



## REVIEW

### Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida

Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Tropical fruit of excellent functional properties that help to improve the quality of life

**Ericka Arellano-Acuña; Irvin Rojas-Zavaleta; Luz María Paucar-Menacho \***

*Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Santa, Ancash, Peru.*

Received April 10, 2016. Accepted November 17, 2016.

#### Resumen

El camu-camu, es la fruta que posee el mayor contenido de vitamina C, el cual es 100 veces mayor al limón. Esta fruta tropical es nativa de la región amazónica y se encuentra principalmente distribuida en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En su composición, presenta diversos compuestos bioactivos como carotenoides, antioxidantes, vitaminas y compuestos fenólicos como antocianinas y taninos, que le confieren las características de un alimento funcional. Asimismo, tiene propiedades benéficas en la salud de quienes lo consumen, ya que es considerado un poderoso antioxidante, antiinflamatorio y antimicrobial; también es un gran aliado contra enfermedades cardiovasculares y para personas que sufren de obesidad. Investigaciones demuestran su efecto positivo para el tratamiento de las etapas iniciales de la diabetes, además de ofrecer otros beneficios. Este trabajo de revisión tuvo como objetivo el estudio de la literatura respecto al Camu-camu como alimento funcional que contribuye a mejorar la calidad de vida debido a su impacto positivo en la salud.

**Palabras clave:** camu-camu; alimento funcional; vitamina C; antioxidante; compuestos fenólicos; compuestos bioactivos.

#### Abstract

Camu camu is the fruit that has the highest content of vitamin C, which is 100 times higher than the lemon. This tropical fruit is native to the Amazon region and it is mainly distributed in Bolivia, Brazil, Colombia, Ecuador, Peru and Venezuela. In its composition, it has different bioactive compounds such as carotenoids, antioxidants, vitamins and phenolic compounds such as anthocyanins and tannins that give it the characteristics of a functional food. It also has beneficial properties on the health of those who consume it, because it is considered a powerful antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial; it is also a great ally against cardiovascular diseases and for people suffering from obesity. Research shows a positive effect for the treatment of early stages of diabetes, as well as providing other benefits. This review work aimed to study the literature regarding camu-camu as a functional food that contributes to improve the quality of life due to its positive impact on health.

**Keywords:** camu-camu; functional food; vitamin C; antioxidant; phenolic compounds; bioactive compounds.

#### 1. Introducción

Camu-camu (*Myrciaria dubia*) es un fruto nativo de la región amazónica (Akter *et al.*, 2011) que posee el más alto contenido de

ácido ascórbico (vitamina C) conocido a nivel mundial (Fracassetti *et al.*, 2013). Esta fruta tropical, se encuentra principalmente distribuida en Bolivia, Brasil,

\* Corresponding author

E-mail: [luzpaucar@uns.edu.pe](mailto:luzpaucar@uns.edu.pe) (L.M. Paucar-Menacho).

© 2016 All rights reserved.

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2016.04.08

Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Borges *et al.*, 2013). Sin embargo, la especie se desarrolla primordialmente en la cuenca superior del río Orinoco hasta el estado de Rondonia en Brasil, pero es la Amazonia peruana la que cuenta con la mayor concentración de camu-camu, especialmente entre las regiones de Pucallpa y Pevas (Hernández y Barrera, 2014).

Estudios revelan que la concentración de ácido ascórbico en el camu-camu aumenta cuando los suelos tienen mejores atributos químicos (magnesio y fósforo) y buenas condiciones de fertilidad natural (Abanto-Rodríguez *et al.*, 2016). El uso de abonos orgánicos como la gallinaza y el humus de lombriz contribuyen de manera positiva en el desarrollo de plantas de camu-camu (Abanto *et al.*, 2013).

El *Myrciaria dubia* también ha sido estudiado en el área de la acuicultura, se ha demostrado que el extracto de este fruto contribuye al crecimiento y mejora la respuesta inmune de los peces (especie: Tilapia del Nilo) cuando es suministrado por vía oral en combinación con el alimento a una dosis de 500 mg/kg de alimento (Yunis-Aguinaga *et al.*, 2016). Asimismo, la vitamina C del camu-camu disminuye el daño oxidativo en tejidos hepáticos y cerebrales de los peces, cuando son expuestos experimentalmente a concentraciones subletales de clorpirifos (Ozkan *et al.*, 2012).

El camu-camu es una fuente potencial de vitamina C, la cual se concentra principalmente en la cáscara del fruto en estado de maduración: maduro y sobremaduro (Imán *et al.*, 2011a). Esta fruta amazónica es una fuente importante de antioxidantes nutricionales, vitaminas C y  $\beta$ -caroteno (Chirinos *et al.*, 2010). Además de poseer propiedades antimicrobianas, de protección y de regeneración celular, se han detectado compuestos fenólicos como: elagitaninos, ácido elálgico, quercetina glucósidos, ácido siríngico y miricetina, dentro de su composición (Fujita *et al.*, 2015; Schmidt *et al.*, 2010). Esta fruta a la vez ha mostrado potencial para aplicaciones alimentarias debido a su alto contenido de

ácido ascórbico, los derivados de camu-camu, tales como pulpa, extracto y jugo son ampliamente exportados a Japón y mercados de la Unión Europea (Imán *et al.*, 2011b). Esto se ha evidenciado por su alto auge en el mercado nacional e internacional, despertando gran interés donde Japón, Francia y Estados Unidos son los principales importadores (Akter *et al.*, 2011).

La literatura en torno a los beneficios que brinda el camu-camu para la salud está muy dispersa y se hace necesario concentrarlos en un documento para su mejor comprensión, bajo este esquema la finalidad del trabajo comprendió el estudio del camu-camu como alimento funcional que contribuye a mejorar la calidad de vida debido a su impacto positivo en la salud el cual está sustentado y evidenciado en diversas investigaciones científicas.

## 2. Composición del camu-camu

El camu-camu (*Myrciaria dubia*) dentro de su composición destaca el alto contenido de vitamina C que posee 2780 mg/100 g (Reyes *et al.*, 2009). El contenido de vitamina C de este fruto en comparación con la acerola es 20 veces más alta y 100 veces mayor que el limón (Vidigal *et al.*, 2011; Myoda *et al.*, 2010). Los valores reportados para la vitamina C oscila entre 1410 y 2780 mg/100g de pulpa (Tabla 1).

**Tabla 1**

Composición química de 100 g de pulpa de Camu-camu (*Myrciaria dubia*)

Componente	SIICEX (2016)	Reyes <i>et al.</i> (2009)	Justi <i>et al.</i> (2000)
Energía (kcal)	16,00	24,00	-
Humedad (g)	93,20	93,30	94,10
Proteína (g)	0,50	0,50	0,40
Carbohidratos (g)	4,00	5,90	3,50
Fibra (g)	0,50	0,40	0,10
Ceniza (g)	0,20	0,20	0,30
Calcio (mg)	28,00	28,00	15,73
Fósforo (mg)	15,00	15,00	-
Hierro (mg)	0,50	0,50	0,53
Tiamina (mg)	0,01	0,01	-
Riboflavina (mg)	0,04	0,04	-
Niacina (mg)	0,61	0,61	-
Ácido ascórbico (mg)	2089,00	2780,00	1410,00

El camu-camu es una buena fuente de minerales tales como sodio, potasio, calcio, zinc, magnesio, manganeso, cobre (Akachi *et al.*, 2010) y varias clases de aminoácidos, tales como serina, valina y leucina (Akter *et al.*, 2011). También contiene pequeña cantidad de pectina y almidón. La glucosa y la fructosa son el azúcar principal del camu-camu (Zapata y Dufour, 1993). Por lo tanto, la presencia de diferentes compuestos bioactivos en este fruto podría ser utilizado para retardar o prevenir diversas enfermedades cardiovasculares y el cáncer.

El alto contenido de vitamina C, favorece la formación del colágeno, proteína que sostiene muchas estructuras corporales, responsable de la formación y fortalecimiento de los huesos, músculos, tendones, ligamentos, dientes, encías, tejidos conjuntivos y vasos sanguíneos (Akter *et al.*, 2011). El consumo de esta fruta también sirve para tratar la obesidad y enfermedades asociadas con ella. Así mismo, es útil en reducir y mejorar la migraña, dolores de cabeza, diabetes, artritis, especialmente, resfrío y gripes severas (Nascimento *et al.*, 2013).

### 3. Componentes bioactivos del camu-camu

Los componentes bioactivos, son ingredientes funcionales de los alimentos, capaces de aportar efectos beneficiosos a la salud (Jiménez-Colmenero, 2013), influyen en la actividad celular, en los mecanismos fisiológicos y reducen el riesgo a enfermedades crónicas, los compuestos bioactivos son principalmente carotenoides, antioxidantes, vitaminas y compuestos fenólicos como antocianinas y taninos (Valencia y Guevara, 2013; Cantillano *et al.*, 2012).

#### 3.1 Vitamina C

El camu-camu (*Myrciaria dubia*), fruta nativa de la región amazónica, se destaca por su alto contenido en vitamina C (da Silva *et al.*, 2012), el cual supera los 2000 mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa llegando a 3000 mg por 100 g de pulpa, equivalente a casi 30 veces el de la pulpa

de los cítricos conocidos como naranja, limón, mandarina (Imán *et al.*, 2011b). Mientras que en otro reporte de investigación manifiesta, un contenido de vitamina C equivalente a 1889 mg/100 g de pulpa (Schmidt *et al.*, 2014).

Las pulpas de frutos verdes y maduros de camu-camu presentan una amplia variación en el contenido de vitamina C. En los frutos verdes se registraron concentraciones de 1,6 a 1,8 g de vitamina C/100 g de pulpa y en los frutos maduros de 1,2 a 1,6 g de vitamina C/100 g de pulpa (Castro *et al.*, 2013).

Da Silva *et al.* (2012) cuantificaron el contenido de vitamina C en el jugo de camu-camu reportando una concentración de 52,5 mg vitamina C/ 100 ml de camu-camu. La vitamina C, es termosensible y en procesos que implican condiciones de calor puede causar disminución en su contenido. Estudios revelan que el jugo concentrado de camu-camu con acoplamiento de dos métodos ósmosis inversa (OI) y la evaporación osmótica (OE) ayudaron a preservar los valores de vitamina C evidenciando un valor de 94,6 g de ácido ascórbico/kg, aumentando su valor a 3,3 veces más que un método de evaporación tradicional (Souza *et al.*, 2013).

En el 2015, se reportó estudios sobre la pulpa y piel de camu-camu cosechado a los 88 días después del período de floración de la planta, donde se evidenció la concentración más alta de ácido ascórbico de 4752,23 y 5178,49 mg de ácido ascórbico / 100 g en la pulpa y la cáscara respectivamente (Neves *et al.*, 2015a). El estudio del contenido de vitamina C, se realizó también en el polvo de pulpa deshidratada y harina obtenida a partir del residuo de la piel y las semillas del camu-camu. El contenido de vitamina C fue menor en polvo de pulpa ( $3,51 \pm 0,97$  g/100 g) que en la harina de camu-camu ( $9,04 \pm 0,95$  g/100 g) (Fracassetti *et al.*, 2013).

#### 3.2 Carotenoides

En el 2015, se realizó un estudio donde se observó la variación en el contenido de los carotenoides tras el proceso de maduración

del camu-camu registrándose las más altas concentraciones en frutos cosechados a los 53 días después de la antesis (DAA = days after anthesis), 0,6 mg carotenoides totales/100g de pulpa de camu-camu y 0,08 mg carotenoides totales/100g de piel de camu-camu. Estas concentraciones disminuyeron con la madurez de la fruta a los 102 DAA los valores fueron de 1 mg/100 g y 0,005 mg/100 g para pulpa y piel de camu-camu, respectivamente (Neves *et al.*, 2015a).

### 3.3 Compuestos fenólicos

Las actividades biológicas de los polifenoles han atraído la atención ya que han demostrado ser eficaces en la prevención de enfermedades relacionadas con el estilo de vida y en el mantenimiento de la salud humana (Kaneshima *et al.*, 2016). La semilla y la cáscara de los residuos de jugo de camu-camu contienen significativamente más abundantes fenoles, que otras frutas tropicales (Myoda *et al.*, 2010).

Este fruto amazónico, presenta en su composición diversos compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas, proantocianinas, elagitaninos y derivados del ácido elágico y gálico, el contenido fenólico en la pulpa es 8,66 mg/100 g, en la cáscara 10,50 mg/100 g, en la Pulpa en polvo 48,5 mg/100 g, en las semillas 336,03 mg/100 g mientras que el mayor valor se presenta en la harina de camu-camu con 672,49 mg/100g (Fracassetti *et al.*, 2013).

#### 3.3.1 Taninos

Los taninos se clasifican como polifenoles ya que contienen muchos grupos hidroxilo fenólicos en sus estructuras (Kaneshima *et al.*, 2016) y están definidos según la RAE como sustancias astringentes que se encuentran en algunos tejidos vegetales y que se emplea, entre otros usos, para curtir pieles (RAE, 2014). Los taninos, se extraen de las plantas haciendo uso de agua o con una mezcla de agua y alcohol luego se decantan y se dejan evaporar a baja temperatura hasta obtener el producto final. En el 2013, se extrajeron taninos del

polvo de semilla, pulpa y piel del camu-camu con una solución agua-metanol al 50% (Fracassetti *et al.*, 2013). Años más tarde Kaneshima *et al.* (2016) realizaron la experiencia en base a un mezcla de agua-acetona al 50% (V/V), extrayendo a partir de la semilla y piel de camu-camu los taninos como: grandinina, vescalagin, castalagina, methylvescalagin, stachyurin y casuarina, los cuales demostrando tener una potencial actividad antioxidante a través de los ensayos DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), ABTS (2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) y ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno).

Actividades antioxidantes medidas por los ensayos DPPH y ABTS, revelaron que el tanino stachyurin mostró la actividad antioxidante más fuerte entre los taninos (Kaneshima *et al.*, 2016).

#### 3.3.2 Flavonoides y antocianinas

Estudios realizados en el 2013 muestra un bajo contenido de antocianinas en la cáscara de frutos verdes de camu-camu (0,85 a 2,42 mg/100g cáscara), mientras que en frutos maduros el contenido de antocianinas fue de 6 a 140 veces mayor que en frutos verdes. En promedio se registró más antocianinas en frutos maduros ( $55,17 \pm 24,30$  mg/100g cáscara) que en frutos verdes ( $1,64 \pm 0,44$  mg/100 g cáscara) (Castro *et al.*, 2013).

En el 2015 se evidenciaron estudios sobre la evolución del contenido de antocianinas totales y flavonoides (flavonas y flavonoles) en la pulpa y la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia*), durante el desarrollo 53-102 DAA, el contenido total de antocianinas en la pulpa de camu-camu tuvo un descenso conforme transcurre el tiempo de maduración, mientras que en la piel sucede lo contrario ya que los niveles de antocianinas se elevan. En el caso de los flavonoides contenidos en la pulpa de camu-camu alcanzó su mayor valor en el 81 DAA y en el caso de la piel presentó un aumento de hasta 60 mg de flavonoides/100 piel de camu-camu en el 102 DAA (Neves *et al.*, 2015b).

#### 4. El poder antioxidante del camu-camu

Los antioxidantes, moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas, han sido ampliamente utilizados en numerosas áreas de la medicina, desde su aporte al neutralizar los radicales libres presentes en la sangre que son causantes del cáncer, enfermedades cardiovasculares y la diabetes (Lemus-Mondaca *et al.*, 2012), hasta su utilización en tratamiento del tinnitus, fenómeno perceptivo que consiste en notar golpes o sonidos en el oído que no proceden de ninguna fuente externa, representando un enfoque prometedor para el control de este síntoma (Polanski *et al.*, 2015). Además de su incorporación como suplemento en una dieta hipocalórica en combinación con ejercicio aeróbico moderado, para reducción del daño oxidativo en los sujetos obesos (Gutiérrez *et al.*, 2015).

El camu-camu, ha mostrado potencial para aplicaciones alimentarias y de salud humana debido a sus propiedades funcionales ricos bioactivos vinculados con alta actividad antioxidante (Fujita *et al.*, 2015; Baldeón *et al.*, 2015). Este poder antioxidante está sustentado y evidenciado en muchas investigaciones científicas. En Japón se realizó un estudio con 20 varones fumadores voluntarios, los cuales padecían de estrés oxidativo acelerado, 10 de ellos fueron sometidos a una ingesta diaria de 70 ml de 100% jugo de camu-camu correspondiente a 1050 mg de vitamina C (grupo camu-camu), mientras que los otros 10 una dosis de 1050 mg de tabletas de vitamina C (grupo vitamina C). Después de 7 días de evaluación, los marcadores de estrés oxidativo, tales como los niveles de orina 8-hidroxi-desoxiguanosina y total de especies reactivas de oxígeno, disminuyeron significativamente en el grupo camu-camu, mientras que no hubo cambio en el grupo de tabletas de vitamina C. Estos resultados sugieren que el jugo de camu-camu tiene propiedades antioxidantes potentes en comparación con tabletas de vitamina C que contengan vitamina C equivalente (Inoue *et al.*, 2008). Así, el camu-camu es considerado un poderoso antioxidante cuya

capacidad es considerada la más alta en comparación de otras frutas seguido de la tucumã y uxi, frutas tropicales amazónicas de Brasil (Gonçalves *et al.*, 2010). Se investigó también el poder antioxidante en residuos de jugo de camu-camu como la semilla y piel demostrando que estos no están exentos de poseer actividad antioxidante. Este estudio consistió en identificar tanto en las semillas como la piel del camu-camu el poder que poseen en la eliminación de radicales DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) el cual se midió por el método espectrofotométrico. Los resultados revelaron que el poder reductor de la semilla y la cáscara en el barrido de radicales DPPH, es un indicador significativo de su potencial antioxidante. Los extractos de semillas ( $\text{abs} = 0,31 \pm 0,02$ ) mostraron una actividad más alta que las de la cáscara ( $\text{abs} = 0,20 \pm 0,01$ ) a un nivel de significancia de  $p < 0,01$  (Myoda *et al.*, 2010). Años más tarde se realizó estudios similares, donde para DPPH se detectó la máxima actividad antioxidante de camu-camu con 5159,50 y 5848,90  $\mu\text{mol Trolox mEq}/100 \text{ g}$  de muestra en la pulpa y la cáscara, respectivamente y para el ensayo ORAC se mostró un comportamiento similar, con 5036,5 y 5810,03  $\mu\text{mol Trolox Eq}/100 \text{ g}$  de muestra medido para la pulpa y la cáscara, respectivamente (Neves *et al.*, 2015b).

En el 2016, se demostró que al analizar la actividad antioxidante de los taninos (C-elagitaninos glucosídicos grandinina, vescalagin, castalagina, methylvescalagin, stachyurin y casuarina) encontrados en semillas y pieles del camu-camu, mediante los ensayos DPPH, ABTS y ORAC teniendo como patrón el ácido gálico y ascórbico, que las actividades antioxidantes de los taninos son dos veces más potente que el ácido gálico y diez veces más potente que el ácido ascórbico (Kaneshima *et al.*, 2016).

#### 5. Efectos antiinflamatorios del camu-camu

El camu-camu tiene propiedades antiinflamatorias, en una investigación realizada en

Japón, donde varones fumadores voluntarios tras consumir una dosis diaria de 70 ml de jugo de camu-camu correspondiente a 1050 mg de vitamina C por un lapso de 7 días, lograron reducir marcadores inflamatorios tales como los niveles de proteína C reactiva de alta sensibilidad y la interleucina (Inoue *et al.*, 2008). Años después, con la finalidad de comprobar el efecto antiinflamatorio de las semillas de camu-camu se realizó una investigación en el 2011, donde el extracto de las semillas camu-camu (*Myrciaria dubia*), fue inducido en la pata posterior con edema de los ratones para evaluar su actividad antiinflamatoria. El extracto suprimió de forma significativa la formación del edema en ratones y la hinchazón de la inflamación disminuyó notablemente. Estos hallazgos sugieren que el extracto de semilla de camu-camu, es un material potencialmente útil considerándose un alimento funcional por sus efectos antiinflamatorios y para la prevención de las enfermedades relacionadas con la inmunidad (Yazawa *et al.*, 2011).

## 6. Actividad antimicrobial del camu-camu

Existen diversos estudios que demuestran el gran efecto antimicrobiano del camu-camu, en el 2010 un grupo de investigación japonés estudió la actividad antimicrobiana de las semillas y cáscaras, residuos de jugo de camu-camu, evidenciando que los extractos de la semilla mostraron efecto inhibitorio contra el *Staphylococcus aureus* a un rango de 2,7 mm (zona de inhibición), con una concentración de 5,0 mg/ml; mientras que el extracto de cáscara, mostró un efecto mayor a la misma concentración dando una zona de inhibición de 3,1 mm (Myoda *et al.*, 2010). Asimismo, Castillo (2013) demostró el efecto inhibitorio que presenta el camu-camu contra *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, microorganismos patógenos responsables de diversos cuadros de infección, para ello se preparó el extracto etanólico de la cáscara de *Myrciaria dubia* en cuatro concen-

traciones: 25% (250 mg/ml), 50% (500 mg/ml), 75% (750 mg/ml) y 100% (1000 mg/ml). La CMI (concentración mínima inhibitoria) para *S. aureus* fue del 75% (750 mg/ml) y para *C. albicans* fue la del 100% (1000 mg/ml) siendo que bajo estas concentraciones no se presentó el crecimiento de UFC (unidad formadora de colonia) para ningún microorganismo evaluado.

En el 2014, también se estudió la actividad antimicrobiana del camu-camu contra *Staphylococcus aureus* usando el método CMI, con el fin de determinar la concentración más baja capaz de inhibir el crecimiento de microorganismos visibles, después de incubar las microplacas a 37 °C durante 24 h. Los resultados reflejaron que la CMI contra *Staphylococcus aureus* osciló entre 0,3125 y 0,625 mg / ml para residuos de camu-camu secados por congelación y secado al aire caliente (Silva *et al.*, 2014). Fujita *et al.* (2015), concluye en su investigación que el polvo liofilizado (CIM = 0,08 mg/ml) y polvo secado por pulverización (CMI = 0,16 - 0,63 mg/ml) de camu-camu muestran propiedades antimicrobianas, siendo eficaces contra *Staphylococcus aureus* y mostrando una inhibición más alta que la ampicilina, antibiótico bactericida, la cual presenta un valor de CMI de 0,26 mg/ml. Es decir, que concentraciones más bajas de camu-camu son capaces de inhibir el crecimiento de microorganismos que concentraciones más altas de ampicilina.

Por otra parte, Camere-Colarossi *et al.* (2016) concluye que el extracto de metanol de las semillas y la pulpa de camu-camu tienen el efecto antibacteriano contra los microorganismos de alta prevalencia en la cavidad oral, como *S. mutans* y *S. sanguinis* por lo que se recomienda el empleo de esta fruta para la elaboración de pastas dentales. El extracto de semilla de metanol presentó una zona de inhibición de  $21,36 \pm 6,35$  mm y  $19,21 \pm 5,18$  mm, mientras que el extracto de metanol de la pulpa tuvo un efecto de  $16,2 \pm 2,08$  mm y  $19,34 \pm 2,90$  mm contra *S. mutans* y *S. sanguinis* respectivamente.

## **7. El camu-camu, un aliado contra la obesidad**

La obesidad se caracteriza por un aumento generalizado de tejido adiposo, alta producción de adipocitocinas y presencia de estrés oxidativo sistémico (Gutiérrez *et al.*, 2015). Un estudio realizado en el 2013, revela que el camu-camu tiene acción contra la obesidad a través de una experimentación basada en la ingestión de pulpa de camu-camu en ratas con obesidad inducida. Las ratas fueron divididas en dos grupos: un grupo experimental que ingirió 25 ml/día de pulpa de camu-camu y un grupo no tratado. Después de 12 semanas, se sacrificaron los animales y los resultados indicaron que los que recibieron pulpa de camu-camu redujeron su peso, la grasa en los tejidos adiposos, glucosa, colesterol total, triglicéridos y los niveles sanguíneos de insulina. Lo que sugieren que esta fruta amazónica se puede utilizar como un alimento funcional relacionado al control de las enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad (Nascimento *et al.*, 2013).

## **8. El poder del camu-camu contra la diabetes**

El camu-camu tiene propiedades para la prevención de la diabetes tipo 2 debido a las antocianinas (Soriano y Pastore, 2012) y a los perfiles fenólicos ricos que posee, tales como la quercetina, miricetina, glucósidos, ácido elágico y elagitaninos (Azevêdo *et al.*, 2014; Fujita *et al.*, 2015). La diabetes tipo 2, comprende el 90% de las personas con diabetes en todo el mundo, se puede contraer de forma genética y no genética y se puede relacionar con los estilos de vida no saludables, exceso de peso e inactividad física (Fujita *et al.*, 2015). Personas de diferentes partes del mundo tienen diabetes, especialmente diabetes tipo 2. En el 2014, el 9% de los adultos mayores de 18 años tenían diabetes y en el 2012 la diabetes fue la causa directa de 1,5 millones de muertes. Más del 80% de las muertes por diabetes se registran en países de bajos y medianos ingresos (OMS, 2015a).

En los últimos años se vienen realizando múltiples estudios para identificar los perfiles fenólicos bioactivos presentes en el camu-camu beneficiosos para la diabetes (Azevêdo *et al.*, 2014). El camu-camu además de sus compuestos fenólicos beneficiosos para la salud posee baja  $\alpha$ -amilasa y alta inhibidor de  $\alpha$ -glucosidasa que es ideal para el tratamiento de las primeras etapas de la diabetes tipo 2 (Hanhineva *et al.*, 2010).

En el 2014 estudios realizados para comprobar el efecto del camu-camu contra la diabetes tipo I, comprueban que tras la experimentación en base a 4 grupos de ratas: G<sub>1</sub> = ratas no diabéticas, G<sub>2</sub> = ratas diabéticas sin tratamiento, G<sub>3</sub> = ratas diabéticas con tratamiento de 1g de extracto de camu-camu/kg/día (2,19 mg del compuesto fenólico y 4,72 mg de vitamina C) y G<sub>4</sub> = ratas diabéticas con tratamiento de 3 g de extracto de camu-camu/kg/día (6,57 mg de compuesto fenólico y 14,17 mg de vitamina C) se observó que no hubo diferencias significativas en la glucemia entre los tratamientos. Sin embargo, después de la eutanasia, se observó significativamente niveles más bajos de glucosa plasmáticos en el grupo diabético tratado con 3 g/kg de extracto de camu-camu en comparación con los controles (G<sub>2</sub>) lo que significa que existe potencial y se debería seguir insistiendo en futuras investigaciones para el tratamiento de diabetes en base a camu-camu sobre todo en etapas iniciales de la enfermedad (Schmidt *et al.*, 2014).

## **9. El camu-camu contra enfermedades cardiovasculares**

Estudios demuestran un poder efectivo del camu-camu contra enfermedades cardiovasculares y su efecto hipolipemiante, en otras palabras, la propiedad que tiene esta fruta para disminuir los niveles de lípidos en la sangre y por ende contrarrestar enfermedades como arteroesclerosis, cardiopatía, ictus e hipertensión y la dislipidemia, la cual se manifiesta con cantidades extraordinarias de colesterol y triglicéridos en la sangre

(Schwertzi *et al.*, 2012). Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en todo el mundo. Se calcula que en 2012 murieron por esta causa 17,5 millones de personas, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo (OMS, 2015b). Se investigó en el 2012 sobre el potencial hipolipemiante de jugo de camu-camu (*Myrciaria dubia*) en ratones con dislipidemia, dando como resultado la reducción de los triglicéridos, el colesterol total, el colesterol de la excreción fecal así como la reducción de colesterol hepático (Schwertzi *et al.*, 2012). En el 2014 se logró demostrar la reducción de triglicéridos, colesterol total y la peroxidación lipídica en el plasma de ratas de laboratorio tras el consumo de extracto de camu-camu, siendo esta fruta considerada un excelente antioxidante y que además ayuda a combatir este tipo de enfermedades. Según últimos estudios experimentales se ha descubierto el efecto del camu-camu en la hiperlipidemia y la peroxidación lipídica (Schmidt *et al.*, 2014).

### 10. Otros beneficios

El camu-camu tiene la capacidad de proteger la mucosa del tracto gastrointestinal de la acción del entorno ácido, enzimas digestivas y células del organismo (Rafael *et al.*, 2010). Se ha demostrado que el camu-camu (*Myrciaria dubia*) en combinación con la maca negra (*Lepidium meyenii*) influye de manera notable al incremento de la producción de esperma (Gonzales *et al.*, 2013).

### 11. Producción y consumo del camu-camu

La región amazónica (Colombia, Venezuela, Perú y Brasil) produce una gran cantidad de especies frutales nativas y exóticas que son destinadas potencialmente a la industria alimentaria entre ellas tenemos el camu-camu (*Myrciaria dubia*) (Vasconcelos *et al.*, 2013). El consumo de camu-camu ha ido en aumento debido a su alto contenido de compuestos bioactivos.

Los compuestos bioactivos más comunes en este fruto son la vitamina C y los polifenoles (Chirinos *et al.*, 2010). Los principales mercados de exportación para los productos de camu-camu en sus diferentes presentaciones como pulpa, extracto y jugo son Japón, Estados Unidos de América y la Unión Europea (Myoda *et al.*, 2010). El Perú en el 2015 exportó camu-camu como jugo a Estados Unidos y como pulpa congelada a Japón, Australia, Italia, Colombia y Estados Unidos (MINAGRI, 2015).

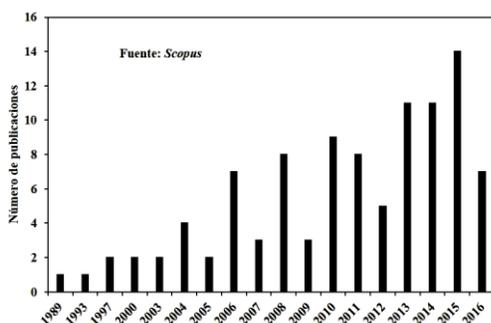
Pulpas de camu-camu se utilizan en la elaboración de jugos, néctares, yogures, helados, mermeladas, bebidas alcohólicas o refrescos (Akter *et al.*, 2011), cuyas presentaciones ayudan a disimular su leve sabor amargo debido a su alto contenido de ácido ascórbico y ácido cítrico (Franco y Janzanti 2005; Rodrigues *et al.*, 2004). El camu-camu es altamente perecedero, lo que hace que su transporte sea más complejo y costoso, una opción para que este fruto se conserve y alargue su vida útil además de concentrar bioactivos, es por medio de la deshidratación (Fracassetti *et al.*, 2013). La pulpa de camu-camu, deshidratada ya sea por liofilización, o atomización se puede utilizar en la elaboración de cápsulas, tabletas o pastillas de vitamina C (Bennett *et al.*, 2011).

### 12. Apreciación crítica

El presente trabajo aborda información acerca de los beneficios que aporta el camu-camu, donde se ha podido evidenciar en diferentes investigaciones las propiedades funcionales de esta fruta amazónica. Estos estudios están dirigidos hacia la investigación de nuevos tratamientos, usando el camu-camu como aliado para combatir enfermedades cardiovasculares, inflamatorias, diabetes, obesidad y para retardar o prevenir el cáncer.

La tendencia de las investigaciones acerca de *Myrciaria dubia*, ha ido en aumento en estos últimos años (Figura 1) y es que cada vez más los investigadores se están interesando por estudiar a fondo las bondades de esta fruta. Sin embargo,

notamos la ausencia de artículos de revisión que recopilen en un solo documento los beneficios para la salud que aporta el camu-camu. Se espera que futuras investigaciones aborden más sobre artículos de revisión de este tipo, de tal manera que complementen las investigaciones experimentales.



**Figura 1.** Publicaciones de artículos científicos sobre camu-camu (*Myrciaria dubia*). Información obtenida de la base de datos Scopus (criterios de búsqueda: ARTICLE TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS: " *Myrciaria dubia* " y tipo de DOCUMENT TYPE: "ALL").

### 13. Conclusiones

Este trabajo a definido al camu-camu (*Myrciaria dubia*) como un alimento funcional, logrando dar a conocer los innumerables beneficios que aporta esta fruta la cual es fuente de diferentes compuestos bioactivos, además de su alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C), los cuales son los responsables de su actividad antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobial, además de ser una alternativa para el tratamiento de enfermedades crónicas como diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares. El camu-camu contribuye a mejorar la calidad de vida debido a su impacto positivo en la salud el cual está sustentado y evidenciado en diversas investigaciones científicas.

### Referencias bibliográficas

Abanto, C.; Alves, E.; Pinedo, M.; García, D.; Sanchez-Choy, J.; Bardales, R.; Saldaña, G. 2013. Producción de plantas de camu-camu con diferentes sustratos orgánicos en camas de vivero convencional. *Scientia Agropecuaria* 4(4): 321-324.

Abanto-Rodríguez, C.; Pinedo-Panduro, M.; Alves-Chagas, E.; Cardoso-Chagas, P. 2016. Relation between the mineral nutrients and the vitamin C content in camu-camu plants (*Myrciaria dubia*) cultivated on high soils and flood soils of Ucayali, Peru. *Scientia Agropecuaria* 7(3): 297-304.

Akachi, T.; Yasuyuki, S.; Kawaguchi, T.; Tatsuya, M.; Sugiyama, K. 2010. 1-methylmalate from camu-camu (*Myrciaria dubia*) suppressed D-galactosamine-induced liver injury in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 74(3): 573-578.

Akter, S.; Oh, S.; Bang, J.; Ahmed, M. 2011. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International* 44(7): 1728-1732.

Azevêdo, J.; Fujita, A.; De Oliveira, E.; Genovese, R.; Pinto, R. 2014. Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. *McVaugh*) industrial residue: A bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. *Food Research International* 62: 934-940.

Baldeón, E.; Alcañiz, M.; Masot, R.; Fuentes, E.; Barat, J.; Grau, R. 2015. Voltammetry pulse array developed to determine the antioxidant activity of camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. *McVaugh*) and tumbo (*Passiflora mollissima* (Kunth) L.H. Bailey) juices employing voltammetric electronic tongues. *Food Control* 54: 181-187.

Bennett, L.; Jegasothy, H.; Konczak, I.; Frank, D.; Sudharmarajan, S.; Clingeffer, P. 2011. Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. *Journal of Functional Foods* 3(2): 115-124.

Borges, L.; Cardoso, E.; Silveria, D. 2013. Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria genus*. *Food Chemistry* 153: 224-233.

Camere-Colarossi, R.; Ulloa-Urizar, G.; Medina-Flores, D.; Caballero-García, S.; Mayta-Tovalino, F.; Del Valle-Mendoza, J. 2016. Antibacterial activity of *Myrciaria dubia* (camu camu) against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 6(9): 740-744.

Cantillano, R.; Ávila, J.; Peralba, M.; Pizzolato, T.; Toralles, R. 2012. Antioxidant activity, phenolic compounds and ascorbic acid content in strawberries from two crop production systems. *Horticultura Brasileira* 30(4): 620-626.

Castillo, C. 2013. Efecto inhibitorio in vitro de *Myrciaria dubia* "Camu-camu" sobre *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*. Tesis Para Optar El Grado De Bachiller En Medicina. Universidad Nacional De Trujillo, Perú.

Castro, J.; Gutiérrez, F.; Acuña, C.; Cerdeira, L.; Tapullima, A.; Cobos, M.; Imán, S. 2013. Variación del contenido de vitamina c y antocianinas en *Myrciaria dubia* "camu-camu". *Revista Soc. Química. Perú* 79(4): 319-330.

Chirinos, R.; Galarza, J.; Betalueluz-Pallardel, I.; Pedreschi, R.; Campos, D. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. *McVaugh*) fruit at different maturity stages. *Food chemistry* 120(4): 1019-1024.

da Silva, F.; Arruda, A.; Ledel, A.; Dauth, C.; Romão, N.; Nazário, R.; Falcão, A.; Nascimento, J.; Pereira, P. 2012. Antigenotoxic effect of acute, subacute and chronic treatments with Amazonian camu-camu (*Myrciaria dubia*) juice on mice blood cells. *Food and Chemical Toxicology* 50(7): 2275-2281.

Fracassetti, D.; Costa, C.; Moulay, L.; Tomás-Barberán, F. 2013. Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and

- antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry* 139(1-4): 578–588.
- Franco, M.; Janzantti, N. 2005. Aroma of minor tropical fruits. *Flavour and Fragrance Journal* 20(4): 358-371.
- Fujita, A.; Sarkar, D.; Wu, S.; Kennelly, E.; Shetty, K.; Genovese, M. 2015. Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. *Vaugh* (*Myrtaceae*)) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. *Food Research International* 77(2): 194-203.
- Gonçalves, S.; Lajolo, F.; Genovese, M. 2010. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *J Agric Food Chem* 58: 4666–4674.
- Gonzales, V.; Gasco, M. 2013. The transillumination technique as a method for the assessment of spermatogenesis using medicinal plants: the effect of extracts of black maca (*Lepidium meyenii*) and camu-camu (*Myrciaria dubia*) on stages of the spermatogenic cycle in male rats. *Toxicol Mech Methods* 23(8): 559-65.
- Gutiérrez, L.; García, J.; Rincón, M.; Ceballos, G.; Olivares, I. 2015. Efecto de una dieta hipocalórica en el estrés oxidativo en sujetos obesos sin prescripción de ejercicio y antioxidantes. *Medicina Clínica* 145(1): 1–6.
- Hanhineva, K.; Torronen, R.; Bondia-Pons, I.; Pekkinen, J.; Kolehmainen, M.; Mykkanen, H.; Poutanen, K. 2010. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences* 11(4): 1365–1402.
- Hernández, M.; Barrera, J. 2014. Organización social para el aprovechamiento sostenible del camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) *McVaugh*) en Tarapacá, departamento del Amazonas, Colombia. Editorial Legis S.A.
- Imán, S.; Bravo, L.; Sotero, V.; Oliva, C. 2011a. Contenido de vitamina C en frutos de camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) *Mc Vaugh*, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria* 2(3): 123-130.
- Imán, S.; Pinedo, S.; Melchor, M. 2011b. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) *Mc Vaugh*), del INIA Loreto-Perú. *Scientia Agropecuaria* 2(4): 189 – 201.
- Inoue, T.; Komoda, H.; Uchida, T.; Node, K. 2008. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. *J Cardiol* 52(2):127-32.
- Jiménez-Colmenero, F. 2013. Emulsiones múltiples; compuestos bioactivos y alimentos funcionales. *Nutrición Hospitalaria* 28(5): 1413-1421.
- Justi, K.; Visentainer, I.; De Souza, N.; Matsushita, M. 2000. Composición nutricional y la estabilidad de la vitamina C en la pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) de pulpa. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 50(4): 405-408.
- Kaneshima, T.; Myoda, T.; Nakata, M.; Fujimori, T.; Toeda, K.; Nishizawa, M. 2016. Antioxidant activity of C-Glycosidic ellagitannins from the seeds and peel of camu-camu (*Myrciaria dubia*). *LWT - Food Science and Technology* 69: 76–81.
- Lemus-Mondaca, R.; Vega-Gálvez, A.; Zura-Bravo, L.; Ah-Hen, K. 2012. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry* 132(3): 1121–1132.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2015. Comercio Exterior para el agro/ Exportaciones del camu-camu, aranceles y países de destino. Disponible en: <http://sistemas.minagri.gob.pe/siscex/exportaciones/rankingIN/>
- Myoda, T.; Fujimura, S.; Park, B.; Nagashima, T.; Nakagawa, J.; Nishikawa, M. 2010. Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(2): 304-307.
- Nascimento, O.; Boleti, A.; Yuyama, L.; Lima, L. 2013. Effects of diet supplementation with camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK *McVaugh*) fruit in a rat model of diet-induced obesity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85(1): 355 - 63.
- Neves, L.; Xavier, V.; Alves, E.; Barcelar, C.; Ruffo, S. 2015a. Determining the harvest time of camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) *Mc Vaugh*] using measured pre-harvest attributes. *Scientia Horticulturae* 186: 15–23.
- Neves, L.; Xavier, V.; Alves, J.; Flach, A.; Ruffo, S. 2015b. Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) *Mc Vaugh*] fruits. *Scientia Horticulturae* 186: 223-229.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015a. Diabetes. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015b. Enfermedades cardiovasculares. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
- Ozkan, F.; Gündüz, S.; Berköz, M.; Hunt, A.; Yalın, S. 2012. The protective role of ascorbic acid (vitamin C) against chlorpyrifos-induced oxidative stress in *Oreochromis niloticus*. *Fish. Physiol. Biochem.* 38(3): 635-64.
- Polanski, J.; Soares, A.; Laércio de Mendonca, O. 2015. Antioxidant therapy in the elderly with tinnitus. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 82(3): 269-74.
- Rafael, A.; Pino, J.; Gonzáles, J.; Francia, J.; Shiga, B. 2010. Efecto citoprotector del camu-camu (*Myrciaria dubia*) en tres líneas celulares de ratón expuestos in vivo a bromato de potasio. *Revista Peruana de Biología* 17(3): 389-392.
- Real Academia Española (RAE). 2014. *Tanino*. Diccionario de la lengua española (23ª Edición). Madrid: España. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=Z5QrGtH>
- Reyes, M.; Gómez-Sánchez, I.; Espinoza, C.; Bravo, F.; Ganoza, L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud del Perú. Disponible en: <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabela%20de%20Alimentos.pdf>
- Rodrigues, R.; Menezes, H.; Cabral, L.; Dornier, M.; Rios, G.; Reynes, M. 2004. Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu-camu juice (*Myrciaria dubia*). *Journal of Food Engineering* 63 (1): 97–102.
- Schmidt, A.; Lajolo, F.; Genovese, M. 2010. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(8): 4666–4674.
- Schmidt, A.; Lellis-Santos, C.; Curi, R.; Lajolo, F.; Genovese, M. 2014. Frozen pulp extracts of camu-camu (*Myrciaria dubia* *McVaugh*) attenuate the hyperlipidemia and lipid peroxidation of Type 1 diabetic rats. *Food Research International* 64: 1–8.

- Schwertzi, M.; Patrocínio, J.; Risonilce, S.; Lopes, J.; Ozaki, L.; Silva, E. 2012. Efeito hipolipidêmico do suco de camu-camu em ratos. *Revista de nutrição* 25(1): 35-44.
- Silva, J.; Fujita, A.; Leandro, E.; Genovese, M.; Targino, R. 2014. Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. *McVaugh*) industrial residue: A bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. *Journal Science direct* 62: 934-940.
- Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX). 2016. Ficha técnica del camu-camu. Disponible en: [http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/camu\\_camu1.pdf](http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/camu_camu1.pdf)
- Soriano, A.; Pastore, G. 2012. Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes. *Food Research International* 46(1): 378-386.
- Souza, A.; Pagani, M.; Dornier, M.; Gomes, F.; Tonon, R.; Cabral, L. 2013. Concentration of camu-camu juice by the coupling of reverse osmosis and osmotic evaporation processes. *Journal of Food Engineering* 119(1): 7-12.
- Valencia, C.; Guevara, A. 2013. Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú* 79 (2): 116-125.
- Vasconcelos, A.; Garcia, D.; Jimenez P.; Silva, P. 2013. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *Journal of Functional Foods* 5(2): 539-549.
- Vidigal, M.; Minim, V.; Carvalho, N.; Milagres, M.; Gonçalves, A. 2011. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açai (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). *Food Research International* 44(7): 1988-1996.
- Yazawa, K.; Suga, K.; Honma, A.; Shirosaki, M.; Koyama, T. 2011. Antiinflammatory effects of seeds of the tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 57(1): 104-107.
- Yunis-Aguinaga, J.; Fernandes, D.; Eto, S.; Claudiano, G.; Marcusso, P.; Marinho-Neto, F.; Fernandes, J.; De Moraes, F.; De Moraes, J. 2016. Dietary camu-camu, *Myrciaria dubia*, enhances immunological response in Nile tilapia. *Fish and Shellfish Immunology* 58: 284-291.
- Zapata, M.; Dufour, P. 1993. Camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) *McVaugh* chemical composition of fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 61(3): 349-351.