and polyphenolic compounds which are great interest as bioactive compounds because of their antioxidant capacity. Nowadays, It is known that flavonoids including anthocyanins from (Mio mio) fruit has anticancer properties and other functional properties that made this study a great interest and can be used as a great source of antioxidant as natural dyes. The objective of the present study was to determine the bioactive compounds and antioxidant capacity of (Mio mio) fruit to use in the food industry. The extraction of their pigments were carried out with acidified methanol and into this extract their anthocyanin characteristics were determined by Visible UV spectroscopy, FTIR-ATR, then the composition of their anthocyanins were determined by HPLC. The content of total CAT anthocyanins were determined by differential pH method. This 440.22 (mg of cyanidin 3-glucoside / 100 g) in addition the total content of polyphenols PFT were quantified using the Folin-Ciocalteu method with 1820.41 (mg gallic acid / 100 g). The antioxidant capacity TEAC - ABTS has also been evaluated with 739.92 (μmol trolox / 100 g). The results of the bioactive compounds and antioxidant capacity of (mio mio) fruit extracts were notably higher than those reported by different similar fruits. This implies a conclusion that these fruits can be used as a source of antioxidants in the form of natural dyes. In conclusion, the extracts of (mio mio) correspond to anthocyanin structures with a high antioxidant capacity, with a promising future for agro-industrial use.

INTRODUCCIÓN

Siendo el Perú un país megadiverso por su amplia variabilidad de ecosistemas y su incomparable ubicación geográfica, es que abunda los frutos denominados mio mio (*Coriaria ruscifolia* L.), que forma gran parte de la flora silvestre del distrito de Tamburco, Abancay, Apurímac, Perú y crece desde los 2400 – 2900 msnm. Este fruto no es aprovechado en su verdadera dimensión por su potencial como colorante natural y es la razón por el cual el presente trabajo de investigación pretende evaluar y caracterizar dichas propiedades del fruto (Sánchez, et al., 2016). Se encuentra durante casi todo el año, con la más alta producción los meses de marzo a junio, secándose en la propia planta al no tener aprovechamiento, más bien es usado como cercos limítrofes en algunas propiedades del lugar. Los tallos y frutos de este arbusto son usados como tintes naturales para el teñido artesanal de lanas y fibras (Rodríguez, et al., 2017). El interés que se tiene para el estudio de los frutos de este arbusto silvestre son sus compuestos bioactivos cuyo uso debe masificarse como colorante natural para uso en productos agroalimentarios (Cárdenas, Arrazola, & Villalba, 2016).

Se han encontrado trabajos similares con posibles efectos terapéuticos y benéficos para la salud, dentro de los cuales se encuentran la reducción de la enfermedad coronaria, los efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos por sus propiedades antioxidantes en *Ganoderma lucidum* que posee un elevado potencial nutraceutico y amplia actividad farmacológica (Zavaleta, 2017).

Entre estos compuestos antiradicales están los polifenoles y antocianinas (Arteaga & Arteaga, 2016), siendo estas las propiedades que se buscan en estos frutos del *Coriaria ruscifolia* L. para su aplicación posterior como colorante natural.

El objetivo de esta investigación fue caracterizar sus antocianinas por espectroscopia UV Vis, FTIR - ATR y HPLC, determinar el contenido de antocianinas,

polifenoles totales y su capacidad antioxidante en tres estados de conservación de frutos del mio mio (*Coriaria ruscifolia* L) como son fresco, congelado y seco.

PARTE EXPERIMENTAL

Material vegetal: Mio mio (*Coriaria ruscifolia* L), cuyos frutos fueron recolectados en el mes de marzo, en la Provincia de Abancay – distrito de Tamburco (Figura 1), analizados en tres estados de conservación como son fresco, congelado a -4°C a sistema abierto y secado a temperatura ambiente en los laboratorios de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac.

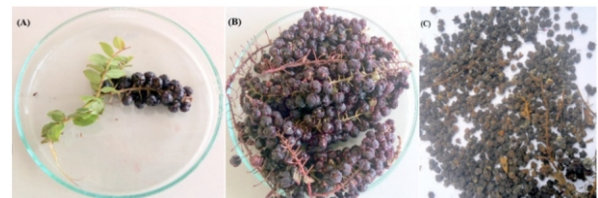


Figura 1. Mio mio (*Coriaria ruscifolia* L), (A) frutos frescos, (B) frutos congelados y (C) frutos secos.

Extracción del pigmento: Se extrajo los pigmentos antocianínicos con metanol acidificado al 0.01% HCl. El extracto, se filtró, concentró en rotavapor, luego se centrifugó, decantó y aforó a un volumen conocido para su posterior análisis, purificación y evaluación (Chicaiza & Flores, 2016).

Espectrofotometría UV -Visible: Para obtener el perfil UV Vis de antocianinas presentes en la muestra, se obtuvo una dilución adecuada del extracto para su lectura en el espectrofotómetro UV-Vis Genesys 10S, desde 190 a 1.100 nm de longitud de onda, con una velocidad de barrido de 4.200 nm/minuto, usando como blanco metanol acidificado al 0.01% HCl (Barragan & Aro, 2017).

Espectrometría FTIR - ATR: Los espectros se realizaron en extractos purificados, previamente solidificados a 50°C en una estufa, en luna de reloj de vidrio y luego fue aplicado en forma sólida en el

aditamento ATR (Reflectancia total atenuada) del espectrómetro Infrarrojo de Transformada de Fourier FTIR Nicolet iS10, en el rango de infrarrojo medio de 400 a 4000 cm⁻¹. Teniéndose en cuenta los siguientes parámetros de Método standard. Número de barridos de la muestra 32, número de muestras de fondo 32, resolución 4, espaciado 0.482 cm⁻¹, ganancia de la muestra (auto ganancia), velocidad del espejo 0.4747, apertura 80.00, el procesamiento e interpretación de los espectros se realizó usando el software OMNI (Barragan & Aro, 2017).

Cromatografía líquida de alta eficacia HPLC.

El HPLC es el método más común para separar los componentes de una muestra en este caso para identificar las antocianinas contenidos en los extractos del mio mio, el extracto fue filtrado usando cartucho C-18 y recuperada con metanol acidificado al 0.01% HCl, luego concentrada, aforada a un volumen conocido y analizada por HPLC Agilent Technologies con detector DAD bajo las siguientes condiciones. Columna Eclipse XDB-C18 columna, 4.6 mm x 150 mm 5 μm, temperatura de la columna 30°C, presión de trabajo 200 bar, volumen de inyección 1 μL, rango de flujo 0.8 mL/min, fase móvil eluyente A: (Acido fórmico : agua) (1:9); eluyente B: Acetonitrilo, la gradiente utilizada fue: 0-1 min 95% A y 5% de B; 2 min 96% A y 4% B; 20 min 84% A y 16% B y a los 30 min 96%A y 4% B.

La identificación de los picos de HPLC de las antocianinas en los extractos del mio mio, fueron realizadas en base a la comparación con los cromatogramas a 520 nm de extractos concentrados de antocianinas de las especies uva y fresa, corridos bajo las mismas condiciones especificadas anteriormente (Del Carpio, Serrano, & Giusti, 2009).

Contenido de antocianinas totales (CAT): El contenido de antocianinas totales se determinó según el método de pH diferencial, el mismo que se basa en el cambio de coloración de las antocianinas de acuerdo al pH en la que se encuentran, quienes presentan más coloración en su forma oxonio a pH 1.0

(KCl 0.025 M) e incoloro en su forma hemiacetal a pH 4.5 (CH₃COONa 0.4 M), esta diferencia de color permite la cuantificación de antocianinas mediante la medida de sus absorbancias a diferentes longitudes de onda como son 520 y 700 nm respectivamente usando como blanco agua destilada (Flores, 2017), (Barragán, 2017). Los cálculos se efectúan de la siguiente manera:

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

$$CAT \left(\frac{mg \text{ cianidina} - 3 - \text{glucosido}}{L} \right) = \frac{A \times PM \times FD \times 1000}{\epsilon \times l}$$

Fórmula 1.

Donde A es el cambio en la absorbancia, CAT contenido de antocianinas totales (mg/L), PM masa molecular para cianidina-3-glucósido 449.2 g/mol,⁸² coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucósido 26900 L/mol.cm, l camino óptico de celda 1 cm, FD factor de dilución.

Análisis de polifenoles totales (PFT): El contenido de polifenoles totales se determinó según el método de Folin Ciocalteu con algunas modificaciones, el cual se basa en la oxidación de compuestos fenólicos con el reactivo Folin Ciocalteu formado por ácido fosfomolibdotúngstico (W⁺⁶, Mo⁺⁶) de color amarillo en medio ácido, el mismo que al ser reducido a (W⁺⁵, Mo⁺⁵) por los grupos fenólicos en medio básico, emite un complejo color azul, cuya intensidad medida en absorbancia a 765 nm, Para el contenido de polifenoles se usó como patrón de referencia el ácido gálico desde 0 a 5 (mg/L) cuyo R² fue 0.969 a partir de la curva de calibración $y = 2.701x - 0.0354$ (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventos, 1999),(Guerrero et al., 2010) y (Barragan & Aro, 2017). Los cálculos se efectuaron con la siguiente ecuación.

$$PFT \left(\frac{mg \text{ ácido gálico}}{litro} \right) = \left[\frac{Abs. muestra - A}{B} \right] * FD$$

Fórmula 2.

Donde Abs. muestra es absorbancia de la muestra, A intercepto, B pendiente, FD factor de dilución.

Determinación de capacidad antioxidante TEAC ABTS.

La técnica TEAC ABTS implica primero producir el radical libre del cromóforo ABTS* (ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina 6-sulfónico) verde-azul a través de la reacción entre ABTS y el $K_2S_2O_8$. La adición de antioxidantes al radical ABTS* lo reduce a ABTS cuyo grado de decoloración es medido en absorbancia a 734 nm y expresado como capacidad antioxidante o porcentaje de inhibición del radical catión ABTS*, usando el Trolox como estándar de comparación, bajo las mismas condiciones.

El radical ABTS fue generado haciendo reaccionar una solución de ABTS 7 mM en agua con $K_2S_2O_8$ 2,45 mM en oscuridad durante 12-16 h y cuya absorbancia de este reactante se ajustó 0.700 ± 0.02 a temperatura ambiente a una longitud de onda de 734 nm. Luego se agregan los extractos adecuadamente diluidos a la Solución ABTS* de modo que cuando se añadieron 50 μ L del extracto a 3 ml de solución ABTS*, daría una inhibición del 20-80% de absorbancia el mismo que fue leída a 734 nm después de 10 minutos de agregada la muestra. Se construyó una curva de calibración de Trolox midiendo la reducción en la absorbancia de la solución ABTS* en presencia de diferentes concentraciones de Trolox (0-2000 μ M). La actividad antioxidante se ha medido comparando con la curva patrón de trolox, cuyos resultados se expresan como equivalentes trolox. TEAC ABTS (μ mol trolox/g). Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado (Razali, Razab, Junit, & Aziz, 2008). La capacidad antioxidante equivalente trolox TEAC ABTS se determinó con solución patrón de trolox a partir de curvas de calibración (Re, et al., 1999) cuya ecuación es $y = 0.0005 + 0.359x$ y R^2 fue 0.978. Los cálculos se efectúan con la siguiente ecuación.

$$TEAC\ ABTS\ \left(\frac{\mu mol\ trolox}{litro}\right) = \left[\frac{Abs_{muestra} - A}{B}\right] * FD$$

Fórmula 3.

Donde Abs. muestra es absorbancia de la muestra, A intercepto, B pendiente, FD factor de dilución.

Capacidad antioxidante método TEAC DPPH. La molécula 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) es un radical libre estable en medio metanólico por tener un electrón desapareado sobre su molécula que no se dimeriza. La deslocalización del electrón intensifica su color violeta intenso, el cual absorbe a 515 nm al reaccionar con el sustrato antioxidante, por que éste le dona un átomo de hidrógeno y su color violeta se desvanece, este cambio de color en absorbancia es cuantificado como capacidad antioxidante TEAC DPPH después de 30 a 120 minutos de reacción redox (Mishra, Ojha, & Chaudhury, 2012). Para la determinación de la capacidad antioxidante de los extractos, se han usado como patrón de referencia el trolox desde 100 a 800 (μ mol/L) por lo que, tanto los extractos como el estándar actuaron reduciendo el radical DPPH (50 μ M) (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995).

A 3.9 mL de solución de DPPH previamente ajustada a absorbancia de 0.700, se le adicionó 100 μ L del extracto acuoso diluido o estándar según sea el caso, luego se agitó se dejó por 30 minutos a temperatura ambiente en oscuridad, luego se leyó su absorbancia a 515 nm de longitud de onda. La calibración fue hecha con una solución de trolox y la actividad antioxidante total fue expresada como (μ mol trolox/g). Usando el solvente etanol como blanco. La capacidad antioxidante equivalente trolox TEAC DPPH se determinó con solución patrón de trolox cuyo R^2 fue 0.9918 y su ecuación $y = 0.0008x + 0.0101$. Los cálculos se efectuaron con la siguiente ecuación (Mamani, Margarita, & Arias, 2011).

$$TEAC\ DPPH\ \left(\frac{\mu mol\ trolox}{litro}\right) = \left[\frac{Abs_{muestra} - A}{B}\right] * FD$$

Fórmula 4.

Donde Abs. muestra es absorbancia de la muestra, A intercepto, B pendiente, FD factor de dilución.

Análisis estadístico

Los análisis de resultados se procesaron mediante un análisis de varianza y las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey usando el software estadístico INFOSAT y Statgraphics Centurion XVI para

correlacion de Pearson. Los resultados se observan en las tablas y figuras de los diferentes métodos de análisis.

RESULTADOS

Espectros UV – Vis de las antocianinas

Se determinó el espectro de absorción entre 190 y 700 nm utilizando un espectrofotómetro UV-VIS GENESSYS 10S UV Vis (Thermo Scientific) del extracto hidroalcohólico acidificado del mio mio (*Coriaria ruscifolia*), (Figura 2).



Figura 2. Espectro UV-Vis de extractos antocianínicos de frutos del mio mio (*Coriaria ruscifolia* L).

Espectros FTIR - ATR de las antocianinas

Se determinó los espectros FTIR en extracto previamente secado de frutos nativos de mio mio en el espectrómetro infrarrojo con accesorio ATR, siendo los espectros resultantes la Figura 3.

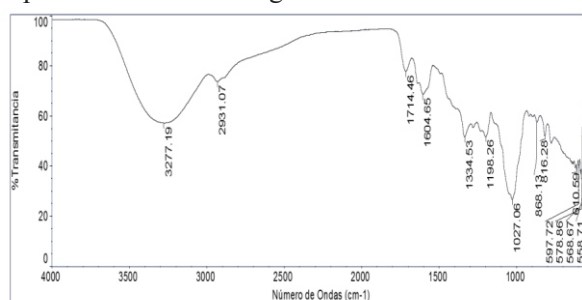


Figura 3. Espectros FTIR – ATR de antocianinas en frutos nativos de mio mio.

Cromatogramas de HPLC

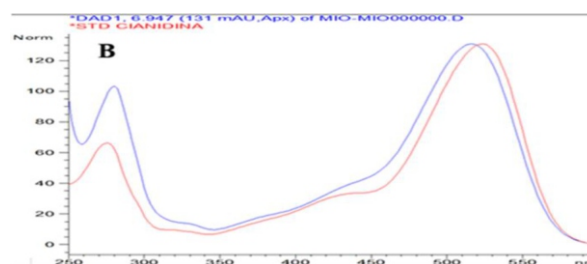
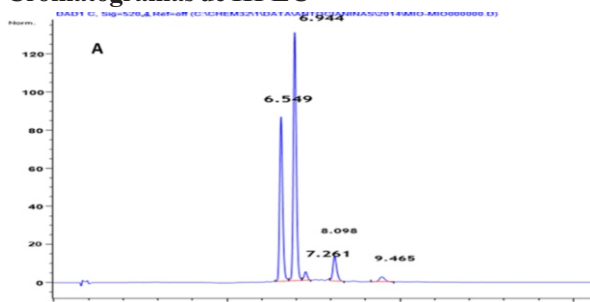


Figura 4. (A) Cromatograma HPLC en extractos de mio mio (*Coriaria ruscifolia* L).

(B) Espectro UV Vis de extractos de mio mio comparada con antocianidinas obtenidas a partir de los frutos de uva morada y fresa.

Contenido de antocianinas totales (AT)

Los resultados de los análisis de contenido de antocianinas totales (AT) se tienen en las Tabla 1.

Tabla 1. Contenido antocianinas totales (AT) (mg cianidina 3-glucosido /100 g)

MUESTRA	CAT (mg cianidina 3-glucosido/100g)
Mio mio fresco	440.22 ± 11.42 b
Mio mio congelado	1102.88 ± 32.18 c
Mio mio seco	236.96 ± 6.02 a

Datos expresados en media ± SD, n=3, p < 0.05.

Letras diferentes dentro de columnas corresponden a diferencias significativas entre medias mediante la prueba de Tukey (= 0,05).

Contenido de polifenoles totales (PFT)

Los resultados de los análisis de contenido de polifenoles totales PFT se tienen en las Tabla 2.

Tabla 2. Contenido de polifenoles totales PFT (mg ácido gálico /100g)

MUESTRA	PFT (mg ácido gálico/100g)
Mio mio fresco	371.71 ± 37.57 a
Mio mio congelado	576.25 ± 97.53 b
Mio mio seco	545.64 ± 15.87 b

Datos expresados en media ± SD, n=3, p < 0.05.

Letras diferentes dentro de columnas corresponden a diferencias significativas entre medias mediante la prueba de Tukey (= 0,05).

Capacidad antioxidante equivalente de trolox TEAC ABTS y DPPH

Los resultados se expresaron de acuerdo con sus iniciales en inglés como Capacidad Antioxidante en Equivalentes Trolox (TEAC) por el método ABTS y DPPH como en la Tabla 3.

Tabla 3. Capacidad antioxidante TEAC ABTS y DPPH ($\mu\text{mol trolox/g}$)

MUESTRA	TEAC ABTS ($\mu\text{mol trolox/g}$)	% Inhibición	TEAC DPPH ($\mu\text{mol trolox/g}$)	% Inhibición
Mio mio fresco	134.40 \pm 3.82 b	89.57 \pm 1.98	82.70 \pm 6.57 b	76.44 \pm 8.33
Mio mio congelado	156.00 \pm 0.40 c	98.47 \pm 0.78	85.95 \pm 13.56 b	78.80 \pm 5.98
Mio mio seco	54.73 \pm 2.10 a	83.76 \pm 1.41	44.57 \pm 6.85 a	41.44 \pm 3.22

Datos expresados en media \pm SD, n=3, p < 0.05.

Letras diferentes dentro de columnas corresponden a diferencias significativas entre medias mediante la prueba de Tukey (= 0,05).

DISCUSIÓN

De los espectros UV – Vis de las antocianinas

Los espectros UV Visible (Figura 2) presentan bandas de absorción características en la región UV entre (250 y 370 nm) y visible (500 a 545 nm). La absorbancia en esta última banda varía con el pH del medio, y permite identificar la presencia de antocianinas presentes (Guerra & Ortega, 2006), (Arencibia, 2018).

La posición de estas bandas (Figura 2) entre 500-550 nm (Banda I), además de otras de menor intensidad entre 430-440 nm y 270-280 nm (Banda II) corresponden a antocianinas (Bedascarrasbure, Maldonado, Fierro, & Alvarez, 2006).

De los espectros FTIR - ATR de las antocianinas

Los espectros FTIR ATR en la matriz analizada tienen características de absorción C=O entre 1680 y 1640, aromáticos entre 1600 y 1500 y la de -OH quelatado (o-hidroxiketona a 3500-3200, que indican la presencia de estos grupos funcionales propias de una posible estructura antocianina (Pavia, Lampman, Kriz, & Vyvyan, 2008).

De los cromatogramas de HPLC

Una vez comparado todos los picos del cromatograma HPLC (Figura 4) de los frutos del mio mio con los obtenidos de uva morada y fresa, se identificaron que los espectros UV-Vis antes citados se corresponden a los estándares de cianidina que fue retenida en un tiempo 6.549 y 6.944 min, indicando la presencia de esta antocianidina en los frutos del mio mio. En forma similar han encontrado por HPLC, cianidina en

antocianinas de capulí (*Prunus serotina* spp capulí (Cav) Mc. Vaug Cav) y cheqche (*Berberis boliviana* L) respectivamente, presentándose en el capulí como antocianidina mayoritaria (Del Carpio, et al., 2009). Se puede observar la determinación del contenido de antocianinas, polifenoles totales y su capacidad antioxidante equivalente trolox en comparación de otros frutos similares encontrados para cada determinación.

Del contenido de antocianinas totales (AT)

En investigaciones de contenido de antocianinas totales (AT) en frutos, se tienen resultados de 200 y 416 (mg cianidina 3-glucosido/100g peso fresco) en extractos de mortiño y *elderberry* respectivamente (Muñoz et al., 2008), (Bridle & Timberlake, 1997), siendo estos valores inferiores a los encontrados en frutos del mio mio de 440.22 (mg cianidina 3-glucosido/100g peso fresco) (Tabla 1), los mismos que se incrementan a 1102.88 (mg cianidina 3-glucosido/100g peso seco) cuando los frutos se congelan a -4 °C y disminuyen a 236.96 (mg cianidina 3-glucosido/100g) cuando estos frutos se secan por la degradación de las antocianinas por efecto de la senescencia de los mismos.

Del contenido de polifenoles totales (PFT)

Se han efectuado la cuantificación de polifenoles totales PFT de 245 y 297 (mg ácido gálico/100g de peso fresco) en pulpa de *Wild berries Rosehip* y *Mora Rubus glaucus Benth* a (-4°C) respectivamente (Guerrero et al., 2010), (León & Elisa, 2012), siendo estos valores similares o menores a los encontrados en frutos del mio mio (Tabla 2) de 371.71 (mg ácido gálico / 100g de peso fresco), el mismo que se incrementa al secar y congelar a (-4°C) a 545.64 y 576.25 (mg ácido gálico/100g de peso fresco) respectivamente, con respecto al mio mio fresco.

De la capacidad antioxidante equivalente de trolox TEAC ABTS y DPPH

Existen trabajos de investigación de determinación de capacidad antioxidante TEAC ABTS de 86.94 y 117.83 ($\mu\text{mol trolox/g}$ de muestra fresca) en frutos de mortiño y mora (*Rubus glaucus* Benth)

respectivamente (León & Elisa, 2012) y (Gaviria et al., 2009), que son inferiores a los encontrados en el mio mio (Tabla 3) que fue de 134.40 ($\mu\text{mol trolox/g}$ de muestra fresca) 156.00 ($\mu\text{mol trolox/g}$) en congelada a -4°C y 54.73 ($\mu\text{mol trolox/g}$) en muestra seca, siendo inferior esta última porque el efecto del secado de frutos del mio mio disminuyen su capacidad antioxidante.

Se han encontrado investigaciones de capacidad antioxidante TEAC DPPH de 24.04 y 125.69 ($\mu\text{mol trolox/g}$ de muestra fresca) en frutos de mortiño y mora (*Rubus glaucus* Benth) respectivamente (León & Elisa, 2012) y (Gaviria et al., 2009), que son similares e inferiores a los encontrados en el mio mio que fue de 82.70 ($\mu\text{mol trolox/g}$ de muestra fresca) 85.95 ($\mu\text{mol trolox/g}$) en congelada a -4°C y 44.57 ($\mu\text{mol trolox/g}$) en muestra seca.

Las posibilidades de uso de los frutos del (*Coriaria ruscifolia* L) son inmensas como colorantes naturales en uso agroindustrial (Girón, Martínez, Hurtado, Cuaran, & Ocampo, 2016), dado que presenta una gran cantidad de antocianinas como se ha demostrado, además como sustancias anticancerígenas (Aguirre, Nattier, & Benites Carranza, 2017) por que presenta una gran cantidad de sustancias bioactivas antociánicas y polifenólicas, además de dar valor agregado a la comercialización y consumo masivo de estos frutos como alimentos funcionales (Cárdenas et al., 2016) y su aplicación de estos colorantes en diferentes alimentos procesados como colorante en yogures, colorantes en salchichas (Aro et al., 2015), como antioxidante en aceites (Cutimbo, Aro, & Vivanco, 2016), etc.

CONCLUSIONES

Mediante los espectros UV-vis se identificaron, que los extractos del mio mio presentan pigmentos antociánicos, mientras que los espectros FTIR ATR determinaron grupos funcionales que corresponden a compuestos polifenólicos. Por HPLC se identificó que la antocianina mayoritaria en estos frutos es la cianidina.

El contenido de antocianinas totales en extractos del mio mio (*Coriaria ruscifolia* L) fue de 440.22 (mg cianidina 3-glucosido/100g), polifenoles totales de 371.71 (mg ácido gálico/100g), capacidad antioxidante equivalente trolox TEAC ABTS de 134.40 ($\mu\text{mol trolox/g}$) y TEAC DPPH de 82.70 ($\mu\text{mol trolox/g}$).

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Escuela Profesional de Ing. Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, por facilitar los materiales y equipos de laboratorio para la ejecución del trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A., Nattier, S., & Benites Carranza, C. Y. (2017). Efecto del fruto de myrciaria dubia (h.b.k) mevaugh sobre cáncer colorrectal inducido en rattus norvegicus var. albinus. <http://dsapce.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7437>
- Aro, J. M. A., Rojas, E. G., Cutimbo, M. C., Jara, R. S., Velazco, C. S., & Copa, C. U. E. (2015). Evaluación de la eficacia de extractos antioxidantes de maíz morado (*Zea mays* L.) en la inhibición de salchichas. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 17(1), 17-22.
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*, 7(SPE), 191-200.
- Barragán Condori, M. (2017). Evaluación del efecto de la temperatura del proceso de cocción, sobre el contenido de antocianinas y antioxidantes en variedades de papas nativas (*Solanum*

- tuberosum* spp andígena y *Solanum tuberosum* spp stenotomun). <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/3137>
- Barragan Condori, M., & Aro Aro, J. M. (2017). Determinación del efecto de procesos de cocción en papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum* spp. andígena) sobre sus compuestos bioactivos. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19, 47-52.
- Bedascarrasbure, E., Maldonado, L., Fierro Morales, W., & Alvarez, A. (2006). Propóleos. Caracterización y normalización de propóleos argentinos. Revisión y actualización de composición y propiedades. Ediciones Magna. San Miguel de Tucuman Argentina. 218 pag.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bridle, P., & Timberlake, C. (1997). Anthocyanins as natural food colours—selected aspects. *Food chemistry*, 58(1), 103-109.
- Cárdenas Baquero, G. D., Arrazola Paternina, G., & Villalba Cadavid, M. (2016). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium*, 17(33).
- Cutimbo, M. C., Aro, J. M. A., & Vivanco, Z. L. T. (2016). Evaluación de la eficacia de antioxidantes de Isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz&Pavón) en la oxidación de Aceite de Soya. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(2), 143-150.
- Chicaiza, V. G., & Flores, E. A. (2016). Evaluación de extracción, encapsulación y capacidad antioxidante de las antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5760/1/AGI-2016-T015.pdf>
- Del Carpio Jiménez, C., Serrano Flores, C., & Giusti, M. (2009). Caracterización de las antocianinas de los frutos de *Berberis boliviana* Lechler. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(1), 76-86.
- Flores, E. (2017). Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. peruviana) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales. *Información Tecnológica*, 28(1), 121-132.
- Gaviria, C. A., Ochoa, C. I., Sánchez, N., Medina, C., Lobo, M., Galeano, P. L., . . . Rojano, B. (2009). Propiedades antioxidantes de los frutos de agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño en la zona altoandina de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, 95-112.
- Girón, J. M., Martínez, J. A., Hurtado, L. G., Cuaran, J. D., & Ocampo, Y. A. (2016). Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos cárnicos como colorantes y/o antioxidantes. <http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.11.21.2016.51-62>
- Guerrero, J., Ciampi, L., Castilla, A., Medel, F., Schalchli, H., Hormazabal, E., . . . Alberdi, M. (2010). Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 537-544.
- Hurtado, N. H., & Pérez, M. (2014). Identificación, estabilidad y actividad antioxidante de las antocianinas aisladas de la cáscara del fruto de capulí (*Prunus serotina* spp capulí (Cav) Mc. Vaug Cav). *Información Tecnológica*, 25(4), 131-140.

- León, S., & Elisa, D. (2012). *Estudio del potencial antioxidante de la mora (Rubus glaucus Benth) y sus cambios en función del proceso de maduración y bajo diferentes temperaturas de almacenamiento*. Universidad Nacional de Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/10581/>
- Lillo, A., Carvajal-Caiconte, F., Nuñez, D., Balboa, N., & Alvear Zamora, M. (2016). Cuantificación espectrofotométrica de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en distintos berries nativos del Cono Sur de América. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(2), 168-174.
- Martínez-Cruz, N. d. S., Arévalo-Niño, K., Verde-Star, M. J., Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, A., Núñez-González, M., & Morales-Rubio, M. (2011). Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (Zarzamora). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 42(4), 66-71.
- Muñoz, C., Maihua, R., Peralta, F., Tereschuk, M., Gonzales, M., & Albarracín, P. (2008). Análisis de antocianinas en arándanos del Noa. *Universidad Nacional de Tucumán. Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial. Argentina*.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. A. (2008). *Introduction to spectroscopy*. www.cengagebrain.com.mx/shop/isbn/9781285460123
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9), 1231-1237.
- Rodríguez Rodríguez, E. F., Rodríguez Sevilla, S., Paredes Pizarro, Y., Rimarachín Cayatopa, V., Pollack Velásquez, L., Rodríguez Espejo, M. R., & Aguirre Tocas, R. (2017). Vegetales tintóreos promisorios más utilizados en la región La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 24(1), 311-332. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24114>
- Rosero, R. J., & San Juan, D. P. (2017). Extracción y caracterización de los principios activos fenólicos con actividad antioxidante a partir de residuos de aguacate: epicarpio y semilla (*Persea americana*). www.sired.udenar.edu.co/3884
- Sánchez Hernández, D. J., Fortis Hernández, M., Esparza Rivera, J. R., Rodríguez Ortiz, J. C., de la Cruz Lazaro, E., Sánchez Chávez, E., & Preciado Rangel, P. (2016). Empleo de vermicompost en la producción de frutos de melón y su calidad nutracéutica. *Interciencia*, 41(3).
- Soto-Vásquez, M. R. (2016). Metabolitos secundarios, cuantificación de fenoles y flavonoides totales de extractos etanólicos de propóleos de tres localidades del Perú. *In Crescendo*, 6(2), 22-32.
- Zavaleta Chavez, S. Y. (2017). Propiedades nutracéuticas y farmacológicas de *Ganoderma lucidum* (*Hongo Reishi*). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10081>

