

**Determinación del contenido de antocianinas totales en
Fragaria grandiflora (L.) Lam. (fresa) y *Myrciaria dubia*
(H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu).**

Autores:

Carmen Silvia Klinar Barbuza. Profesora Principal D.E. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Condición: nombrada.

Jorge Chanllo Lavarello. Profesor Principal T.C. Facultad de Medicina Humana. Condición: nombrado.

Cinthia Pamela Uribe Canales. Profesora auxiliar T.P. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Condición: contratada.

Artemio Chang Canales. Profesor Cesante de la UNICA. Institución: Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Amazon Ruby SAC.

RESUMEN

Las antocianinas son pigmentos naturales que se clasifican dentro del grupo de los flavonoides. Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza y son responsables de los colores rojo, violeta y azul de frutas, bayas y flores. En las plantas la principal función que cumplen es la de atraer seres vivos (principalmente insectos y pájaros) para propósitos de polinización y dispersión de semillas. Su estudio ha tomado importancia debido a su actividad antioxidante y a sus posibles beneficios para la salud humana, en la reducción de la incidencia de enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras patologías.

En el presente estudio se evaluó el contenido de antocianinas en los frutos *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (fresa) y *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu), en base a las propiedades espectroscópicas de las antocianinas, en la región ultravioleta-visible.

Los resultados se expresaron en función a la antocianina principal, que en el caso de la fresa y el camu camu, es la cianidina 3-glicósido. Se encontró que en el fruto entero de *Fragaria grandiflora* (fresa) es de 11.48 mg/100g; en el fruto entero de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de 21.46 mg/100g; en las cáscaras de fruto de

Myrciaria dubia (camu camu) es de 68.14 mg/100 g; en la pulpa1 obtenida manualmente del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de 2.58 mg/100g; en la pulpa2 obtenida industrialmente en la UNAP del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de 43.06 mg/100g; en la pulpa3 y en la pulpa4 obtenidas industrialmente del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu), adquirida en un centro de abastos, es de 10.56 mg/100g y de 16.72 mg/100g, respectivamente.

Palabras claves: Antocianinas, *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (fresa) y *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu).

ABSTRACT

Anthocyanins are natural pigments that are classified within the group of flavonoids. They are widely distributed in nature and are responsible for the red, violet and blue colors of fruits, berries and flowers. In plants, the main function is to attract living beings (mainly insects and birds) for the purposes of pollination and seed dispersal. Its study has become important due to its antioxidant activity and its possible benefits for human health, in reducing the incidence of diseases such as cancer, cardiovascular diseases and other pathologies.

In the present study the content of anthocyanins was evaluated in the fruits *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (strawberry) and *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu), based on the spectroscopic properties of anthocyanins, in the ultraviolet-visible region.

The results were expressed in terms of the main anthocyanin, which in the case of strawberry and camu camu, is cyanidin 3-glycoside. It was found that in the whole fruit of *Fragaria grandiflora* (strawberry) is 11.48 mg / 100g; in the whole fruit of *Myrciaria dubia* (camu camu) is 21.46 mg / 100g; in the fruit peels of *Myrciaria dubia* (camu camu) it is 68.14 mg / 100 g; in pulp1 obtained manually from the fruit of *Myrciaria dubia* (camu camu) is 2.58 mg / 100g; in the pulp2 obtained industrially in the UNAP of

the fruit of *Myrciaria dubia* (camu camu) is 43.06 mg / 100g; in pulp3 and pulp4, obtained industrially from the fruit of *Myrciaria dubia* (camu camu), acquired in a stocking center, is 10.56 mg / 100g and 16.72 mg / 100g, respectively.

Keywords: Anthocyanins, *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (strawberry) and *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu).

1. Introducción

El consumo de frutas y verduras ha demostrado su efectividad en la prevención de algunas enfermedades en los seres humanos y en los animales. Las hortalizas, frutas y sus semillas son ricas en vitaminas como C y E, β -caroteno y polifenoles como proantocianidinas y antocianinas. Estos compuestos podrían proteger a los organismos contra lesiones causadas por radicales libres¹

Entre estos compuestos, las antocianinas son pigmentos naturales que se clasifican dentro del grupo de los flavonoides. Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza y son responsables de los colores rojo, violeta y azul de frutas, bayas y flores. En las plantas la principal función que cumplen es la de atraer seres vivos (principalmente insectos y pájaros) para propósitos de polinización y dispersión de semillas².

Recientemente su estudio ha tomado importancia no solo debido a su actividad antioxidante sino también a sus posibles beneficios para la salud humana ya que se ha relacionado su consumo con la reducción de la incidencia de enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras patologías^{3,4,5,6,7,8,9,10}

En nuestro país se consume en la dieta habitual las frutas: *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (fresa) y *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu) que tienen referencias de alto contenido de antocianinas. Es necesario determinar el contenido de antocianinas en estas frutas, para determinar su potencial antioxidante.

En el presente estudio hemos evaluado el contenido de antocianinas en los frutos *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (fresa) y *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mac Vaugh (camu camu), los resultados nos permiten ratificar el potencial de estas frutas como alimentos funcionales.

2. Generalidades

2.1 Breve descripción del material vegetal

2.1.1. *Fragaria grandiflora* (L.) Lam. (fresa)^{11,12,13,14,15}

La fresa pertenece a la familia Rosaceae, es una fuente de compuestos polifenólicos con actividad antioxidante, especialmente antocianinas, ácidos fenólicos y vitamina C; los cuales son protectores de la oxidación de muchos organelos. Las fresas poseen mayor actividad antioxidante que muchas frutas como: toronja, naranja, uva roja, kiwi. Sin embargo, los metabolitos secundarios en fresa se pueden potencializar haciendo una dosificación controlada de nutrientes en los suelos.

Taxonomía:

Familia: Rosaceae

Género: *Fragaria*

Especie: *grandiflora*

Nombre botánico: *Fragaria grandiflora* (L.) Lam.



Fruto de la fresa



Fruto de la fresa
cortado

2.1.2. *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu)^{16,17,18,19}

El camu camu es una fruta de la región amazónica; su principal característica es el alto contenido de vitamina C en la pulpa comestible. Se considera como la fruta de más alto contenido de Vitamina C en el mundo.

Taxonomía:

Familia: Myrtaceae

Género: *Myrciaria*

Especie: *dubia*

Nombre botánico: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh o *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh.



Fruto del camu camu



Separando cáscara y pulpa



Pulpeando el camu camu en la UNAP



Pulpa de camu camu

2.2 Antocianinas^{16,17,18,19,20,21}

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano. Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, y se encuentran acumulados en las vacuolas de la célula.

Las antocianinas poseen diferentes funciones en la planta como son la atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas y la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana.

El interés por los pigmentos antociánicos y su investigación científica se ha incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo. Por lo tanto, además de su papel funcional como colorantes, las antocianinas son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. A pesar de las ventajas que ofrecen las antocianinas como sustitutos potenciales de los colorantes artificiales, factores como su baja estabilidad y la falta de disponibilidad de material vegetal limitan su aplicación comercial. El objetivo de esta revisión es ofrecer un esquema actualizado sobre el potencial de las

antocianinas como colorantes de origen natural, además de sus propiedades químicas y bioactivas.

Las antocianinas son pigmentos responsables por una variedad de colores atractivos y brillantes de frutas, flores y hoja. Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas. Estos compuestos son pigmentos naturales que se encuentran en frutas y dan tonalidades de rojizas a azuladas, según el pH del medio. Pelargonidina-3-glucósido, cianidina-3-glucósido y pelargonidina-3-rutinósido son las principales antocianinas presentes en las fresas, siendo responsables de su color rojo.

2.3 Antecedentes de la Investigación ^{21,22,23,24,25,26,27,28,29,30}

El contenido de antocianinas en las frutas también se ve afectado por la intensidad y la calidad de la luz. La formación de antocianinas también es estimulada por la presencia de fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa (Vestheim, 1970).

Por otro lado, el abonado de la planta con un exceso de nitrógeno reduce el nivel de antocianinas en los frutos (Macheix et al, 1989).

Según Ghiselli et al., en 1998 estudios con fracciones de antocianinas provenientes del vino han demostrado que estas son efectivas en atrapar especies reactivas del

oxígeno, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas

El estudio de las antocianinas se ha incrementado debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas.

En 1998 Kamei et al., reportaron la supresión de células cancerígenas HCT-15 provenientes del colon humano y de células cancerígenas gástricas AGS al suministrar fracciones de antocianinas del vino tinto.

En 1999 Miyazawa et al., comprobaron que durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante.

Wang y Jiao (2000) y Wang y Lin (2000) han demostrado que frutos ricos en antocianinas evidencian una alta actividad antioxidante contra el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y contra radicales peróxido, ($ROO\cdot$), superóxido ($O_2\cdot^-$), hidroxilo ($\cdot OH$) y oxígeno singulete ($1 O_2$).

En el 2002 Wang y Mazza, encontraron que extractos concentrados de antocianinas tenían efecto inhibitorio de la producción de óxido nítrico en macrófagos activados.

Garzón y Wrolstad, en el 2002, señalaron que la presencia de ácido ascórbico acelera la degradación de las antocianinas en la fresa.

Por otra parte, Vuorela et al., 2005, encontraron efecto supresor de prostaglandina EG2, sinónimo de actividad antiinflamatoria en extractos de antocianinas de frambuesa.

Tristan et al., 2008, encontraron que antocianinas provenientes de cuatro especies de arándanos silvestres, muestran propiedades hipoglicémicas.

Ohgami et al., en el 2005 suministraron extractos de frutas ricas en antocianinas a ratas con deficiencia ocular, lo cual resultó en un efecto antiinflamatorio y de aumento de la agudeza visual.

En el 2011, Liliana Santacruz C. en su tesis para optar el grado de Magister en la Universidad Nacional de Colombia, realizó el análisis químico de antocianinas en frutos silvestres colombianos.

Otros estudios de contenido de antocianinas en camu camu son: Allerslev, R. K. Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible MYRTACEAE fruits Tesis. The City University of New York,

Villanueva-Tiburci, J. et al. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh),

X. Bardales-Infante et al Evaluación del contenido de ácido ascórbico y antocianinas en pulpa y jugo clarificado de camu camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) mediante HPLC.

Zanatta et al. Determination of Anthocyanins from Camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NM

Sin embargo, debemos entender que estos y otros estudios similares, sólo marcan el inicio de un largo camino en el estudio e investigación de la actividad biológica de estos metabolitos que muestran bioactividad.

3. Metodología

3.1 Muestras

M1.- Fruto entero de *Fragaria grandiflora* (fresa)

M2.- Fruto entero de *Myrciaria dubia* (camu camu) por separación manual

M3.- Cáscara de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por separación manual

M4.- Pulpa1 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por separación manual

M5.- Pulpa2 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por pulpeado industrial, procesado en la UNAP

M6.- Pulpa3 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por pulpeado industrial, adquirido en centro de abastos.

M7.- Pulpa4 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por pulpeado industrial, adquirido en centro de abastos.

3.2 Diseño a utilizar en el estudio

- Deductivo - Experimental – inductivo

3.3 Métodos y técnicas de investigación

- **Deductivo.-** revisión y análisis de la información científica, referente al tema.

- **Experimental.-**

- . Preparación de las muestras
- . Medida del contenido de antocianinas totales
- . Evaluación de resultados.

- **Inductivo.-** interpretación y discusión de resultados. Conclusiones.

3.4 Técnicas de experimentales

3.4.1 Determinación de antocianinas totales por el método colorimétrico.

Fundamento.- La determinación cuantitativa de antocianinas se realiza por espectroscopia visible. Se basa en las propiedades espectroscópicas de las antocianinas, en la región ultravioleta-visible. Funcionalmente las antocianinas corresponden al grupo de los flavonoides y son glucósidos de las antocianidinas. En su estructura presenta el ión flavilio, con una amplia conjugación que origina una banda K por encima de 500 nm, por lo tanto ubicada en la región visible. En la determinación de antocianinas totales, los resultados se expresan en función a la antocianina principal, en el caso de la fresa y el camu camu, la antocianina principal es cianidina 3-glicósido.

ANÁLISIS DE CIANIDINA 3-GLICÓSIDO

Preparación de la muestra:

Pesar la muestra, triturar en un mortero, agregar 20mL de agua destilada. Agitar por 15 minutos, filtrar y enrasar a 20mL. Preparar diluciones considerando el factor de dilución; Leer a 510 nm

La absorbancia será el promedio de las 5 lecturas.

Calcular el contenido de antocianinas totales en la muestra expresado como Cy-3-glic.

Cálculos:

Aplicar la fórmula:

$$\text{mg/Kg antocianinas totales} = \frac{A \times PM \times F \text{ dil.} \times 1000}{Em\acute{a}x}$$

Donde:

A = Absorbancia (promedio de las 5 lecturas)

PM = Peso molecular de la Cianidina-3-glicósido (449.2)

F dil. = Factor de dilución

Em \acute{a} x = Coeficiente de extinción molar de Cianidina-3-glicósido (26 900)



Preparación de las Muestras



Preparación de las diluciones



Lectura en el espectrofotómetro

4. Resultados

Los resultados del análisis cuantitativo de antocianinas totales, se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 1.- Resultados del análisis de antocianinas totales

Muestras	Antocianinas totales en mg/100 g					Promedio
M1	12.1	11.4	11.2	11.8	10.9	11.48 mg/100 g
M2	21.8	21.4	20.9	21.5	21.7	21.46 mg/100 g
M3	68.1	67.9	68	68.5	68.2	68.14 mg/100 g
M4	2.6	2.4	2.5	2.8	2.6	2.58 mg/100 g
M5	43.1	42.9	43.2	43.1	43	43.06 mg/100 g
M6	11	10.7	10.4	10.5	10.2	10.56 mg/100 g
M7	16.4	17	16.8	17.1	16.3	16.72 mg/100 g
Nota.-	Se realizaron 5 ensayos en cada muestra. Se reporta el promedio.					

M1.- Fruto entero de *Fragaria grandiflora* (fresa)

M2.- Fruto entero de *Myrciaria dubia* (camu camu) por separación manual

M3.- Cáscara de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por separación manual

M4.- Pulpa1 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por separación manual

M5.- Pulpa2 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por pulpeado industrial, procesado en la UNAP

M6.- Pulpa3 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por pulpeado industrial, adquirido en centro de abastos.

M7.- Pulpa4 de fruto *Myrciaria dubia* (camu camu) por pulpeado industrial, adquirido en centro de abastos.

5. Interpretación de resultados

- Los resultados del contenido de antocianinas totales en el fruto de *Fragaria grandiflora* (fresa) y en fruto y cáscara de *Myrciaria dubia* (camu camu) se encuentran en el amplio rango que reporta la literatura.
- El contenido de antocianinas totales en la pulpa procesada manualmente, es decir que se separó totalmente la cáscara y las semillas, de *Myrciaria dubia* (camu camu) no encontramos reportes en la literatura, el bajo contenido de antocianinas puede ser consecuencia de pequeñas cantidades de antocianinas de la cáscara que se disuelven con el agua de la pulpa.
- Las diferencias entre el contenido de las pulpas procesadas industrialmente son notables entre la que procesamos en la Planta Piloto de la Facultad de Industrias alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana UNAP, y las adquiridas en centros comerciales de Lima, posiblemente por diferencias en los procesos de pulpeado industrial, aunque las intensidades de color son muy similares por lo que existe la posibilidad de adulteración con colorantes.

6. Conclusiones

- El contenido de antocianinas totales de fruto entero de *Fragaria grandiflora* (fresa) es de **11.48 mg/100 g**
- El contenido de antocianinas totales de fruto entero de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de **21.46 mg/100 g**
- El contenido de antocianinas totales de las cáscaras de fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de **68.14 mg/100 g**
- El contenido de antocianinas totales de la pulpa1 obtenida manualmente del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de **2.58 mg/100 g**
- El contenido de antocianinas totales de la pulpa2 obtenida industrialmente en la UNAP del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) es de **43.06 mg/100 g**
- El contenido de antocianinas totales de la pulpa3 obtenida industrialmente, del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) adquirida en un centro de abastos es de **10.56 mg/100 g**
- El contenido de antocianinas totales de la pulpa4 obtenida industrialmente del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) adquirida en un centro de abastos es de **16.72 mg/100 g**
- La pulpa del fruto de *Myrciaria dubia* (camu camu) contiene una pequeña cantidad de antocianinas totales, en la pulpa obtenida industrialmente, el contacto con la cáscara origina una transferencia de antocianinas al producto final.

7. Recomendaciones

- Las diferencias del contenido de antocianinas totales en la pulpa del fruto procesado industrialmente que procesamos en la Planta piloto de la UNAP y las pulpas adquiridas en los centros de abastos, sugiere la posibilidad de un proceso deficiente o adulteración con colorantes sintéticos o naturales. Recomendamos realizar un estudio amplio sobre los productos del camu camu tanto en el contenido y origen de las antocianinas que dan el color rojo, como también de la vitamina C.

8. Referencias bibliográficas

1. Prior, R. L.; Wu, X.; Schaich, K. **(2005)** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 4290-4302
2. Gross, J. **(1987)** *Pigments in Fruits*. Academic Press, London.
3. Andersen, Ø. M.; Jordheim, M. **(2005)** The anthocyanins. En *Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications*, Andersen, Ø. M., Markham, K. R., Eds.; CRC Taylor and Francis: Boca Raton, FL
4. Castaneda-Ovando A., Pacheco-Hernández L., Paez-Hernández E., Rodríguez J. A. y Galán-Vidal C. A. **(2009)**. Chemical Studies of Anthocyanins: a review. *Food Chemistry*, 113:859-871.
5. En-Qin X., Gui-Fang D., Ya-Jun G. y Hua-Bin L. **(2010)**. Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal Molecular Science*, 11,622-646.
6. Ghiselli A., Nardini M., Baldi A. y Scaccini C. **(1998)**. Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 46(2),361-367
7. Garzón Gloria Astrid **(2008)** Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. *Acta biol. Colomb.*, Vol. 13 No. 3, 2008 27 - 36
8. Harbone J. B. **(1993)**. *The Flavonoids: advances in research since 1986*. Chapman and Hall, London.
9. Horbowicz M. Kosson R., Grzesiuk A. y Debski H. **(2008)**. Anthocyanins of Fruits and Vegetables-their occurrence, analysis and role in human nutrition. *Vegetables Crops Research Bulletin*, 68:5-22.

10. Santacruz C. Liliana **(2011)** Análisis químico de antocianinas en frutos silvestres colombianos. Tesis de Maestría en Ciencias Química. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Departamento de Química
11. Wang S. Y. y Lin H. S. **(2000)**. Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry and strawberry is affected by cultivar and maturity. Journal Agricultural and Food Chemistry, 48, 140-146
12. Carvajal de Pabón Luz Marina et al **(2012)** Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne (fresa) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 2012; 17(1)37-53
13. Castañeda-Sánchez A. y Guerrero-Beltrán J.A. **(2015)** Pigmentos en frutas y hortalizas rojas: antocianinas. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 9 (2015): 25-33
14. Pérez María et al **(2017)** Atributos de calidad en frutos de fresa 'capitola' cosechados en diferentes condiciones climáticas en Venezuela. Bioagro 29(3): 163-174. 2017
15. Chordi Barrufet Silvia **(2013)** Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad. Tesis. Universidad de Lleyda- España.
16. Allerslev, R. K. **(2007)** Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible MYRTACEAE fruits Tesis. The City University of New York
17. Villanueva-Tiburci J. et al. **(2010)** Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K)McVaugh) Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 30 (Supl.1): 151-160
18. Bardales-Infante X. et al **(2009)** Evaluacion del contenido de ácido ascorbico y antocianinas en pulpa y jugo clarificado de camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh) mediante HPLC. Reunião Regional da SBPC em Tabatinga - Tabatinga / AM – 2009

19. Zanatta et al. **(2005)** Determination of Anthocyanins from Camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. *J. of agricultural and food chemistry*, 53 (24), p.9531-9535
20. Aguilera Miguel, Reza María del Carmen, Chew Rodolfo y Meza Jorge **(2011)** Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotecnia / XIII (2)*: 16-22
21. Kim H. S., Joo H. M. y Yoo H. S. **(2009)**. Structural identification and antioxidant properties of major anthocyanins extracted from omija (*Schizandra chinensis*) fruit. *Journal of Food Science*, 74(2), 134-140
22. Joseph J. A., Shukitt-Hale B., Denisova N. A., Bielinski D. B., Martin A. y McEwen. **(1999)**. Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive and motor behavioral deficits with blueberry, spinach or strawberry dietary supplementation. *Journal of Neuroscience*, 19:8114-21.
23. Garzón, G.A, Wrolstad, R.E (2002). Comparison of the Stability of Pelargonidin-based Anthocyanins in Strawberry Juice and Concentrate. *J Food Sci.* 67(4):1288-1299
24. Kamei H., Hashimoto Y., Koide T., Kojima T. y Hasegawa M. **(1998)**. Effect of metanol extracts from red and white wines. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, 13(6):447-52.
25. Miyazawa T, et al **(1999)**. Direct Intestinal Absorption of Red Fruit Anthocyanins, Cyanidin-3-Glucoside and Cyanidin- 3, 5-Diglucoside, Into Rats and Humans. *J Agric Food Chem.* 47:1083-1091.
26. Ohgami K., Ilieva I., Shiratori K., Koyama Y., Jin X. H. y Yoshida K. **(2005)**. Anti-inflammatory effects of aronia extract on rat endotoxin-induced uveitis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46, 275-281.
27. Tristan F., Kraft B., Schmidt B. M., Yousef G. G., Knigh C. T. G. y Cuendet M. **(2005)**. Chemopreventive potential of wild lowbush blueberry fruits in multiple stages of carcinogenesis. *Journal of Food Science*, 70(3), S159-S166

28. Vourela S., Kreander K., Karonen M., Nieminen R., Hamalainen M. y Galkin A. **(2005)**. Preclinical evaluation of rapessed, raspberry and pine bark phenolics for health related effects. Journal Agricultural and Food Chemistry, 53(15), 5922-593
29. Wang S. Y. y Jiao H. **(2000)**. Scavering capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals and singlet oxygen. Journal Agricultural and Food Chemistry, 48, 5677-5684.
30. Wang J. y Mazza G. **(2002)**. Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitric oxide production in LPS/IFN gamma-activated RAW 264.7 macrophages, Journal Agricultural and Food Chemistry, 50, 850-857.